

PRA RENCANA PABRIK

**NATRIUM BENZOAT DARI ASAM BENZOAT DAN NATRIUM
KARBONAT DENGAN PROSES NETRALISASI
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

EKA PURNAMASARI 0914023



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013**

SECRETARY GENERAL

SECRETARY GENERAL
SECRETARY GENERAL
SECRETARY GENERAL
SECRETARY GENERAL

SECRETARY GENERAL
SECRETARY GENERAL

SECRETARY

SECRETARY

SECRETARY SECRETARY

SECRETARY GENERAL
SECRETARY GENERAL
SECRETARY GENERAL
SECRETARY GENERAL

LEMBAR PERSETUJUAN

**PRA RENCANA PABRIK NATRIUM BENZOAT DARI ASAM
BENZOAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES
NETRALISASI
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana
pada Jenjang Strata 1 (S-1)
di Institut Teknologi Nasional Malang**

Disusun Oleh:

Eka Purnamasari 09.14.023

Malang, 20 Agustus 2013

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

Menyetujui

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop followed by a vertical stroke and a horizontal stroke.

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

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Eka Purnamasari
Nim : 09.14.023
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Tugas Akhir : PRA RENCANA PABRIK NATRIUM BENZOAT
DARI ASAM BENZOAT DAN NATRIUM
KARBONAT DENGAN PROSES NETRALISASI

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 1 Agustus 2013
Nilai : B+



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

Sekretaris,



M. Istnaeny Hudha, ST.MT
NIP.Y. 103 0400 400

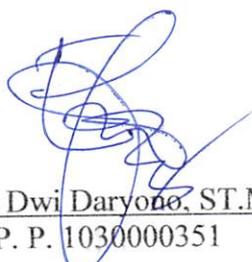
Anggota Penguji :

Penguji Pertama



Ir. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 196303071992032002

Penguji Kedua



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

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eka Purnamasari
NIM : 09.14.023
Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

NATRIUM BENZOAT DARI ASAM BENZOAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

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

Malang, Juli 2013

Yang membuat pernyataan,



EKA PURNAMASARI

KATA PENGANTAR

Teriring salam dan do'a semoga Allah SWT, melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita dalam menjalankan tugas sebagai khalifah di bumi ini serta sholawat dan salam kita haturkan kepada utusan-Nya yang telah memberikan bimbingan dan pancaran cahaya yang menghiasi nurani kita semua. Amin.

Alhamdulillahirabil'alamin, dengan rahmat Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang, saya telah berhasil menyelesaikan semua tugas yang dibebankan kepada saya selaku mahasiswa di jurusan Teknik Kimia ITN Malang, dengan diterimanya skripsi dengan judul "*Pra Rencana Pabrik Natrium Benzoat dari Asam benzoat dan Natrium Karbonat dengan Proses Netralisasi*", oleh penguji sebagai syarat dalam menyelesaikan studi srata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.

Tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Jimmy, ST.MT, selaku dosen pembimbing skripsi dan Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
2. Ibu Rini Kartika Dewi, ST MT, selaku Dosen Wali Angkatan 2009.
3. Bapak Elvianto Dwi Daryono, ST.MT, selaku dosen penguji I dalam ujian skripsi di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
4. Ibu Ir. Muyassaroh, MT, selaku dosen penguji II dalam ujian skripsi di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
5. Seluruh jajaran dosen pengajar di lingkungan teknik kimia ITN Malang yang telah bersusah payah mengentaskan ketidaktahuan dalam diri saya.
6. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Saya sadar bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, untuk itu saya berharap para pembaca dapat mengoreksi dan memberikan masukan demi melengkapai dan menyempurnakan skripsi ini dikemudian hari.

Dan akhirnya saya berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambah informasi dan pengetahuan tentang proses dan alat proses industri kimia bagi seluruh civitas akademika Jurusan Teknik Kimia ITN Malang pada khususnya dan bagi seluruh pembaca pada umumnya.

Malang, Juli 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
ABSTRAKSI	viii
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 PABRIK.....	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	ix
APPENDIKS	
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 GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Kecamatan Rembang Pasuruan.....	I-10
Gambar 2.1. Blok Diagram Natrium benzoat dengan Proses Oksidasi Langsung	II-2
Gambar 2.2. Blok Diagram Natrium Benzoat dengan Proses Netrlisasi	II-2
Gambar 9.1. Tata Letak Pabrik Natrium Benzoat.....	IX-4
Gambar 9.2. Tata Letak Peralatan Pabrik Natrium Benzoat.....	IX-7
Gambar 10.1. Gambar Struktur Organisasi Pabrik Natrium Benzoat	X-4
Gambar 11.1. Break Event Point Pabrik Natrium Benzoat.....	XI-7

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Impor Natrium Benzoat di Indonesia	I-2
Tabel 2.2. Seleksi Proses	II-2
Tabel 7.1. Instrumen Peralatan Pabrik	VII-5
Tabel 7.2. Alat-alat Keselamatan Kerja	VII-10
Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik	X-13
Tabel 10.2. Daftar Jumlah Karyawan	X-16
Tabel 10.3. Daftar Gaji Karyawan	X-20
Tabel 11.1. Cash Flow Untuk NPV Selama 10 Tahun	XI-8
Tabel 11.2. Cash Flow Untuk IRR Selama 10 Tahun	XI-9

**PRA RENCANA PABRIK SODIUM BENZOAT
DARI ASAM BENZOAT DAN NATRIUM KARBONAT
DENGAN PROSES NETRALISASI**

Disusun Oleh :

Mawadda Basri : 09.14.006

Eka Purnamasari : 09.14.023

Dosen Pembimbing :

Jimmy, ST, MT

ABSTRAK

Sodium Benzoate dengan rumus C_6H_5COONa merupakan salah satu dari sekian zat-zat kimia yang digunakan sebagai pengawet pada industri bahan makanan dan obat-obatan selain itu juga sebagai zat anti pembekuan pada mesin pendingin kendaraan bermotor. Bahan baku pembuatannya menggunakan Asam Benzoat dan Natrium Karbonat dengan proses netralisasi dimana kedua bahan direaksikan pada reaktor berpengaduk dengan temperature $93^{\circ}C$.

Pabrik Sodium Benzoat ini direncanakan akan didirikan di PIER, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, pada tahun 2016 dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan yang dipakai : Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk garis dan staf. Dari hasil perhitungan ekonomi didapatkan : $BEP = 37,99\%$; $POT = 2,79$ tahun ; $ROI_{BT} = 32,88\%$; $ROI_{AT} = 25,90\%$ dan $TCI = Rp. 612.841.668.067,-$

Kata Kunci : sodium benzoate, bahan pengawet, netralisasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan industri kimia di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup pesat sehingga kebutuhan akan bahan baku maupun bahan pendukung pun semakin meningkat. Natrium benzoat adalah salah satu bahan pendukung dalam industri kimia baik industri makanan, minuman, obat-obatan, farmasi dll.

Natrium benzoat adalah turunan dari asam benzoat yang diproduksi melalui proses netralisasi asam benzoat dengan natrium hidroksida atau larutan natrium bikarbonat. Natrium benzoat dengan rumus molekul C_6H_5COONa digunakan sebagai bahan pengawet pada makanan, minuman, pasta gigi, kosmetik maupun farmasi. Selain itu natrium benzoat digunakan sebagai zat anti korosi serta sebagai agen anti pembekuan pada mesin pendingin.

Penggunaan utama dari natrium benzoat adalah sebagai zat anti korosi pada kendaraan bermotor, Sebagai bahan pengawet dalam industri makanan dan minuman, sebagai pengawet kosmetik maupun produk farmasi, selain itu juga sebagai zat anti pembekuan pada mesin pendingin, dimana dengan semakin meningkatnya industri kendaraan bermotor turut pula meningkatkan permintaan natrium benzoat

Pada saat ini, kebutuhan natrium benzoat di Indonesia masih di impor dari Cina maupun dari negara-negara di Eropa, sehingga untuk memenuhi konsumsi natrium benzoat dalam negeri perlu didirikan sebuah pabrik natrium benzoat di Indonesia.

Asam benzoat pertama kali ditemukan oleh fisikawan prancis pada tahun 1618. Pada tahun 1832, Wrrhler dan Liebig memberikan nama struktur untuk asam benzoat. Pada abad ke 19 asam benzoat mulai digunakan secara luas dalam industri obat-obatan dan dibuat dari getah benzoin. Asam benzoat diproduksi secara sintesis untuk pertama kali dengan hidrolisis benzotrichloride.

Natrium benzoat diperkirakan telah ditemukan sejak awal tahun 1900-an dan telah digunakan sebagai pengawet makanan. Produksi natrium benzoat di seluruh dunia pada tahun 1997 sekitar 55000-60000 ton. Produsen terbesar natrium benzoat adalah Belanda, Estonia, USA dan Cina.

Saat ini, kebutuhan natrium benzoat di Indonesia masih harus di impor dari Cina dan negara-negara Eropa, sehingga besarnya impor dapat mencerminkan besarnya konsumsi dalam negeri.

Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan besarnya impor natrium benzoat dari tahun 2007-2011.

Tabel 1.1. Data impor natrium benzoat di Indonesia

Tahun	Impor (ton)	Kenaikan (%)
2007	6473.1	-
2008	9168.6	41.64%
2009	7681.4	-16.22%
2010	10415.5	35.59%
2011	12955.2	24.38%
Rata-rata		21,34%

Sumber : Kementerian Perindustrian Republik Indonesia

1.2. Bahan Baku dan Produk

1.2.1. Bahan Baku

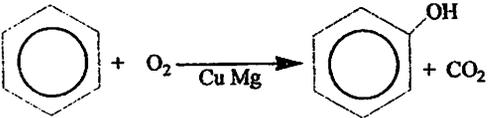
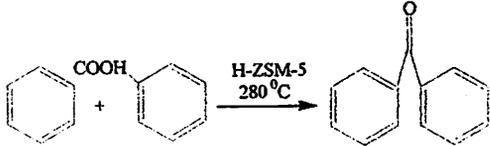
A. Asam Benzoat

Supplier : Jinan Shijitongda Chemical Co., Ltd.

Harga : Rp. 1100

Spesifikasi :

- Kemurnian : 99%
- Food grade, digunakan dalam obat dan pasta gigi
- Industrial grade, digunakan sebagai bahan baku dalam industri pewarna, pembuatan cat, pembuatan plastik, dan sebagai pengawet.

Sifat-sifat fisika	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk : padat • Larut dalam air dan minyak • Titik lebur: 122,4 °C • Panas spesifik, J/g: 1,1966 • Viskositas pada 130°C: 1,26 cp • pH larutan jenuh pada 25°C: 2,8 • Panas penguapan pada 140°C: 534J/g • Kelarutan dalam air pada 95°C: 68 gr/1000 ml air • Densitas: 1,32 g/cm³ • ΔH_f : -385,2 kJ/mol 	<ul style="list-style-type: none"> • Rumus molekul : C₆H₅COOH • Massa Molar : 122,13 g/mol • Asam benzoat dengan bantuan katalis mangan dan tembaga dapat dioksidasi menjadi phenol berdasarkan reaksi berikut:  <ul style="list-style-type: none"> • Reaksi antara asam benzoat dan benzoil klorida akan menghasilkan benzoat anhidrat berdasarkan reaksi berikut: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + (\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O} + \text{HCl}$ <ul style="list-style-type: none"> • Asam benzoate diasilasi dengan benzene pada temperatur 280°C menghasilkan benzofenon 

B. Natrium Karbonat

Natrium karbonat yang berbentuk Kristal berwarna putih dan lebih dikenal dengan nama soda ash. Natrium karbonat sering digunakan dalam pembuatan deterjen, pulp, maupun pada pengolahan air.

Supplier : Tianjin Frontier Import & Export Co, Ltd.

Harga : Rp. 2.100/ kg

Spesifikasi :

- Kemurnian : 99,2%
- Grade standard : Agriculture Grade, Electron Grade, Food Grade, Industrial Grade, Medicine Grade, Reagent Grade.
- Aplikasi : Industri dan makanan

Sifat-sifat fisika	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk : padat • Bau : tidak berbau • Kelarutan : larut dalam air panas dan gliserol • Titik lebur : 825°C • Specific gravity : 2,533 • ΔH_f : -1130,7 kJ/mol • Titik didih : 1600 °C • Densitas : 0,59-1,04 g/mL • Kelarutan dalam air: 455 gr/ liter pada 100°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Rumus molekul : Na_2CO_3 • Berat molekul : 105,99 • Natrium karbonat bereaksi dengan alumina oksida pada temperatur 820-1100°C dapat membentuk sodium aluminat(NaAlO_2) berdasarkan reaksi berikut: $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{l}) \rightarrow 2\text{NaAlO}_2(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

C. Karbon Aktif

Supplier : Wenxian Kexing

Harga : Rp. 4500/kg

Spesifikasi :

- Kemurnian : 99%
- Digunakan untuk decolorization dalam industri maupun dalam water treatment..

Sifat-sifat fisika	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk : serbuk • Warna : hitam 	<ul style="list-style-type: none"> • Karena bersifat hidrofobik karbon aktif cocok digunakan dalam adsorpsi senyawa

<ul style="list-style-type: none"> • Bau : tidak berbau • Ukuran pori : $1-10^3$ nm • Densitas partikel : 450 - 500 grams/liter • Specific area : 200-600 m^2/g • Konduktivitas termal : 0,65-0,1 W/m K • Kelarutan dalam air : tidak larut 	<p>organic nonpolar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terjadi reaksi katalitik pada permukaan karbon aktif sehingga digunakan sebagai katalis.
---	--

1.2.2. Produk

Natrium Benzoat

Natrium benzoat berbentuk bubuk putih yang larut dalam air dan tidak larut dalam alkohol.

Harga : Rp. 16.200/kg

Spesifikasi:

Kemurnian : 99%

Grade Standart : Food Grade, Industrial Grade, Medicine Grade

Sifat-sifat fisika	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk : serbuk • Bau : tidak berbau • Warna : putih • Densitas : $1,44 \text{ g/cm}^3$ • Titik lebur : $410-430 \text{ }^\circ\text{C}$ • Kelarutan dalam air : 660 g/L (20°C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rumus molekul : $\text{C}_7\text{H}_5\text{NaO}_2$ • Berat molekul : 144.11 • Stabilitas: bersifat higroskopis serta rentan terhadap zat-zat oksidator kuat, alkali maupun asam mineral. • Reaksi antara natrium benzoat dan benzoyl chloride pada suhu 42°C dapat menghasilkan benzoat anhidrat • $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{Na} + \text{C}_6\text{H}_5\text{COCl} \longrightarrow (\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O} + \text{NaCl}$

1.3. Analisis Pasar

Dalam menentukan kapasitas pabrik, harus diperhatikan jumlah kebutuhan dalam negeri maupun impor. Berdasarkan tabel 1.1. impor natrium benzoat tiap tahun rata-rata mengalami kenaikan sebesar 17.08%.

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka sangat perlu didirikan pabrik Natrium Benzoat di Indonesia. Hal ini dimaksudkan untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan juga untuk menghemat devisa Negara, karena kebutuhan natrium benzoat setiap tahunnya semakin meningkat seiring meningkatnya pertumbuhan industri di Indonesia.

Dari tabel 1.1 diketahui bahwa kenaikan import rata-rata tiap tahunnya sebesar 21,34%, prosentase ini dianggap sama dengan rata-rata kenaikan konsumsi tiap tahunnya.

Persamaan yang digunakan:

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

Dimana :

F = Perkiraan impor tahun 2016

P = Jumlah impor tahun 2011

i = Prosentase kenaikan impor tiap tahun

n = Selisih antara tahun 2016-2011 = 5

maka :

$$X1 = 12955,2 \text{ ton} (1 + 0,2134)^5 = 34077,2 \text{ ton}$$

Jadi perkiraan kapasitas pabrik Natrium Benzoat yang akan didirikan sebesar 30.000 ton per tahun.

Perhitungan Economic Potential (EP) reaksi pembuatan Natrium Benzoat dari Asam Benzoat dan Natrium Karbonat dengan proses Netralisasi adalah sebagai berikut.



No	Material	BM	Harga/Kg	Harga Total
1	Asam Benzoat	304	1100	334400

2	Natrium Karbonat	106	2100	222600
3	Natrium Benzoat	340	16200	11016000

Harga Bahan Baku = 334400 + 222600 = 557000

Harga Produk = 11016000

Economic Potential (EP) = Harga Produk – Harga Bahan Baku
= 11016000 – 7397000
= 10459000

Karena harga produk dikurangi harga bahan baku bernilai positif, maka secara Economic Potential pabrik ini layak didirikan.

1.4. Pemilihan Lokasi

Lokasi pabrik sangat menentukan keberhasilan perancangan suatu pabrik serta kelangsungan dari pabrik itu sendiri. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi pabrik, antara lain:

- Faktor Utama

1. Sumber bahan baku

Pabrik memerlukan bahan baku maupun bahan pembantu untuk keperluan proses produksi sehingga pengadaannya harus dilakukan sebaik mungkin. Pada pabrik ini bahan baku yang dibutuhkan masih perlu di impor dari Cina.

2. Pemasaran

Salah satu alasan pendirian pabrik adalah permintaan pasar yang tinggi terhadap produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, banyak pabrik yang didirikan dekat dengan daerah pemasaran agar produk yang dihasilkan cepat sampai ke tangan konsumen. Kawasan Pasuruan real estate rembang dipilih karena di kawasan ini terdapat lebih dari 30 industri. Hal ini bertujuan menekan biaya angkutan produk dan biaya penjualan seminimal mungkin. Selain dipasarkan di daerah Pasuruan sendiri, produk akan dipasarkan di daerah Surabaya, Gresik maupun Mojokerto selain pasar dalam negeri produk ini kedepannya diharapkan dapat menembus pasar Asia.

3. Utilitas

a. Air

Air digunakan dalam industri untuk kebutuhan proses, air sanitasi dan kebutuhan yang lainnya. Untuk kebutuhan dari pabrik sendiri, rencananya akan menggunakan jasa Perusahaan Daerah Air Bersih (PDAB), dimana PDAB sendiri merupakan satu-satunya penyuplai air bersih untuk semua industri di kawasan ini.

b. Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk pabrik adalah Batubara dari Kalimantan, lokasi Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) yang hanya berjarak 60 km dari pelabuhan Tanjung Perak Surabaya akan semakin memudahkan pengangkutan bahan bakar ke pabrik.

c. Listrik

Listrik dibutuhkan selain untuk penerangan juga untuk menggerakkan mesin-mesin pabrik, Kawasan Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) sendiri menyediakan listrik PLN dengan daya 23 KVA dan 41 KVA.

- Faktor Khusus

1. Transportasi

Transportasi harus diperhatikan agar kelancaran distribusi bahan baku maupun pemasaran produk dapat berjalan efisien dan efektif. Kawasan Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) dipilih karena jarak antara kawasan ini dengan pelabuhan Tanjung Perak Surabaya yang cukup dekat yaitu sekitar 60 km selain itu, kawasan ini juga terhubung dengan jalan tol sehingga akan semakin memudahkan arus barang masuk maupun keluar.

2. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang terlatih dalam jumlah yang cukup merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik, karena kualitas produk akhir dari suatu pabrik sedikit banyak ditentukan oleh kualitas tenaga kerja pada pabrik

tersebut. Pasuruan merupakan lokasi yang cukup dekat dengan Surabaya maupun Malang yang memiliki banyak tenaga kerja dengan kualitas sesuai yang disyaratkan. Selain itu Upah Minimum Regional Kabupaten Pasuruan sebesar Rp. 1720.000 dianggap sebanding dengan keuntungan yang akan didapat dari lokasi pembangunan pabrik tersebut.

3. Pembuangan Limbah

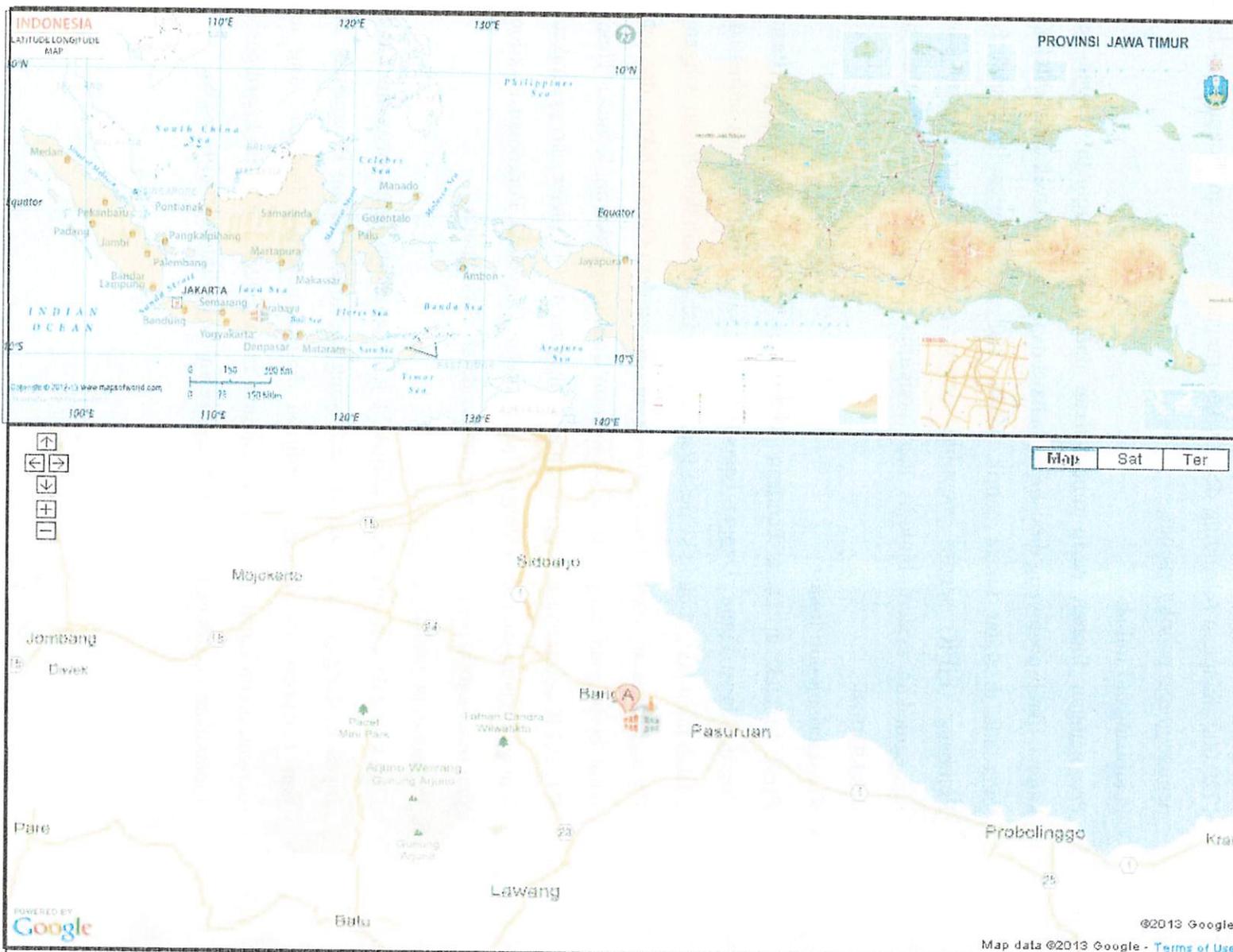
Pembuangan limbah perlu diperhatikan dalam pembangunan sebuah pabrik karena, jika limbah yang dibuang berbahaya dapat membahayakan makhluk hidup yang ada disekitar lokasi pabrik. Dalam hal ini, Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) sendiri memiliki system pengolahan air limbah dimana menggunakan system biologis atau nonkimia sehingga aman makhluk hidup disekitarnya.

4. Karakteristik dari lokasi

PIER terletak di Desa Pandean Kecamatan Rembang Kabupaten Pasuruan Propinsi Jawa Timur. Dengan batas-batas wilayah disebelah utara industri PIER adalah jalan penghubung ke desa Pandean,sebelah selatan berbatasan dengan desa Pejangkungan,disebelah timur berbatasan dengan desa Curah Dukuh, dan sebelah barat berbatasan dengan desa Mojoparon dan desa Pokeron. Kondisi Topografi PT. PIER umumnya berbukit dengan ketinggian 4 – 45 meter dari permukaan air laut sedangkan jarak dari sungai Raci 4 meter. Dari Jarak Perkotaan 14 kilometer dan jarak antara pemukiman penduduk adalah 3 kilometer.

5. Peraturan perundang-undangan

Untuk melakukan investasi terdapat 11 jenis surat ijin yang harus dipenuhi oleh investor, dengan waktu penyelesaian yang bervariasi. Badan Penanaman Modal dan Perijinan, melakukan koordinasi dengan beberapa instansi yang terkait dengan permohonan investor, selanjutnya instansi terkait dan tim koordinasi akan melakukan verifikasi permohonan dan selanjutnya diterbitkan ijin usaha.



BAB II

PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES

2.1. Macam-Macam Proses Industri Natrium Benzoat

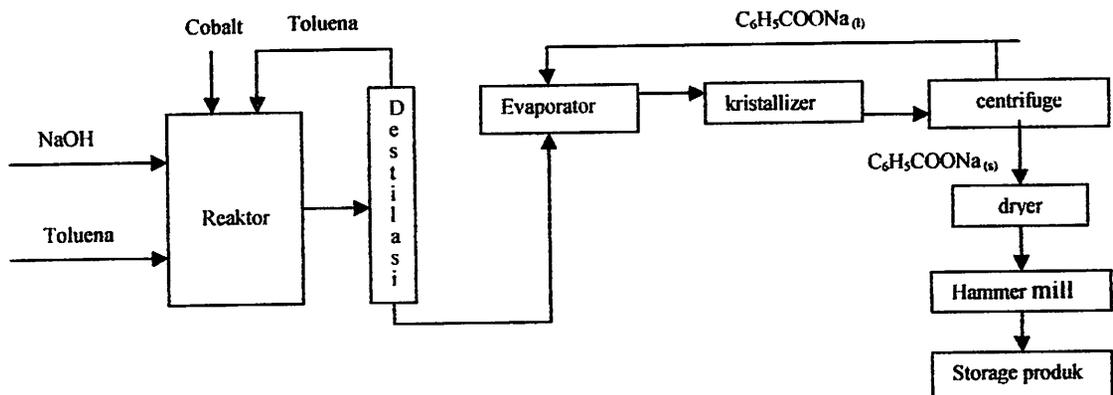
Proses pembuatan natrium benzoat ada dua macam yaitu:

1. Proses oksidasi langsung toluen dalam larutan natrium hidroksida
2. Proses netralisasi asam benzoat dan natrium karbonat

2.1.1. Proses Oksidasi Langsung Toluene dalam Larutan Natrium Hidroksida (Ullmann's, *Ensiklopedia of Industrial Chemisty*)

Pada proses ini toluen dioksidasi langsung dalam larutan natrium hidroksida dengan menggunakan bantuan katalis cobalt pada reaktor berpengaduk dengan temperature 130°C – 165°C dan tekanan 0,9 Mpa reaksi yang terjadi antara 2-3 jam. Hasil dari reaktor menuju ke destilasi dan toluen yang tidak bereaksi dikembalikan ke reaktor.

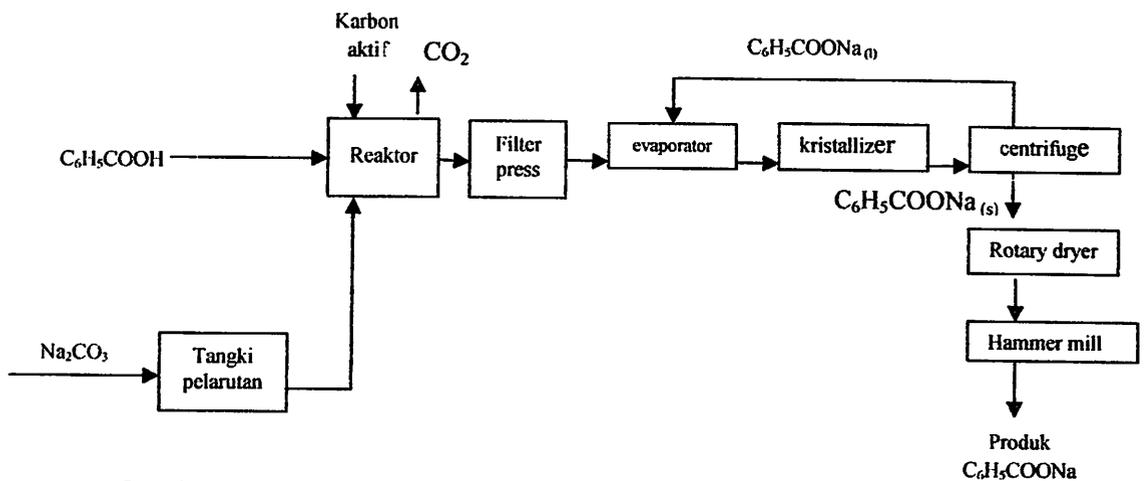
Larutan natrium benzoat dari destilasi dimasukkan ke *evaporator* untuk menguapkan H_2O kemudian dimasukkan ke dalam *kristallizer* untuk membentuk kristal-kristal natrium benzoate. Kristal yang telah terbentuk dikeringkan dalam *dryer* untuk kemudian disimpan dalam storage produk natrium benzoat. Karena sistem yang terjadi sangat kompleks maka natrium benzoat yang dihasilkan sangat bergantung pada tekanan, temperatur, waktu reaksi dan perbandingan udara terhadap toluen dan yield yang diperoleh sangat tidak memuaskan.



Gambar 2.1. Blok diagram natrium benzoat dengan proses oksidasi langsung

2.1.2. Proses Netralisasi Asam Benzoat dengan Natrium Karbonat (Reinhold, *Mode Chemical Process*, Vol 1)

Kedua bahan baku asam benzoat dan natrium karbonat di reaksi pada temperatur 93°C dengan tekanan atmosfer di dalam reaktor. Dalam reaktor ditambahkan karbon aktif untuk pemucatan natrium benzoat yang dihasilkan, slurry natrium benzoat dialirkan ke dalam *filter press* untuk menyaring karbon aktif yang kemudian di buang, larutannya kemudian menuju ke *evaporator* untuk di uapkan H_2O nya. Hasil dari *evaporator* yang lebih pekat dimasukkan ke dalam *kristallizer* untuk membentuk kristal-kristal yang selanjutnya masuk ke centrifuge separator untuk memisahkan antara kristal dengan mother liquornya. Mother liquor dan air pencuci dikembalikan ke *evaporator*. Kristal yang telah terbentuk kemudian dikeringkan dengan *Rotary dryer* menghasilkan sekitar 99% natrium benzoate dan selanjutnya di simpan di *storage* produk natrium benzoat.



Gambar 2.2. Blok diagram natrium benzoat dengan proses netralisasi

2.2. Seleksi Proses

Tabel 2.2. Seleksi proses antara oksidasi langsung dan proses netralisasi

Uraian	Proses	
	Proses oksidasi langsung	Proses netralisasi
Bahan Baku	Toluen dan NaOH	Asam benzoat dan natrium karbonat
Katalis	Cobalt	Karbon aktif
Kondisi operasi		
– Suhu	130°C – 165°C	93°C
– Waktu reaksi	2 – 3 jam	1,5 jam
– Tekanan	0,9 Mpa	1 atm
Aspek ekonomi		
– Investasi	Mahal	Murah

Dari data diatas proses yang lebih menguntungkan adalah proses netralisasi hal ini dikarenakan proses ini memiliki keunggulan yaitu suhu lebih rendah, waktu proses lebih cepat dan biaya investasi yang lebih murah.

2.3. Uraian Proses

Pada proses pembuatan natrium benzoat dengan proses netralisasi mempunyai empat tahap yaitu *tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi, tahap pemurnian, tahap penanganan produk.*

2.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Padatan asam benzoat 99% dari *storage* asam benzoat (F-111) dialirkan ke bin asam benzoat (F-113) dengan menggunakan *flexible screw conveyor* (J-112). Dengan *flexible screw conveyor* (J-115) padatan natrium karbonat 99,2% dari *storage* natrium karbonat (F-114) dibawa kedalam tangki pelarutan natrium karbonat (M-116) yang beroperasi pada temperatur 93°C untuk dilarutkan.

2.3.2. Tahap Reaksi

larutan natrium karbonat dari tangki pelarutan natrium karbonat (M-116) dipompa (L-117) ke dalam reaktor. Asam benzoat dari bin asam benzoat dimasukkan kedalam reaktor (R-110) yang berisi larutan natrium karbonat panas kemudian ditambahkan karbon

aktif dari bin karbon aktif (F-118) untuk pemucatan natrium benzoat. karbon aktif yang digunakan 0,2 % dari larutan yang akan dipucatkan. Reaktor beroperasi secara *batch* pada suhu 93°C dengan tekanan atmosfer selama 1,5 jam sehingga menghasilkan natrium benzoat, air dan gas karbondioksida. Gas karbondioksida kemudian ditampung dalam storage CO₂ (F-119).

Reaksi yang terjadi:



Reaksi berlangsung secara endotermis pada temperatur 93°C sehingga untuk mempertahankan keadaan indotermal reaktor dilengkapi dengan jacket pemanas.

2.3.3. Tahap Pemurnian

Slurry natrium benzoat yang dihasilkan dari reaktor dialirkan menuju *filter press* (H-121) untuk memisahkan karbon aktif dari larutan natrium benzoat dengan penambahan air pencuci. Larutan natrium benzoat keluar dari *filter press* menuju ke tangki penampung (F-122) untuk kemudian dipompa (L-123) menuju ke dalam *single effect evaporator* (V-120) yang dilengkapi dengan barometrik kondensor (B-124) untuk menguapkan airnya dan pada saat itu juga larutan natrium benzoat dari tangki penampung (F-128) *directly* ke dalam tangki penampung (F-122) dengan menggunakan pompa (L-129) untuk dipompakan sampai mendekati kondisi jenuh.. Larutan natrium benzoat yang lebih pekat dipompa (L-125) ke dalam *Cooler* (E-126) untuk menurunkan suhunya kemudian ke *kristallizer* (X-127) untuk mengkristalkan natrium benzoat pada temperatur 35°C. Padatan kristal yang telah terbentuk masuk ke dalam *centrifuge separator* (H-128) untuk memisahkan *mother liquor* yang kemudian ditampung dalam tangki penampungan (F-129). Padatan kristal yang telah terbentuk dimasukkan ke dalam *rotary dryer* (B-130) untuk dikeringkan.

2.3.4. Tahap Panganan Produk

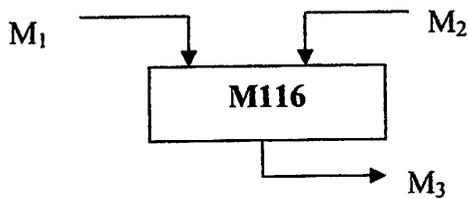
Natrium benzoat dengan konsentrasi 99 % diangkut dengan *screw conveyor* (J-137) ke tangki penampungan produk (F-138) kemudian dikemas dengan kemasan karung 25 kg dan dibawa ke *storage* natrium benzoat (F-139).

BAB III NERACA MASSA

Kapasitas Produksi : 30000 ton/tahun
Basis Perhitungan : 330 hari/tahun
: 30000 ton/tahun / 330 hari/tahun
: 90,9091 ton/hari / 1000 kg/ton
: 90909,0909 kg/hari \times 24 jam/hari
: 3787,8788 kg/jam
Basis : 3212,2728 kg/jam

$2C_6H_5COOH_{(s)} + Na_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2C_6H_5COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$ konversi di asumsi = 98%

1. Tangki Pelarutan Natrium Karbonat (M-116)



Neraca massa total :

$$M_3 = M_1 + M_2$$

Dimana :

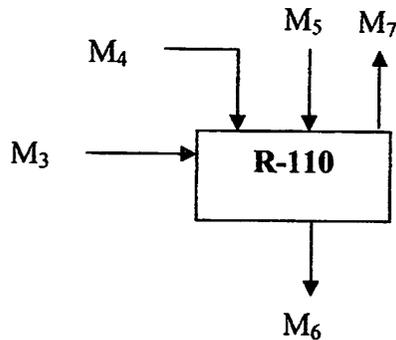
M_1 : Massa dari storage Na_2CO_3

M_2 : Massa dari air proses

M_3 : Massa menuju ke reaktor

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
M ₁		M ₃	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
Na ₂ CO ₃ 99,2%	1322,6525	Na ₂ CO ₃ 48%	4229,5812
H ₂ O 0,8%	10,5812		
Jumlah	1333,2338		
M ₂			
H ₂ O dari utilitas	2896,3475		
Total	4229,5812	Total	4229,5812

2. Reaktor (R-110)



$$M_3 + M_4 + M_5 = M_6 + M_7$$

Dimana:

M₃ : Massa dari tangki pelarutan

M₄ : Massa dari bin asam benzoate

M₅ : Massa dari bin karbon aktif

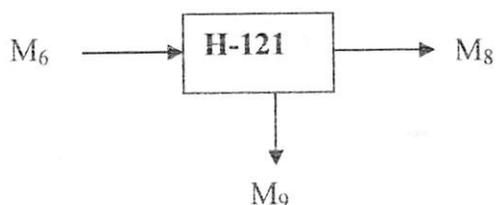
M₆ : Massa ke filter press

M₇ : Massa CO₂ ke atmosfer

Aliran Masuk		Aliran keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
M ₄		M ₆	
C ₆ H ₅ COOH	3044,5964	C ₆ H ₅ COONa	3521,7496
H ₂ O	46782,880	H ₂ O	49909,9180

M₃		C ₆ H ₅ COOH	60,8919
Na ₂ CO ₃	1322,6525	Na ₂ CO ₃	26,4531
H ₂ O	2906,9287	karbon aktif	7,0435
M₅		Jumlah	53526,0561
karbon aktif	7,0435	M₇	
		CO ₂ (ke atmosfer)	538,0451
Total	54064,1012	Total	54064,1012

3. Filter Press (H-121)



$$M_6 = M_8 + M_9$$

Dimana:

M₆: Massa dari reactor

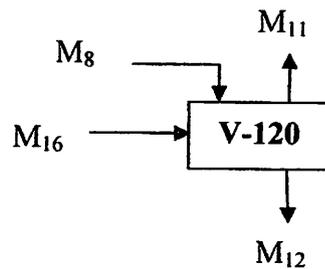
M₈: Massa ke evaporator

M₉: Massa cake

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
M ₆		M ₈	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
C ₆ H ₅ COONa	3521,7496	C ₆ H ₅ COONa	3521,6791
karbon aktif	7,0435	H ₂ O	49906,3963
H ₂ O	49909,9180	C ₆ H ₅ COOH	60,8215
C ₆ H ₅ COOH sisa	60,8919	Na ₂ CO ₃	26,3826
Na ₂ CO ₃ sisa	26,4531	Jumlah	53515,2795
Jumlah	53526,0561	M₉	
		C ₆ H ₅ COONa	0,0704
		H ₂ O	3,5217

		C ₆ H ₅ COOH	0,0704
		Na ₂ CO ₃	0,0704
		Karbon aktif	7,0435
		Jumlah	3,7331
Total	53526,0561	Total	53526,0561

4. Evaporator (V-120)



$$M_8 + M_{16} = M_{11} + M_{12}$$

Dimana:

M_8 : Massa dari filter press

M_{11} : Massa air ke udara

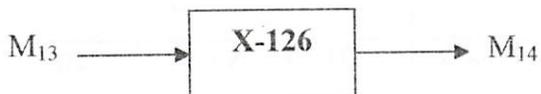
M_{12} : Massa ke kristalizer

M_{16} : Massa dari centrifugal separator

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
M_8		M_{12}	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
C ₆ H ₅ COONa	3521,6791	C ₆ H ₅ COONa	3812,1776
H ₂ O	49906,3963	H ₂ O	640,8374
C ₆ H ₅ COOH	60,8215	C ₆ H ₅ COOH	217,7523
Na ₂ CO ₃	26,3826	Na ₂ CO ₃	94,4547
Jumlah	53515,2795	Jumlah	4765,2220
M_{16}		M_{11}	
C ₆ H ₅ COONa (l)	290,4985	H ₂ O(v)	49727,4007
C ₆ H ₅ COOH	156,9308		

Na ₂ CO ₃	68,0721		
H ₂ O	461,8418		
Jumlah	977,3432		
Total	54492,6227	Total	54492,6227

5. Kristalizer (X-127)



$$M_{13} = M_{14}$$

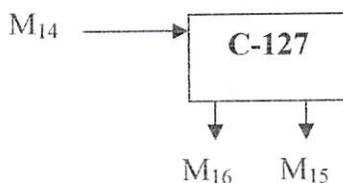
Dimana:

M_{13} : Massa dari evaporator

M_{14} : Massa ke centrifugal separator

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
M_{13}		M_{14}	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
C ₆ H ₅ COONa	3812,1776	C ₆ H ₅ COONa (s)	3409,0909
H ₂ O	640,8374	C ₆ H ₅ COONa (l)	403,0867
C ₆ H ₅ COOH	217,7523	H ₂ O	640,8374
Na ₂ CO ₃	94,4547	C ₆ H ₅ COOH	217,7523
Total	4765,2220	Na ₂ CO ₃	94,4547
		Total	4765,2220

6. Centrifugal Separator (C-131)



$$M_{14} = M_{16} + M_{15}$$

Dimana:

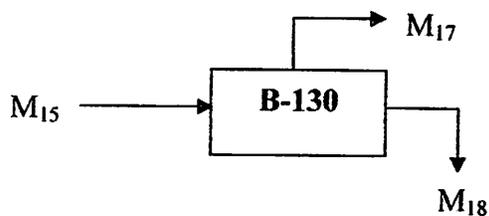
M_{14} : Massa dari kristalizer

M_{15} : Massa ke rotary drier

M_{16} : Massa recycle ke evaporator

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
M_{14}		M_{15}	
C_6H_5COONa (s)	3409,0909	C_6H_5COONa (s)	3409,0909
C_6H_5COONa (l)	403,0867	C_6H_5COONa (l)	112,5882
H_2O	640,8374	H_2O	178,9955
C_6H_5COOH	217,7523	C_6H_5COOH	60,8215
Na_2CO_3	94,4547	Na_2CO_3	26,3826
Total	4765,2220	Jumlah	3787,8788
		M_{16}	
		C_6H_5COONa (l)	290,4985
		C_6H_5COOH	156,9308
		Na_2CO_3	68,0721
		H_2O	461,8418
		Jumlah	977,3432
		Total	4765,2220

7. Rotary Dryer (B-130)



$$M_{15} = M_{17} + M_{18}$$

Dimana :

M_{15} : Massa dari centrifugal separator

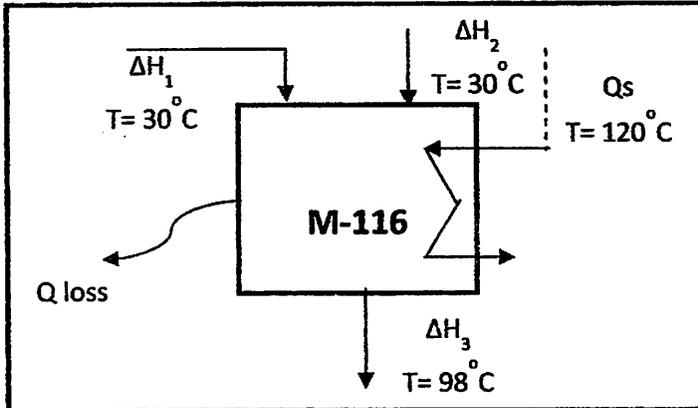
M_{17} : Massa ke cyclone

M_{18} : Massa ke bin produk

Aliran masuk		Aliran Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
M_{15}		M_{18}	
C ₆ H ₅ COONa (s)	3560,8728	C ₆ H ₅ COONa	3641,6890
C ₆ H ₅ COONa (l)	117,6009	H ₂ O	18,6965
H ₂ O	186,9649	C ₆ H ₅ COOH	62,8942
C ₆ H ₅ COOH	63,5294	Na ₂ CO ₃	27,2817
Na ₂ CO ₃	27,5572	Jumlah	3750,5614
Total	3956,5254	M_{17}	
		C ₆ H ₅ COONa	36,7847
		H ₂ O(v)	168,2684
		C ₆ H ₅ COOH	0,6353
		Na ₂ CO ₃	0,2756
		Jumlah	205,9640
		Total	31335,6711

BAB IV NERACA PANAS

1. Tangki pelarutan natrium karbonat (M-116)

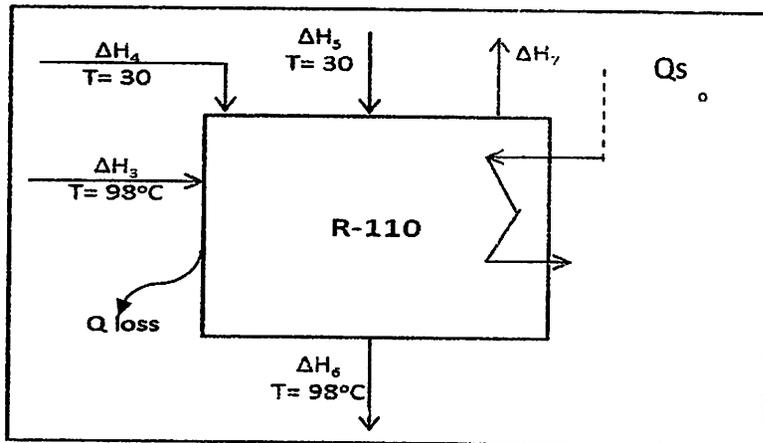


Keterangan :

- ΔH_1 = panas dari Natrium Karbonat
- ΔH_2 = panas dari air proses
- ΔH_3 = panas yang keluar dari tangki pelarutan
- Q_s = panas steam
- Q_{loss} = panas yang hilang

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
komponen	Energi/kkal	komponen	Energi/kkal
ΔH_1	6009,7329	ΔH_3	168913,5580
ΔH_2	7427,1599	Q_{loss}	675,5232
ΔH_s	73,5709		
Q_c	156078,6175		
Total	169589,0812	Total	169589,0812

2. Reaktor (R-110)

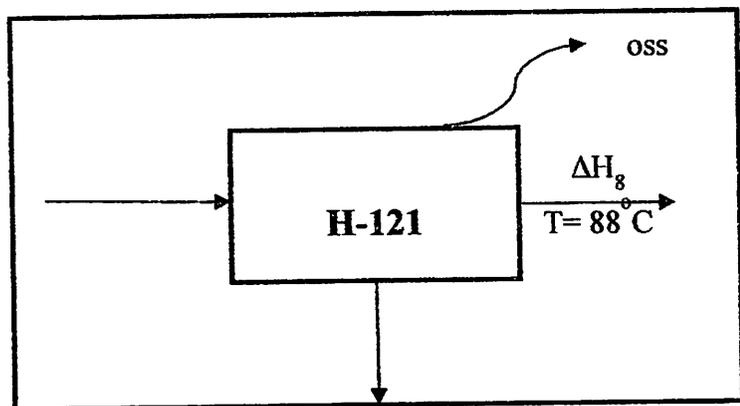


Keterangan :

- ΔH_4 = panas dari bahan baku asam benzoat
 ΔH_5 = panas dari karbon aktif
 ΔH_3 = panas larutan natrium karbonat dari tangki pelarutan
 ΔH_6 = panas bahan yang keluar dari reactor
 ΔH_7 = panas CO_2 yang keluar
 Q_s = panas steam
 Q_{loss} = panas yang hilang

Masuk		Keluar	
komponen	Energi /kcal	komponen	Energi /kcal
ΔH_3	168913,5580	ΔH_6	188881,8370
ΔH_4	3321,6817	ΔH_7	521238,8850
ΔH_5	6,1800	Q_{loss}	8612,0710
Q_s	682813,1172	ΔH_R	136321,7438
total	855054,5368	total	855054,5368

3. Filter press (H-121)



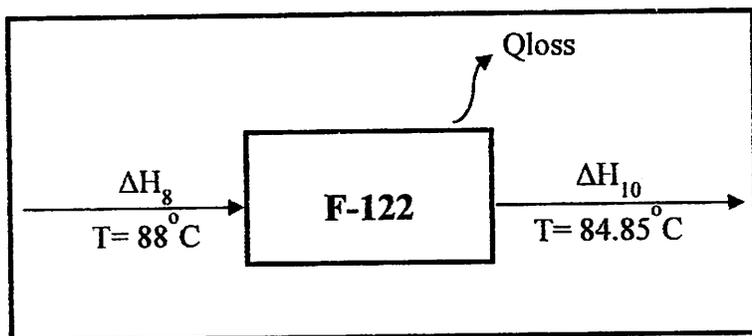
Keterangan:

ΔH_8 = panas bahan yang keluar dari filter press

Q_{loss} = panas yang hilang

Masuk		keluar	
komponen	kcal/energi	komponen	kcal/energi
ΔH_6	188881,8370	ΔH_8	174677,4741
		ΔH_9	315,9925
		Q_{loss}	13888,3704
Total	188881,8370	Total	188881,8370

4. Tangki penampung sementara natrium benzoat (F-122)



Keterangan :

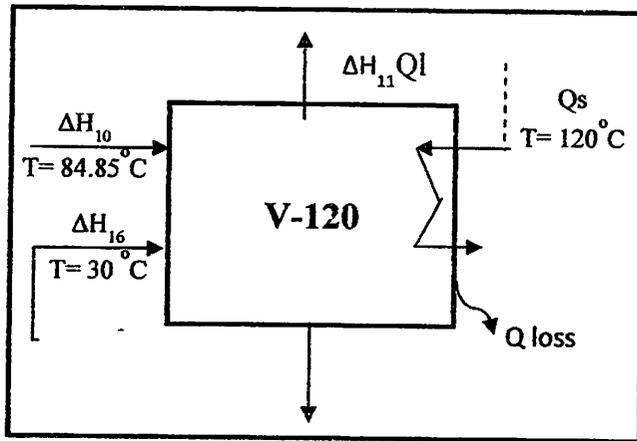
ΔH_8 = panas bahan yang masuk

ΔH_{10} = panas bahan yang keluar dari tangki penampung

Q_{loss} = panas yang hilang

Panas masuk		Panas Keluar	
komponen	kkal/energi	komponen	kkal/energi
ΔH_8	174677,4741	ΔH_{10}	165943,6004
		Q_{loss}	8733,8737
Total	174677,4741	Total	174677,4741

5. Evaporator (V-120)



Keterangan :

ΔH_{10} = panas bahan dari tangki penampung

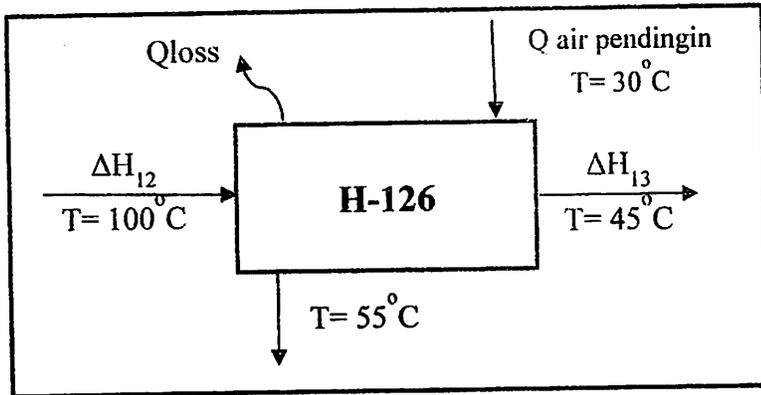
ΔH_{16} = panas bahan recycle dari centrifugal separator

Q_s = panas steam

Q_{loss} = panas yang hilang

Panas masuk		Panas Keluar	
Komponen	Energi/kkal	Komponen	Energi/kkal
ΔH_{10}	165943,6004	ΔH_{11}	1002816,8075
ΔH_{16}	1211,4240	ΔH_{12}	140227,6114
Q_s	1027251,9942	Q_{loss}	51362,59971
Total	1194407,0186	Total	1194407,0186

6. Cooler (E-126)



Keterangan :

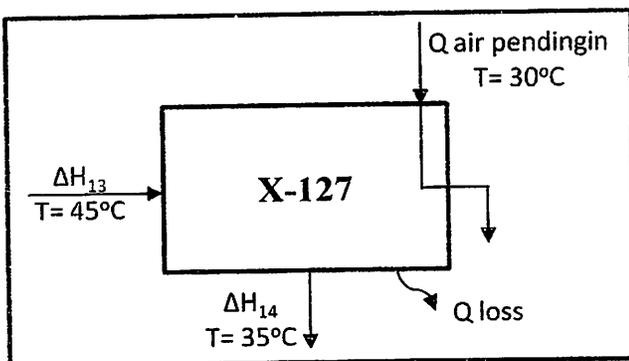
ΔH_{12} = panas bahan yang keluar dari evaporator

ΔH_{13} = panas bahan yang keluar dari cooler

Q_{loss} = panas yang hilang

Panas masuk		Panas Keluar	
Komponen	Energi/kkal	Komponen	Energi/kkal
ΔH_{12}	140227,6114	ΔH_{13}	37394,0297
		Q air pendingin	95822,2012
		Qloss	7011,380572
Total	140227,6114	Total	140227,6114

7. Crisitalizer (X-127)



Keterangan :

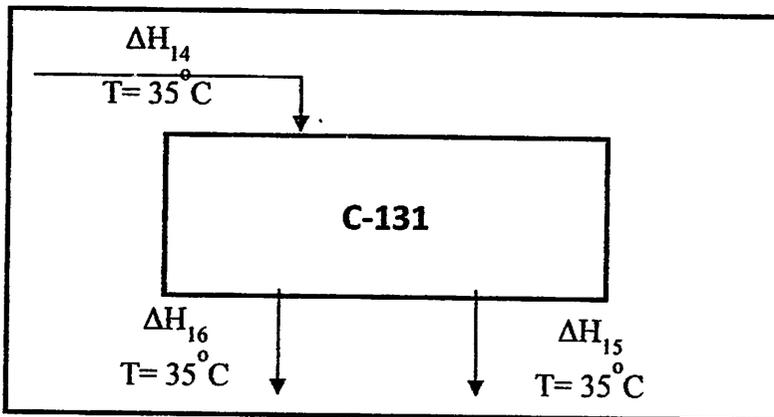
ΔH_{13} = panas bahan masuk dari cooler

ΔH_{14} = panas bahan keluar dari cristalizer

Q_{loss} = panas yang hilang

Panas masuk		Panas Keluar	
Komponen	Energi/kkal	Komponen	Energi/kkal
ΔH_{13}	37394,0297	ΔH_{14}	18697,0149
		Q air pendingin	16827,3134
		Q _{loss}	1869,701486
Total	37394,0297	Total	37394,0297

8. Centrifugal separator (C-131)



Keterangan :

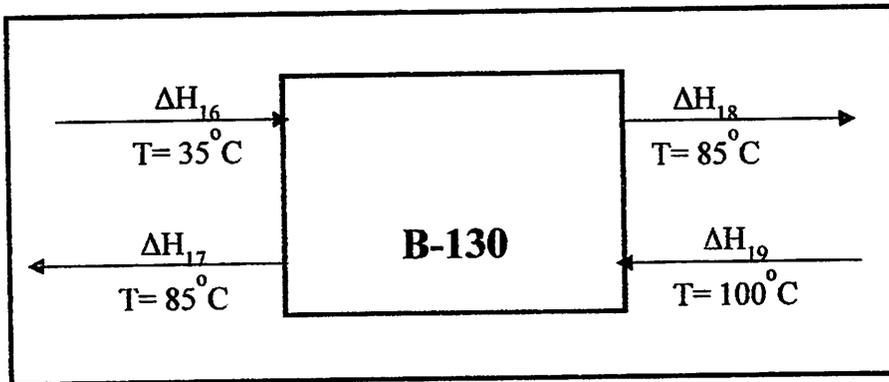
ΔH_{14} = panas bahan masuk dari cristalizer

ΔH_{15} = panas bahan keluar dari centrifugal separator

ΔH_{16} = panas recycle keluar dari centrifugal separator

Panas masuk		Panas Keluar	
komponen	kkal/energi	komponen	kkal/energi
ΔH_{14}	18697,0149	ΔH_{15}	12047,8554
		ΔH_{16}	6649,1550
Total	18697,0149	Total	18697,0105

9. Rotary dryer (B-130)



Keterangan :

ΔH_{15} = panas bahan dari centrifugal separator

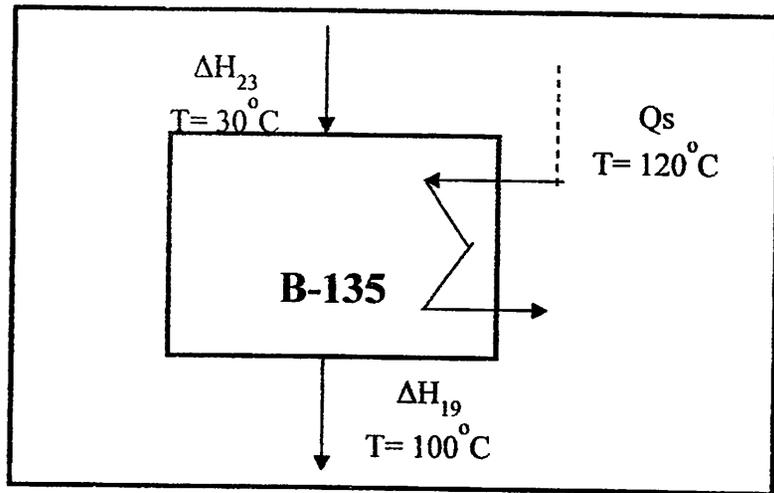
ΔH_{17} = panas dari karbon aktif

ΔH_{18} = panas bahan keluar dari rotary drier

ΔH_{19} = panas udara yang masuk ke rotary drier

Panas masuk		Panas Keluar	
komponen	kkal/energi	komponen	kkal/energi
ΔH_{15}	12047,8554	ΔH_{18}	61399,6020
ΔH_{19}	66449,1507	ΔH_{17}	10704,9666
		Qloss	6392,4376
Total	78497,006	Total	78497,006

10. Heater udara (E-135)



Keterangan :

ΔH_{23} = panas udara awal yang masuk ke heater

ΔH_{19} = panas udara yang keluar dari heater

Q_s = panas steam

Panas masuk		Panas Keluar	
komponen	kcal/energi	komponen	kcal/energi
ΔH_{23}	4429,9434	ΔH_{19}	66449,1507
Q_s	62240,7045	Q_{loss}	221,4972
Total	66670,6478	Total	66670,6478

BAB V

SPEKIFIKASI PERALATAN

1. GUDANG ASAM BENZOAT (F-111)

- Kapasitas : 1752,15 m³
- Ukuran : Panjang = 27 m
Lebar = 18 m
Tinggi = 5 m
- Jumlah : 1 buah

2. SCREW CONVEYOR (J-112)

- Model : Spiroflow
- Kapasitas : 5000 kg/jam
- Jarak minimum : 5,5 m
- Diameter dalam tube : 80 mm
- Diameter luar tube : 90 mm
- Bahan : Carbon steel
- Jumlah : 1 buah

3. BIN ASAM BENZOAT (F-113)

- Type : Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk conis dengan sudut puncak 60° dan tutup atas berbentuk flat (datar)
- Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 299 grade C
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 56,72 ft³
- Dimensi : Diameter Dalam (di) = 47,75 in
Tebal Tutup Bawah (thb) = 3/16 in
Tebal Silinder (ts) = 3/16 in
Tinggi Bin = 95,9565 in
Jumlah = 1 buah

4. GUDANG Na_2CO_3 (F-114)

- Kapasitas : 964,103 m³
- Ukuran : Panjang = 19,5 m
Lebar = 13 m
Tinggi = 5 m
- Jumlah : 1 buah

5. SCREW CONVEYOR (J-115)

- Model : Spiroflow
- Kapasitas maksimum : 5000 kg/jam
- Jarak minimum : 5,5 m
- Diameter dalam tube : 80 mm
- Diameter luar tube : 90 mm
- Bahan : Carbon steel
- Jumlah : 1 buah

6. TANGKI PELARUTAN Na_2CO_3 (M-116)

- Bahan : HAS SA-240 grade M type 316
- Diameter luar silinder : 66 in
- Diameter dalam silinder: 65,6250 in
- Tinggi silinder : 118,3369 in
- Tinggi tutup atas : 13,300 in
- Tinggi tutup bawah : 20,9443 in
- Tebal silinder : 3/16 in
- Tebal tutup atas : 3/16 in
- Tebal tutup bawah : 3/16 in

7. POMPA I (L-117)

- Tipe : Centrifugal pump
- Tipe : Centrifugal Pump
- Merk : AMT Pump 368A-98 straight centrifugal pump
- Spesifikasi:
 - Max Flow rate : 90 gpm

- Tinggi tutup atas : 16,348 in
- Tinggi tutup bawah : 26,1405 in
- Tebal silinder : 3/16 in
- Tebal tutup atas : 3/16 in
- Tebal tutup bawah : 3/16 in

13. POMPA II (L-123)

- Tipe : Centrifugal pump
- Merk : AMT Pump 368A-98 straight centrifugal pump
- Max Flow rate : 90 gpm
- Max Head : 65 ft
- Hp range : 1/3 hp
- Bahan : stainless steel
- Max Temperatur fluida : 200°F

14. POMPA III (L-125)

- Tipe : Centrifugal pump
- Merk : Sanitary 3 A centrifugal pump
- Max Flow rate : 62 gpm
- Max Head : 22 ft
- Hp : 0,5 hp
- Bahan : stainless steel
- Max Temperatur fluida : 100°C

15. KRISTALIZER (X-127)

- Kapasitas : 150,1 ft³
 - Diameter : 4,175 ft
 - Panjang : 13,78 ft
 - Luas cooling area : 236,6 ft²

16. TANGKI PENAMPUNG (F-128)

- Bahan : HAS SA-240 grade M type 316
- Diameter luar silinder : 48 in
- Diameter dalam silinder : 47,6250 in

- Tinggi silinder : 48,7312 in
- Tinggi tutup atas : 10,252 in
- Tinggi tutup bawah : 15,7482 in
- Tebal silinder : 3/16 in
- Tebal tutup atas : 3/16 in
- Tebal tutup bawah : 3/16 in
- Jumlah : 1 buah

17. Pompa IV (L-129)

- Tipe : Centrifugal Pump
- Merk : AMT Pump 368A-98 straight centrifugal pump
- Spesifikasi:
 - Max Flow rate : 90 gpm
 - Max Head : 65 ft
 - Hp range : 1/3 hp
 - Max Temperatur fluida : 200°F

18. ROTARY DRIER(B-130)

- Tipe : rotary drum drier
- Kapasitas : 3,3 -4,9 ton/jam
- Power : 5,5 kW
- Model : Y160L-6-B₃
- Panjang : 12 m

19. CENTRIFUGAL SEPARATOR (C-131)

- Model : LX-2000
- Diameter : 2000 mm
- Drum Speed : 105-405 rpm
- Kapasitas : 6-7.5 m³/jam
- Power : 3 Kw

20. FILTER UDARA (H-133)

- Model : Air flow F 90
- Kapasitas maksimum : 2800 ft³/menit

- Lebar : 21 in
- Panjang : 66 in

21. BLOWER(G-134)

- Tipe : centrifugal blower
- Model : SIMO4-14
- Rate volumetric udara : 565 – 11949 m³/jam

22. HAMMER MILL (C-136)

- Tipe : TGM trapezium mill
- Model : TGM 100
- Kapasitas : 3 – 8 ton/jam
- Ukuran produk : 1,6 mm – 0,045 mm
- Roller diameter x height : 320 x 200 mm
- Brand name : MAYASTAR

23. SCREW CONVEYOR (J-137)

- Tipe : Flexible Screw Conveyor with bulk bag discharger
- Model : Spiroflow
- Kapasitas : 5000 kg/jam
- Jarak minimum : 5,5 m
- Diameter dalam tube : 80 mm
- Diameter luar tube : 90 mm
- Jumlah : 1 buah

24. BIN PRODUK (F-138)

- Type : Tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk conis dengan sudut puncak 60° dan bagian atas flat (datar)
- Produk Konstruksi : High alloy steel 240 grade C type 316
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 22,339 ft³
- Dimensi : Diameter Dalam (di) = 33,75 in
Tebal Tutup Bawah (thb) = 3/16 in
Tebal Silinder (ts) = 3/16 in

Tinggi Bin = 73,4 in
Jumlah = 1 buah

25. GUDANG PRODUK (F-139)

- Kapasitas : 1821,83 m³
- Ukuran : Panjang = 27 m
Lebar = 18 m
Tinggi = 5 m
- Jumlah : 1 buah

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama : Reaktor
 Kode Alat : R-110
 Fungsi : Sebagai tempat untuk mereaksikan CH_3COOH dan Na_2CO_3 .
 Jumlah : 1 buah
 Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dished head dan tutup bawah berbentuk conis dan dilengkapi dengan jaket pemanas dan pengaduk.

Kondisi Operasi : $T = 93^\circ\text{C}$
 $P = 1 \text{ atm}$
 Fase = Solid – Liquid
 Waktu Operasi = 1,5 jam = 5400 detik

Direncanakan:

- Tutup atas berbentuk standard dished dan tutup bawah berbentuk conical.
- Bahan konstruksi : High alloy steel SA 240 Grade M
- Jenis Pengelasan : Double welded butt joint.
- Faktor korosi : 2/16

Komposisi bahan masuk:

Komponen	m (lb/jam)	ρ (lb/ft ³)	m(lb/jam)/ ρ (lb/ft ³)
CH_3COOH	7011,0320	31,2140	224,6119
Na_2CO_3	3045,7762	68,0465	44,7602
H_2O	3370,0033	62,1583	54,2165
Karbon Aktif	16,2196	130	0,1248
Jumlah	13443,0310		323,7134

$$\text{Densitas campuran} = \frac{\sum m}{m/\rho}$$

$$= \frac{13443,0310}{323,7134}$$

$$= 28,6139 \text{ lb/ft}^3$$

1. Perhitungan Dimensi Reaktor

Waktu tinggal = 1,5 jam

Jumlah alat = 1 buah

$$\text{Volume liquid} = \frac{13443,0310}{28,6139} \times 1,5 = 704,7123 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume tangki} = \frac{704,7123}{0,8} = 880,8904 \text{ ft}^3$$

➤ Menentukan diameter tangki

$V_t = \text{volume conis} + \text{volume shell} + \text{volume atas}$

$$V_t = \left(\frac{\pi}{24} \cdot \frac{d_i^3}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha} \right) + \left(\frac{\pi}{4} d_i^2 \cdot L_s \right) + (0,0847 \cdot d_i^3)$$

$$V_t = \left(\frac{\pi}{24} \cdot \frac{d_i^3}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha} \right) + \left(\frac{\pi}{4} d_i^2 \cdot 1,5 d_i \right) + (0,0847 \cdot d_i^3)$$

$$880,8904 \text{ ft}^3 = 0,0756 d_i^3 + 1,1775 d_i^3 + 0,0847 d_i^3$$

$$d_i^3 = 657,9324 \text{ ft}^3$$

$$d_i = 8,6975 \text{ ft} = 104,3698 \text{ in}$$

➤ Menentukan tinggi liquida di dalam tangki (H_{liquida})

$$V_{\text{liquida}} = V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{liquida didalam silinder}}$$

$$V_{\text{liquida}} = \left(\frac{\pi}{24} \cdot \frac{d_i^3}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha} \right) + \left(\frac{\pi}{4} d_i^2 \cdot L_{ls} \right)$$

$$704,7123 \text{ ft}^3 = \left(\frac{\pi}{24} \cdot \frac{(8,6975)^3}{\text{tg } \frac{1}{2}120} \right) + \left(\frac{\pi}{4} (8,6975)^2 \cdot L_{ls} \right)$$

$$704,7123 \text{ ft}^3 = 49,7432 \text{ ft}^3 + 89,1545 \text{ ft}^2 \cdot L_{ls}$$

$$L_{ls} = 7,3464 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi larutan di dalam tutup bawah (hb)} = \frac{0,5 \cdot d_i}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha}$$

$$= \frac{0,5 \cdot 14,7840}{\text{tg } \frac{1}{2}120}$$

$$= 2,5107 \text{ ft}$$

$$H_{\text{liquida}} = L_{\text{ls}} + h_b$$

$$= 7,3464 + 2,5107 = 9,8572 \text{ ft}$$

➤ **Menentukan tekanan design**

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{\rho_{\text{campuran}} \times (H_{\text{liquida}} - 1)}{144}$$

$$= \frac{28,6139 \times (9,8572 - 1)}{144}$$

$$= 1,7600 \text{ psia}$$

$$P_{\text{operasi}} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$$

$$P_{\text{design}} (P_i) = P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{operasi}}$$

$$= (1,7600 + 14,7) - 14,7 = 1,7600 \text{ psig}$$

➤ **Menentukan tebal silinder (ts)**

Dipilih material :

- High Alloy Steel SA-240 grade M type 316
- $f_{\text{allowed}} = 18342$
- Pengelasan *double welded* ($E = 0,8$) dan *faktor korosi* ($C = 2/16$)

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

$$ts = \frac{1,7600 \times 104,3698}{2 \times (18342 \times 0,8 - 0,6 \times 1,7600)} + \frac{2}{16}$$

$$ts = \frac{2,1}{16} \text{ in} = 3/16 \text{ in}$$

Standardisasi

$$d_o = d_i + 2 \text{ ts}$$

$$= 104,3698 + 2 (3/16)$$

$$= 104,7448 \text{ in}$$

Dari *Brownell & Young tabel 5.7* diperoleh :

$$ts = 3/16 \text{ in}; \quad d_o = 108 \text{ in};$$

$$d_i = d_o - 2 \text{ ts} = 108 - 2 (3/16)$$

$$= 107,6250 \text{ in} = 8,9688 \text{ ft}$$

Cek hubungan Ls dengan di :

$$\text{Volume reaktor} = 0,0756 d^3 + \pi/4 (di)^2 Ls + 0,0847d^3$$

$$880,8904 \text{ ft}^3 = 0,0756 d^3 + \pi/4 (di)^2 Ls + 0,0847d^3$$

$$880,8904 \text{ ft}^3 = 0,0756 (8,9688)^3 + \pi/4 (8,9688)^2 Ls + 0,0847(8,9688)^3$$

$$Ls = 12,1079 \text{ ft} = 145,2951 \text{ in}$$

$$\frac{Ls}{di} = \frac{12,1079}{8,9688} = 1,35001 \leq 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

➤ **Menentukan tebal tutup**

Tutup atas berbentuk standard dishead ($r = di$)

$$tha = \frac{0,885 \cdot \pi \cdot r}{(f \cdot E - 0,1 \cdot \pi)} + C$$

$$tha = \frac{0,885 \times 1,7500 \times 107,6250}{(18342 \times 0,8 - 0,1 \times 1,7500)} + \left(\frac{2}{16}\right)$$

$$tha = 2,1828/16 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

Tutup bawah berbentuk konikal :

$$thb = \frac{\pi \cdot di}{2 \cdot (f \cdot E - 0,6 \cdot \pi) \cdot \cos \frac{1}{2}\alpha} + C$$

$$thb = \frac{1,7500 \times 107,6250}{2 \times (18342 \times 0,8 - 0,6 \times 1,7500) \times \cos \frac{1}{2}120} + \left(\frac{2}{16}\right)$$

$$thb = 2,2066/16 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

➤ **Menentukan tinggi tutup dan tinggi bejana**

Tutup atas berbentuk standard dishead

$$r = di = 107,6250 \text{ in}$$

$$icr = 0,06 di$$

$$= 0,06 \times 107,6250 = 6,4575 \text{ in}$$

$$AB = (di/2) - icr = \left(\frac{107,6250}{2}\right) - 6,4575 = 47,3550 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 107,6250 - 6,4575 = 101,1675 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(101,1675)^2 - (47,3550)^2} = 89,40 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 107,6250 - 89,40 = 18,2250 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 5-6, hal. 88 untuk $t_s = 3/16$ diperoleh harga $sf = 2$ in

$$h_a = t_h + b + sf = (3/16) + 18,2250 + 2 = 20,412 \text{ in}$$

Tutup bawah berbentuk konikal

$$L_{hb} = \frac{\frac{1}{2} \cdot d_i}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha} = \frac{\frac{1}{2} \times 107,6250}{\text{tg } \frac{1}{2}120} = 31,0687 \text{ in}$$

$$h_b = L_{hb} + sf = 31,0687 + 2 = 33,0687 \text{ in}$$

Maka tinggi reaktor adalah:

$$H = \text{tinggi tutup bawah} + \text{tinggi silinder} + \text{tinggi tutup atas}$$

$$= h_b + L_s + h_a$$

$$= 33,0687 + 145,2951 + 20,412$$

$$= 198,78 \text{ in} = 16,5647 \text{ ft}$$

➤ Dimensi Silinder:

- Bahan : HAS SA-240 grade M type 316
- Diameter luar silinder : 108 in
- Diameter dalam silinder : 107,6250 in
- Tinggi silinder : 145,2951 in
- Tinggi tutup atas : 20,412 in
- Tinggi tutup bawah : 33,0687 in
- Tebal silinder : 3/16 in
- Tebal tutup atas : 3/16 in
- Tebal tutup bawah : 3/16 in

2. Perhitungan Pengaduk

- Digunakan pengaduk jenis aksial turbin dengan 6 blade pada 45° angle
- Bahan konstruksi impeller dari High Alloy Steel SA-240 grade M type 316
- Bahan konstruksi poros pengaduk adalah Hot Rolled SAE 1020

Data-data dari jenis pengaduk (*Geankoplis, table 3.4-1 hal 144*) sesuai dengan perencanaan :

$$D_a/D_t = 0,3-0,5 \text{ (dipilih } 0,5)$$

$$C/D_t = 1/3$$

$$L/D_a = 1/4$$

$$W/Da = 1/5$$

Dimana : D_t = diameter dalam dari silinder

D_a = diameter blade agitator

W = lebar blade (daun) agitator

L = panjang agitator

C = tinggi agitator dari dasar tangki

➤ **Menentukan diameter blade agitator**

$$D_a/D_t = 0,5$$

$$D_a = 0,5 \times 8,9688$$

$$= 4,4844 \text{ ft}$$

$$= 53,81 \text{ in}$$

➤ **Menentukan tinggi agitator dari dasar tangki**

$$C/D_t = 1/3$$

$$C = 1/3 \times 8,9688$$

$$= 2,9896 \text{ ft}$$

$$= 35,8750 \text{ in}$$

➤ **Menentukan lebar blade agitator**

$$W/D_a = 1/5$$

$$W = 1/5 \times 4,4844$$

$$= 0,8969 \text{ ft}$$

$$= 10,7628 \text{ in}$$

➤ **Menentukan panjang blade agitator**

$$L/D_a = 1/4$$

$$L = 1/4 \times 4,4844$$

$$= 1,1211 \text{ ft}$$

$$= 13,4532 \text{ in}$$

➤ **Menentukan lebar baffle**

$$J/D_t = 1/12$$

$$J = (1/12) \times 8,9688$$

$$= 0,7474 \text{ ft}$$

$$= 8,9688 \text{ in}$$

➤ **Menghitung daya pengaduk**

Rumus :

$$P = \frac{N_p \times \rho \times N^3 \times Da^5}{gc} \quad (\text{Geankoplis, hal 145})$$

Keterangan :

P = daya pengaduk (lbf·ft/dt)

N_p = power number dengan menghitung bilangan Reynold (NRe)

gc = konstanta gravitasi = 32,1740 lbf·ft/lbf·s²

$$NRe = \frac{N \times Da^2 \times \rho}{\mu}$$

Keterangan :

N = putaran pengaduk, ditetapkan 70 rpm = 1,6667 rps

Da = diameter agitator (ft)

ρ = densitas campuran (lb/ft³)

μ = viskositas bahan masuk (lb/ft·s)

$$\begin{aligned} NRe &= \frac{N \times Da^2 \times \rho}{\mu} \\ &= \frac{1,6667 \times 4,484^2 \times 28,6139}{0,002} = 384676,791 \text{ (turbulen)} \end{aligned}$$

Digunakan jenis pengaduk open turbin-six blades dengan kemiringan 45° agar karbon aktif dapat bercampur sempurna dengan larutan.

Dari *Geankoplis fig. 3,4-4 hal, 145* didapatkan harga $N_p = 1,2$ (kurva 3)

$$\begin{aligned} P &= \frac{N_p \times \rho \times N^3 \times Da^5}{gc} \\ P &= \frac{1,2 \times 28,6139 \times 1,6667^3 \times 4,484^5}{32,1740} \\ &= 3073,28546 \text{ lbf·ft/s} \\ P &= \frac{3073,28}{550} = 5,58 \text{ hp} \end{aligned}$$

Jika efisiensi motor 95 %, maka dari *Peter & Timmerhaus, fig. 14 – 38, hal, 521* didapatkan:

$$P = \frac{5,5878}{0,95}$$

$$= 5,88 \text{ hp} \sim 6 \text{ hp}$$

➤ **Perhitungan poros pengaduk**

Menentukan diameter poros :

$$\text{Rumus : } \tau = \frac{\pi \times s \times D^3}{16}$$

$$\text{Dimana } \tau = \frac{63025 \times H}{N}$$

Keterangan : τ = moment puntir (lb·in)

H = daya motor (hp) = 6 Hp

N = putaran pengaduk = 70 rpm

s = maksimum design shering strees yang diijinkan (lb/in²)

D = diameter poros (in)

$$\tau = \frac{63025 \times 6}{70}$$

$$= 5402,1429 \text{ lb.in}$$

Dari *Hesse hal, 467* diperoleh $s = 20 \% \times 36000 \text{ lb/in}^2 = 7200 \text{ lb/in}^2$, maka :

$$D = \left[\frac{16 \times \tau}{\pi \times s} \right]^{1/3} = \left[\frac{16 \times 5402,1429}{3,14 \times 7200} \right]^{1/3}$$

$$= 1,5632 \text{ in}$$

➤ **Menentukan panjang poros**

$$L = H' + Z - Z_i$$

Keterangan :

L = panjang poros (ft)

Z_i = jarak poros dari dasar reaktor (ft)

$$= 2,9896 \text{ ft}$$

Z = panjang poros di atas bejana reaktor = 1,2 ft

H' = tinggi silinder + tinggi tutup atas(ft)

$$= 145,2951 + 20,412$$

$$= 165,7071 \text{ in}$$

$$= 13,8089 \text{ ft}$$

$$L = H' + Z - Z_i$$

$$= 13,8089 + 1,2 - 2,9896$$

$$= 12,0194 \text{ ft}$$

$$= 144,2325 \text{ in}$$

➤ Dimensi Pengaduk

- Digunakan pengaduk jenis turbin dengan 6 blade pada 45° angle
- Bahan konstruksi pengaduk dari High Alloy Steel SA-240 grade M type 316
- Bahan konstruksi poros pengaduk Hot Rolled SAE 1020

Ukuran :

- Diameter poros pengaduk : 1,5632 in
- Panjang pengaduk : 144,2325 in
- Lebar blade : 6,7266 in
- Daya pengaduk : 6 hp

3. Perhitungan Jacket Pemanas

Sebagai media pemanas digunakan steam dengan suhu = 120 °C = 248 °F

Perhitungan koefisien perpindahan panas bagian luar jaket :

$$H_j = 0,36 \cdot \left(\frac{L^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3} \times \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \times \frac{\mu^{0,14}}{\mu W}$$

Dimana :

$$L = D_a = 0,67 \text{ ft}$$

$$N = 70 \text{ rpm} = 4200 \text{ rph}$$

$$\mu = 7,20 \text{ lb/ft.jam}$$

$$C_p = 0,4530 \text{ Btu/lb,}^\circ\text{F}$$

$$k = 0,02 \text{ Btu/(jam,ft}^2\text{)}(^\circ\text{F/ft)}$$

$$\rho = 28,6139 \text{ lb/ft}$$

$$Re_j = \left(\frac{L^2 \times N \times \rho}{\mu} \right)^{2/3}$$

$$= \left(\frac{0,67^2 \times 4200 \times 28,6139}{7,20} \right)^{2/3}$$

$$= 384,9342$$

Dengan:

$$\left(\frac{C_p \times \mu}{k} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,4530 \times 7,20}{0,02} \right)^{2/3}$$

$$= 5,9395$$

Serta :

$$\frac{\mu^{0,14}}{\mu W} = 1$$

Maka:

$$h_j = 0,36 \times 384,9342 \times 5,9395 \times 1 = 823,0775 \text{ Btu/jam ft}^2, ^\circ\text{F}$$

Perhitungan koefisien perpindahan panas bagian dalam jaket (h_i) :

Panas yang harus diserap oleh pemanas (Q) = 2707856,588 Btu/jam

Rate steam (m) = 2860,03033 lb/jam

Densitas steam = 0,03539423 lb/ft³

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{\text{rate bahan}}{\text{densitas}} = \frac{2860,03033}{0,03539}$$

$$= 80804,979 \text{ ft}^3/\text{jam} = 22,445828 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Asumsi kecepatan aliran steam = 3 ft/det (Kern tabel 12)

$$\text{Luas Penampang} = \frac{\text{rate volumetrik}}{\text{kecepatana aliran}} = \frac{22,4458}{3} = 7,4819425 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Penampang} = 0,785 \times (D_2^2 - D_1^2)$$

Dengan : D_2 = diameter dalam jaket

D_1 = diameter luar bejana

$$\text{Luas penampang} = 0,785 \times (D_2^2 - 9^2)$$

$$D_2 = 9,5148 \text{ ft}$$

$$= 114,1776 \text{ in}$$

Diambil tebal jacket 3/16 in, maka:

Diameter luar jacket = Diameter dalam jaket + 2.tj

$$= 114,1776 + 2(3/16)$$

$$= 114,5526 \text{ in}$$

Koefisien heat transfer bagian dalam (h_i) = 1500 Btu/jam.ft².°F

$$h_{io} = h_i \times \frac{D_1}{D_2}$$

$$h_{io} = 1500 \times \frac{9}{9,5148}$$

$$= 1418,8444 \text{ Btu/jam.ft}^2\text{°F}$$

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_j}{h_{io} + h_j}$$

$$= \frac{1418,8444 \times 823,0775}{1418,8444 + 823,0775}$$

$$= 520,9008 \text{ Btu/jam.ft}^2\text{°F}$$

Dari tabel 12 Kern diambil harga Fouling Factor (R_d) = 0,001

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

$$= \frac{1}{520,9008} + 0,001$$

$$= 342,4949$$

$$U_D = 342,4949 \text{ Btu/jam.ft}^2\text{°F}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{39,6 - 162}{\ln \frac{39,6}{162}} = 86,8845^\circ\text{C}$$

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan :

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}} = \frac{2707856,588}{342,4949 \times 86,8845} = 90,9975 \text{ ft}^2$$

➤ Dimensi Jacket pemanas

- Bahan : HAS SA-240 grade M type 316
- Diameter luar jacket : 114,5526 in
- Diameter dalam jacket : 114,1776 in
- Tebal jacket : 3/16 in

4. Perhitungan Nozzle

➤ Nozzle pada tutup atas

- Nozzle Asam Benzoat

$$\text{Rate massa Asam benzoat} = 7011,032 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ Asam Benzoat} = 31,214 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{7011,032}{31,214} \\ &= 224,6119 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,062392 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

$$\begin{aligned} D_{\text{optimum}} &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && (\text{Timmerhaus hal, 496}) \\ &= 3,9 \times (0,062392)^{0,45} \times (31,214)^{0,13} \\ &= 1,7504 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari *Brownell and Young App.K hal 387* didapatkan dimensi pipa sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 2 in
- Diameter dalam = 2,067 in
- Diameter luar = 2,375 in
- No schedule = 40 in
- Tebal = 0,154 in

Dimensi flange:

Dari *Brownel and Young table 12.2 hal 221* dipilih flange standard tipe welding neck dengan dimensi sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 2 in
- Diameter luar flange = 6 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 0,75 in
- Diameter luar bagian menonjol (R) = 3,625 in
- Diameter of hub at base (E) = 3,0625 in
- Diameter of hub at point of welding (K) = 2,38 in
- Length through hub (L) = 2,5 in
- Dinding pipa standard (B) = 2,07 in
- Jumlah lubang baut = 4 in
- Diameter lubang = 0,75 in
- Diameter baut = 0,625 in

- **Nozzle Na₂CO₃**
- Rate massa Na₂CO₃ = 2878,025 lb/jam
- ρ Asam Benzoat = 68,0465 lb/ft³
- Rate volumetrik (Q) = $\frac{2878,025}{68,0465}$
- = 42,2940 ft³/jam
- = 0,0117 ft³/s

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

$$D_{\text{optimum}} = 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} \quad (\text{Timmerhaus hal, 496})$$

$$= 3,9 \times (68,0465)^{0,45} \times (68,0465)^{0,13}$$

$$= 0,9137 \text{ in}$$

Dari *Brownell and Young App.K hal 387* didapatkan dimensi pipa sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 1 in
- Diameter dalam = 1,049 in
- Diameter luar = 1,315 in
- No schedule = 40 in
- Tebal = 0,133 in

Dimensi flange:

Dari *Brownell and Young table 12.2 hal 221* dipilih flange standard tipe welding neck dengan dimensi sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 1 in
- Diameter luar flange = 4,25 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 0,5625 in
- Diameter luar bagian menonjol (R) = 2 in
- Diameter of hub at base (E) = 1,9375 in
- Diameter of hub at point of welding (K) = 1,32 in
- Length through hub (L) = 2,1875 in
- Dinding pipa standard (B) = 1,05 in
- Jumlah lubang baut = 4 in
- Diameter lubang = 0,625 in

- Diameter baut = 0,5 in
- **Nozzle Karbon Aktif**
 - Rate massa Karbon aktif = 16,2196 lb/jam
 - ρ karbon aktif = 130 lb/ft³
 - Rate volumetrik (Q) = $\frac{16,2196}{130}$
 - = 0,12480 ft³/jam
 - = 0,000035 ft³/s

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

$$\begin{aligned}
 D_{\text{optimum}} &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && \text{(Timmerhaus hal, 496)} \\
 &= 3,9 \times (0,000035)^{0,45} \times (130)^{0,13} \\
 &= 0,0722 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari *Brownell and Young App.K hal 387* didapatkan dimensi pipa sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 0,5 in
- Diameter dalam = 0,674 in
- Diameter luar = 0,84 in
- No schedule = 10 in
- Tebal = 0,083 in

Dimensi flange:

Dari *Brownel and Young table 12.2 hal 221* dipilih flange standard tipe welding neck dengan dimensi sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 1/2 in
- Diameter luar flange = 3,5 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 0,4375 in
- Diameter luar bagian menonjol (R) = 1,375 in
- Diameter of hub at base (E) = 1,1875 in
- Diameter of hub at point of welding (K) = 0,84 in
- Length through hub (L) = 1,875 in
- Dinding pipa standard (B) = 0,62 in
- Jumlah lubang baut = 4 in

- Diameter lubang = 0,625 in
- Diameter baut = 0,5 in
- **Nozzle pengeluaran CO₂**
 - Rate massa Karbon aktif = 562,0003 lb/jam
 - ρ karbon aktif = 0,1234 lb/ft³
 - Rate volumetrik (Q) = $\frac{562,0003}{0,1234}$
 - = 4554,297 ft³/jam
 - = 1,2651 ft³/s

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

$$\begin{aligned}
 D_{\text{optimum}} &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && (\text{Timmerhaus hal, 496}) \\
 &= 3,9 \times (1,26515)^{0,45} \times (0,1234)^{0,13} \\
 &= 3,3029 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari *Brownell and Young App.K hal 387* didapatkan dimensi pipa sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 3,5 in
- Diameter dalam = 3,76 in
- Diameter luar = 4 in
- No schedule = 10 in
- Tebal = 0,12 in

Dimensi flange:

Dari *Brownell and Young table 12.2 hal 221* dipilih flange standard tipe welding neck dengan dimensi sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 4 in
- Diameter luar flange = 9 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 15/16 in
- Diameter luar bagian menonjol (R) = 6 3/16 in
- Diameter of hub at base (E) = 5 5/16 in
- Diameter of hub at point of welding (K) = 4,5 in
- Length through hub (L) = 3 in
- Dinding pipa standard (B) = 4,03 in

- Jumlah lubang baut = 8 in
- Diameter lubang = 3/4 in
- Diameter baut = 5/8 in

➤ **Nozzle pada silinder**

- **Nozzle pemasukan steam pada jacket**

$$\text{Rate massa steam} = 2860,03 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ karbon aktif} = 0,0354 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{2860,03}{0,0354}$$

$$= 80804,98 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 22,4458 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

$$\begin{aligned} D_{\text{optimum}} &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && (\text{Timmerhaus hal, 496}) \\ &= 3,9 \times (22,4458)^{0,45} \times (0,0354)^{0,13} \\ &= 10,2432 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari *Brownell and Young App.K hal 387* didapatkan dimensi pipa sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 12 in
- Diameter dalam = 11,938 in
- Diameter luar = 12,75 in
- No schedule = 40 in
- Tebal = 0,406 in

Dimensi flange:

Dari *Brownell and Young table 12.2 hal 221* dipilih flange standard tipe welding neck dengan dimensi sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 12 in
- Diameter luar flange (A) = 19 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 1,25 in
- Diameter luar bagian menonjol (R) = 15 in
- Diameter of hub at base (E) = 14,375 in
- Diameter of hub at point of welding (K) = 12,75 in

- Length through hub (L) = 4,5 in
- Dinding pipa standard (B) = 12 in
- Jumlah lubang baut = 12 in
- Diameter lubang = 1 in
- Diameter baut = 7/8 in

- Nozzle Pengeluaran Steam Pada Jacket

$$\begin{aligned} \text{Rate massa steam} &= 2860,03 \text{ lb/jam} \\ \rho \text{ karbon aktif} &= 0,0354 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{2860,03}{0,0354} \\ &= 80804,98 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 22,4458 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

$$\begin{aligned} D_{\text{optimum}} &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && (\text{Timmerhaus hal, 496}) \\ &= 3,9 \times (22,4458)^{0,45} \times (0,0354)^{0,13} \\ &= 10,2432 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari *Brownell and Young App.K hal 387* didapatkan dimensi pipa sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 12 in
- Diameter dalam = 11,938 in
- Diameter luar = 12,75 in
- No schedule = 40 in
- Tebal = 0,406 in

Dimensi flange:

Dari *Brownell and Young table 12.2 hal 221* dipilih flange standard tipe welding neck dengan dimensi sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 12 in
- Diameter luar flange = 19 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 1,25 in
- Diameter luar bagian menonjol (R) = 15 in
- Diameter of hub at base (E) = 14,375 in

- Diameter of hub at point of welding (K) = 12,75 in
- Length through hub (L) = 4,5 in
- Dinding pipa standard (B) = 12 in
- Jumlah lubang baut = 12 in
- Diameter lubang = 1 in
- Diameter baut = 7/8 in

- **Nozzle Manhole**

Dari *Brownell fig. 12.2* didapatkan :

$$\begin{array}{lll}
 \text{NPS} = 20 \text{ in} & \text{E} = 22 \text{ in} & D_{\text{baut}} = 1 \frac{1}{8} \text{ in} \\
 \text{A} = 27 \frac{1}{2} \text{ in} & \text{K} = 20,00 & D_{\text{tubang baut}} = 1 \frac{1}{4} \text{ in} \\
 \text{T} = 1 \frac{11}{16} \text{ in} & \text{L} = 5 \frac{11}{16} \text{ in} & \text{Jumlah lubang baut} = 20 \\
 \text{R} = 23 \text{ in} & \text{B} = 19,25 &
 \end{array}$$

➤ **Nozzle pada tutup bawah**

- **Nozzle Pengeluaran Produk**

$$\text{Rate massa produk} = 8350,8474 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ produk} = 90,0836 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{8350,8474}{90,0836} \\
 &= 92,7011 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,0258 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

$$\begin{aligned}
 D_{\text{optimum}} &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && (\text{Timmerhaus hal, 496}) \\
 &= 3,9 \times (0,0258)^{0,45} \times (90,0836)^{0,13} \\
 &= 1,3490 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari *Brownell and Young App.K hal 387* didapatkan dimensi pipa sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 1,5 in
- Diameter dalam = 1,610 in
- Diameter luar = 1,9 in
- No schedule = 40 in

- Tebal = 0,145 in

Dimensi flange:

Dari *Brownel and Young table 12.2 hal 221* dipilih flange standard tipe welding neck dengan dimensi sebagai berikut:

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 1,5 in
- Diameter luar flange (A) = 5 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 11/16 in
- Diameter luar bagian menonjol (R) = 15 in
- Diameter of hub at base (E) = 23/8 in
- Diameter of hub at point of welding (K) = 1,90 in
- Length through hub (L) = 39/16 in
- Dinding pipa standard (B) = 1,61 in
- Jumlah lubang baut = 4 in
- Diameter lubang = 5/8 in
- Diameter baut = 1/2 in

➤ Dimensi Nozzle

- A = Nozzel pemasukan asam benzoat
- B = Nozzel pemasukan larutan natrium karbonat
- C = Nozzel pemasukan karbon aktif
- D = Nozzel pengeluaran gas CO₂
- E = Nozzel pemasukan steam
- F = Nozzel pengeluaran steam
- G = Nozzel Manhole
- H = Nozzel pengeluaran produk

Nozzel	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	2 1/2	2,07
B	1	4 1/4	9/16	2	1 5/16	1,32	2 3/16	1,05
C	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/6	0,84	1 7/8	0,62
D	4	9	15/16	6 3/16	5 5/16	4,5	3	4,03
E	12	19	1 1/4	15	14 3/8	12,75	4 1/2	12

F	12	19	1 1/4	15	14 3/8	12,75	4 1/2	12
G	20	27 1/2	111/16	23	22	20	511/16	19,25
H	1 1/2	5	1 1/16	2 7/8	2 9/16	1,9	2 7/16	1,61

5. Flange dan Bolting

➤ Flange

- Bahan : High Alloy Steel SA 336 grade F8 type 304
- Tensile : 75000 psi
- All,Stress : 15858 psi
- Tipe : Loose ring flange

➤ Gasket

- Bahan : Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
- Gasket factor (m) : 3,7500
- minimum design stress: 9000 psi
- Tebal gasket

Dari persamaan 12.2 Brownell and Young halaman 226 diperoleh:

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

Dimana : y = yield stress = 9000 psi

m = gasket faktor = 3,75

d_o = diameter luar gasket

d_i = diameter dalam gasket = diameter luar shell = 108 in

P = internal pressure = 1,76 lb/in²

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{9000 - (1,76 \times 3,75)}{9000 - (1,76(3,75 + 1))}} = 1,0001$$

$$\begin{aligned} d_o &= 1,0001 \times d_i \\ &= 1,0047 \times 108 \\ &= 108,0106 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar gasket minimum (n)} = \frac{d_o - d_i}{2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{108,0106 - 108}{2} \\
 &= 0,0053 \times 16/16 \\
 &= 0,0846/16 \approx 1/16
 \end{aligned}$$

Diambil lebar gasket (n) = 0,125 in

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter rata-rata gasket (G)} &= d_i + \text{Lebar gasket} \\
 &= 108 + 0,125 \\
 &= 108,1250 \text{ in}
 \end{aligned}$$

➤ **Baut**

- Bahan : High Alloy Steel SA 193 grade B8 type 304
- Tensile : 75000 psi
- All, stress : 12676 psi

Beban baut tanpa internal pressure (H_y) dengan menggunakan persamaan 12.88

Brownell and Young hal 240 :

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

Dari gambar 12.12 Brownell and Young hal 229 diperoleh lebar seating gasket

$$\begin{aligned}
 \text{bawah: } b_o &= \frac{n}{2} \\
 &= \frac{0,125}{2} \\
 &= 0,0625 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{m2} = H_y &= 0,0625 \cdot \pi \cdot 108,1250 \cdot 9000 \\
 &= 191149,5536 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Beban baut pada kondisi operasi maksimum (H_p) dengan menggunakan persamaan 12.90 Brownell and Young hal 240 :

$$\begin{aligned}
 H_p &= 2 \cdot b \cdot \pi \cdot G \cdot m \cdot p \\
 &= 2 \cdot 0,0625 \cdot \pi \cdot 108,1250 \cdot 3,75 \cdot 1,76 \\
 &= 280,3512 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Beban dari tekanan internal (H) dengan menggunakan persamaan 12.89

Brownell and Young hal 240 :

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

$$= \frac{\pi \cdot 108,1250^2}{4} \cdot 1,76$$

$$= 16166,9181 \text{ lb}$$

Total berat kondisi operasi (W_{m1}) dengan menggunakan persamaan 12.91 Brownell and Young hal 240 :

$$W_{m1} = H + H_p = 16166,9181 + 280,3512 = 16447,2693 \text{ lb}$$

Karena $W_{m1} < W_{m2}$ maka beban yang mengontrol adalah W_{m2} .

- Menghitung luas minimum bolting area (A_{m2})

Dari persamaan 12,93 Brownell and Young hal 240 didapatkan :

$$\begin{aligned} A_{m2} &= \frac{W_{m2}}{f_a} \\ &= \frac{191149,5536}{12676} \\ &= 15,0796 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

- Menghitung ukuran bolt optimum

Dari tabel 10,4 Brownell and Young hal 188 dicoba:

Ukuran baut	: 2,0000
Root area	: 2,6520 in
Bolt spacing (Bs)	: 4,2500 in
Min, Radial distance	: 2,5 in
Edge distance (E)	: 2 in

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bolting area minimum} &= \frac{A_{m2}}{\text{Root area}} \\ &= \frac{15,0796}{2,6520} = 5,6861 \approx 6 \text{ buah} \end{aligned}$$

Menghitung bolting circle diameter :

$$C = ID_s + 2 (1,4159 \cdot g_o + R)$$

Dimana:

$$ID_s = \text{Diameter dalam shell} = 107,6250 \text{ in}$$

$$G_o = \text{tebal shell} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$R = \text{Min, Radial Distance} = 2,5 \text{ in}$$

$$C = 107,625 + 2 (1,4159, \frac{3}{16} + 2,5) = 113,1560 \text{ in}$$

$$C^* = \frac{\text{jumlah bolting area} \cdot Bs}{\pi}$$

$$= \frac{6 \cdot 4,25}{\pi}$$

$$= 8,1136 \text{ in} \approx 9 \text{ in}$$

Karena $C > C^*$ maka bolt circle diameter = $C = 113,1560 \text{ in}$

- Menghitung diameter luar flange

$$\text{Flange OD} = \text{Bolt circle diameter} + 2.E \quad (\text{Brownell and Young hal 243})$$

$$= 113,1560 + 2.2$$

$$= 117,1560 \text{ in}$$

Cek lebar gasket:

$$\text{Ab aktual} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area}$$

$$= 6 \times 2,6520$$

$$= 15,9120 \text{ in}^2$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{\text{Ab aktual} \times \text{fall}}{2 \cdot \pi \cdot y \cdot G}$$

$$= \frac{15,9120 \times 12676}{2 \cdot \pi \cdot 9000 \cdot 108,1250}$$

$$= 0,0330 \text{ in} < 0,125 \text{ in (memenuhi)}$$

- Perhitungan Momen

- Tanpa internal pressure

Dengan menggunakan persamaan 12.94 Brownell and Young hal 243 :

$$W = \frac{1}{2} (A_b + A_m) f_a$$

$$= \frac{1}{2} (15,9120 + 15,0796) \cdot 12676$$

$$= 196425.0328 \text{ lb}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$h_G = \frac{1}{2} (C - G) = \frac{1}{2} (113.1560 - 108.1250) = 2.5155 \text{ in}$$

Momen flange (M_a):

$$M_a = W \cdot h_G = 196425.0328 \cdot 2.5155 = 494103.4870 \text{ lb. in}$$

Untuk kondisi operasi $W = W_{m2} = 191149.5536 \text{ lb}$

- Dengan menggunakan persamaan 12.96 Brownell and Young hal 243, gaya hidrostatik pada area samping flange :

$$\begin{aligned} H_D &= 0,785 \cdot B^2 \cdot P \\ &= 0,785 \cdot (108)^2 \cdot 1,76 \\ &= 16114.8963 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial dari bolt circle :

$$\begin{aligned} h_d &= \frac{1}{2} \cdot (C - B) \\ &= \frac{1}{2} \cdot (113.1560 - 108) \\ &= 2.5780 \text{ in} \end{aligned}$$

Momen :

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_d \\ &= 16114.8963 \times 2.5780 = 41543.9006 \text{ in. lb} \end{aligned}$$

- Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik total :

$$\begin{aligned} H_G &= W - H = W_{m2} - H \\ &= 191149.5536 - 16166.9181 \\ &= 174982.6354 \text{ lb} \end{aligned}$$

Momen :

$$M_G = H_G \times h_G = 174982.6354 \times 2.5155 = 440165.5385 \text{ in.lb}$$

- Perbedaan antara beban hidrostatik total dengan beban hidrostatik pada area samping flange :

$$H_T = H - H_D = 16166.9181 - 16114.8963 = 52.0218 \text{ lb}$$

Jarak radial dari bolt circle ke H_T :

$$h_T = \frac{1}{2} (h_D + h_G) = \frac{1}{2} (2.5780 + 2.5155) = 2.5467 \text{ in}$$

Momen :

$$M_T = H_T \times h_T = 52.0218 \times 2.5467 = 132.4855 \text{ lb.in}$$

- Total momen untuk kondisi operasi :

$$\begin{aligned} M_O &= M_D + M_G + M_T = 41543.900 + 440165.5385 + 132.4855 \\ &= 481841.9247 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_O < M_a$ maka $M_{\max} = M_a$

- Perhitungan tebal flange

Dengan menggunakan persamaan 12.85 Brownell and Young hal 242 didapat:

W_t = berat tutup standard dished head (lb)

A = luas area tutup standard dished (ft²)

t = tebal tutup standard dished (ft)

ρ = densitas bahan konstruksi (lb/ft³)

(Perry ed 7 tabel 2-118)

Menghitung luas standard dished

$$A = 6,28 \cdot R_c \cdot h$$

(Hesse hal 92 pers. 4.16)

Keterangan :

R_c = Crown Radius (ft)

h = Tinggi tutup standard dished (ft)

$$A = 6,28 \cdot 0,5381 \cdot 1,7010$$

$$= 5,7485 \text{ ft}^2$$

Maka :

$$W_t = 5,7485 \times \frac{3}{16} \times 489$$

$$= 43,9224 \text{ lb}$$

c. Berat tutup bawah conical

$$W_d = A \times t \times \rho$$

Dimana :

W_d = berat tutup conical (lb)

A = luas area tutup standard dished (ft²)

t = tebal tutup standard dished (ft)

ρ = densitas bahan konstruksi (lb/ft³)

(Perry ed 7 tabel 2-118)

Menghitung luas standard dished

$$A = 0,785(D + Dn)\sqrt{4h^2 + (D - Dn)^2} + 0,78D^2$$

(Hesse hal 92 pers. 4.16)

Dimana :

D = Diameter dalam silinder (ft)

h = Tinggi tutup conical (ft)

m = flat spot diameter = $\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \cdot 65,6250 = 32,8125 \text{ in} = 2,7344 \text{ ft}$

$$A = 0,785(D + Dn)\sqrt{4h^2 + (D - Dn)^2} + 0,78D^2$$

$$= 0,785(8,9688 + 0,1583)\sqrt{30,3760 + (8,9688 - 0,1583)^2} + 0,78 \cdot 8,9688^2$$

$$= 107,9949 \text{ ft}^2 = 15551,2656 \text{ in}^2$$

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

$$K = \frac{A}{B}$$

Dimana :

A = diameter luar flange

B = diameter dalam flange

Maka :

$$K = \frac{117.1560}{108.0000} = 1.0848 \text{ in}$$

Dari gambar 12.22 hal. 238 Brownell and Young dengan harga $K = 1,0848$ in diperoleh $Y = 27$.

$$t = \sqrt{\frac{27 \cdot 1494103.4870}{15858.0000}} = 2.7910 \text{ in}$$

6. Rancangan Penyangga

Sistem penyangga dirancang untuk menyangga berat bejana total dan perlengkapannya. Beban yang ditahan oleh sistem penyangga terdiri dari :

a. Berat silinder

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

Dimana :

W_s = berat silinder (lb)

d_o = diameter luar silinder (ft)

d_i = diameter dalam silinder (ft)

H = tinggi silinder (ft)

ρ = densitas bahan konstruksi (lb/ft³)

(Perry ed 7 tabel 2-118, pg

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{\pi}{4} \cdot (9^2 - 8.9688^2) \cdot 12,1079 \cdot 489 \\ &= 2612,2279 \text{ lb} \end{aligned}$$

b. Berat tutup atas standard dished

$$W_t = A \times t \times \rho$$

(Hesse hal 92 pers. 4.16)

Dimana :

Maka :

$$W_d = 107,9949 \times \frac{3}{16} \times 489$$

$$= 825,1488 \text{ lb}$$

d. Berat larutan dalam reaktor

$$W_l = m \times t$$

Keterangan :

W_l = berat larutan (lb)

m = rate liquida (lb/jam)

t = waktu tinggal (jam)

maka :

$$W_l = 13443,0310 \text{ lb/jam} \times 1,5 \text{ jam} = 20164,5466 \text{ lb}$$

e. Berat poros pengaduk dalam reaktor

$$W_p = V \times \rho$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

Dimana :

W_p = berat poros pengaduk dalam ekstraktor, lb

V = volume poros pengaduk, ft^3

ρ = densitas dari bahan konstruksi, lb

D = diameter poros pengaduk, ft

L = panjang poros pengaduk, ft

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 1,5632^2 \times 12.0194 = 68,3680 \text{ ft}^3$$

$$W_p = V \times \rho$$

$$= 68,3680 \times 489 = 33431,9618 \text{ lb}$$

f. Berat blade dalam reaktor

$$W_i = V \cdot \rho$$

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

Dimana :

W_i = berat impeller dalam ekstraktor, lb

V = volume dari total blades, ft^3

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

p = panjang 1 kepingan blade, ft^2

l = lebar 1 kepingan blade, ft

t = tebal 1 kepingan blade, ft

$$V = 4 (1,12 \times 0,56 \times 0,56) = 0,6763 \text{ ft}^3$$

Berat blade :

$$\begin{aligned} W_i &= V \cdot \rho \\ &= 0,6763 \times 489 = 330,7318 \text{ lb} \end{aligned}$$

g. Berat jaket

$$W_j = \frac{\pi}{4} \cdot (d_o^2 - d_i^2) \cdot H \cdot \rho$$

Dimana :

W_j = berat jaket (lb)

d_o = diameter luar jaket (ft)

d_i = diameter dalam jaket (ft)

H = tinggi jaket (ft)

ρ = densitas bahan konstruksi (lb/ ft^3)

Maka :

$$W_j = \frac{\pi}{4} \cdot (9.5460^2 - 9.5148^2) \cdot 9.8572 \cdot 489 = 2255.8930 \text{ lb}$$

h. Berat attachment

Berat attachment meliputi perlengkapan seperti nozzle dan sebagainya.

$$W_a = 18 \% \times W_s$$

$$= 0,18 \times 2612,2279 = 470,2010 \text{ lb}$$

i. Berat steam

$$W_{\text{steam}} = m \times t$$

Dimana :

m = berat steam, lb/jam

t = waktu tinggal = 1,5 jam

$$W_{\text{steam}} = 1297,2877 \times 1,5 = 1945,9316 \text{ lb}$$

j. Berat total penyangga

Berat Total

$$\begin{aligned} WT &= W_s + W_t + W_d + W_l + W_p + W_i + W_j + W_a + W_{\text{steam}} \\ &= 2612,2279 + 43,9224 + 825,1488 + 20164,5466 + 33431,9618 + \\ &\quad 330,7318 + 2255,8930 + 470,2010 + 1945,9316 \\ &= 62080,5647 \text{ lb} \end{aligned}$$

7. Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor (Leg)

Perencanaan :

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

Dasar perhitungan :

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

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

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

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

$$P = \frac{62080,5647 \text{ lb}}{4} = 15520,1412 \text{ lb}$$

Direncanakan :

Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft

Tinggi silinder(H) = 12,1079 ft

$$\begin{aligned} \text{Panjang penyangga} &= \frac{1}{2} (H+L) \\ &= \frac{1}{2} (12,1079 + 5) \text{ ft} \\ &= 8,5540 \text{ ft} = 102,6475 \text{ in} \end{aligned}$$

b. Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 3" ukuran 3 x 2 3/8 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

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

- Nominal size = 3 in
- Berat = 7,5 lb
- Area of section (A_y) = 2,17 in²
- Dept of beam = 3 in
- Width of flange (b) = 2,509
- Axis (r) = 1,15

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

$$\begin{aligned} - \quad l/r &= (102,6475/1,15) \\ &= 89,2587 \end{aligned}$$

karena L/r antara 60-200, maka :

$$\begin{aligned} - \quad f_c \text{ aman} &= \frac{18000}{1 + \left[\frac{(L/r)^2}{18000} \right]} \\ &= \frac{18000}{1 + \left[\frac{(89,2587)^2}{18000} \right]} \\ &= 12477,3170 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - f_c &= \frac{P}{A} \\
 A &= \frac{P}{f_c} = \frac{15520.1412 \text{ lb}}{12477.3170 \text{ lb/in}^2} \\
 &= 1,2439 \text{ in}^2 < 2,17 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}
 \end{aligned}$$

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

➤ Dimensi Leg

- Jenis : I-beam
- Ukuran penyangga : 3 x 2 3/8 in
- Berat penyangga : 7,5 lb
- A : 2,17 in²
- b : 2,509 in
- I₁₋₁ : 2,9 in⁴
- r₁₋₁ : 1,15 in
- Jumlah : 4 buah

8. Menentukan 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.

Perhitungan :

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

Keterangan :

A_{bp} : Luas base plate

P : beban tiap base plate = beban tiap-tiap kolom = 15520,1412 lb

F_{bp} : Stress yang diberikan oleh pondasi (bearing capacity) yang terbuat dari beton = 600 lb/in² (Hesse tabel 7-7 hal. 162).

$$A_{bp} = \frac{15520,1412}{600} = 25,8669 \text{ in}^2$$

Panjang dan lebar base plate

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

Keterangan :

p = panjang base plate (in), $(2m + 0,95h)$

l = lebar base plate (in), $(2n + 0,8b)$

Dimana :

$$h = 3 \text{ in}$$

$$b = 2.5090 \text{ in}$$

Asumsi $m = n$

Maka :

$$25.8669 = (2m + (0,95 \times 3)) \cdot (2n + (0,8 \times 2,509))$$

$$25.8669 = 4m^2 + 37,3 m + 62,7$$

$$0 = 4m^2 + 37,3 m - 90,532$$

Sehingga :

$$M_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$
$$= \frac{-37,3 \pm \sqrt{37,3^2 - 4 \cdot 4 \cdot (-90,532)}}{2 \cdot 4} = 1,9987 \text{ in}$$

Diperoleh :

$$\text{Panjang plate (p)} = 2m + 0,95h$$

$$= 2 \cdot 1,9987 + 0,95 \cdot 3$$

$$= 6,8474 \text{ in}$$

$$\text{Lebar Plate (l)} = 2n + 0,8b$$

$$= 2 \cdot 1,9987 + 0,8 \cdot 2,5090$$

$$= 6,0046 \text{ in}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat ditetapkan ukuran Base Plate yang digunakan $7 \text{ in} \times 7 \text{ in}$

a. Peninjauan terhadap bearing capacity

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

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in²
- p = beban tiap kolom = 15520,1412
- A = luas base plate = 49 in²

Maka :

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{15520,1412 \text{ lb}}{49 \text{ in}^2} \\
 &= 316,7376 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

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

b. Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)

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

$$7 = 2m + (0,95 \times 3)$$

$$7 = 2m + 2,85$$

$$m = 2,0750$$

- Lebar base plate (l)

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

$$7 = 2n + (0,8 \times 2.5090)$$

$$7 = 2n + 2,0072$$

$$n = 2,4964 \text{ in}$$

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

c. Tebal base plate

Dari Hesse, persamaan 7-12 hal. 163 :

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

Dengan :

- t = tebal base plate, in

- p = beban yang harus ditahan = 316.7376 psi

- n = 2.4964 in

Tebal base plate :

$$T = \sqrt{0,00015x(316.7376)x(2.4964)^2}$$

$$= 0.5441 \text{ in} = 1 \text{ in}$$

d. Ukuran Baut

Beban tiap baut :

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

$$= \frac{15520.1412}{4}$$

$$= 3880,0353 \text{ lb}$$

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

Dimana f_{baut} = stress tiap baut max = 12000

$$A_{\text{baut}} = \frac{3880,0353}{12000}$$

$$= 0,3061 \text{ in}^2$$

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

$$0,3061 \text{ in}^2 = 0,785 \cdot db^2$$

$$db = 0,6242 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh ukuran baut 3/4 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut : 3/4 in
- Root area : 0,302
- Bolt spacing min : 1 3/4 in
- Min radial distance : 1 1/8 in
- Edge distance : 18/16
- Nut dimension : 1 1/4 in
- Max filled radius : 3/8 in

➤ Base plate

- Bahan konstruksi : Besi Cor
- Tebal base plate : 1 in

- Ukuran : 7 in x 7 in
- Jumlah baut : 4 buah

9. Menentukan Lug dan Gusset

Tebal Plate horisontal

Rumus :

$$T_{ph} = \sqrt{\frac{6 \cdot My}{f_{all}}} \quad (\text{Brownell \& Young Persamaan 10.32b halaman 187})$$

Keterangan :

f_{all} : Allowable working stress = 12000 lb/in²

My : jumlah moment pada baut (lb/in)

Rumus :

$$My = \frac{P}{4 \cdot \pi} \left[(1 + \mu) \ln \frac{2 \cdot l}{\pi \cdot e} + (1 - \gamma) \right] \quad (\text{Pers. 10.40 Brownell and Young hal 192})$$

Keterangan :

P : beban baut

μ : Poisson Rasio = 0,33 untuk baja

l : panjang horisontal plate bagian bawah

γ : konstanta perhitungan momen

Perhitungan :

$$P = f_s \cdot (A_{baut})$$

$$= 12000 \cdot 0,3061 = 3673,1164 \text{ lb}$$

$$l = 1\frac{1}{2} \times b$$

$$= 1\frac{1}{2} \times 2,5090$$

$$= 3,7635 \text{ in}$$

$$a = \frac{1}{2} \times l$$

$$= \frac{1}{2} \times 3,7635 = 1,8818 \text{ in}$$

$$b = \text{ukuran baut} + 8$$

$$= 0,75 + 8 = 8,75 \text{ in}$$

$$L = \text{jari-jari luar bearing plate}$$

$$= 2 (b - 0,5 \text{ ukuran baut})$$

$$= 2 (8,75 - 0,5 \times 0,75) = 16,7500 \text{ in}$$

Dari Brownell and Young tabel 10.4 hal 188 diperoleh nut dimension 1,25 in

$$e = \frac{\text{Nut dimension}}{2} = \frac{1.2500}{2}$$

$$= 0.6250 \text{ in}$$

$$\frac{b}{l} = \frac{8.7500}{3.7635}$$

$$= 2,3250 \text{ in} \cong 2 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young tabel 10.5 hal 192 dengan harga $b/l = 2$ in diperoleh harga $\gamma_1 = 0.0420$

$$M_y = \frac{3673,1164}{4 \cdot \pi} \left[(1 + 0,33) \ln \frac{2 \times 3,763}{\pi \times 0,6250} + (1 - 0,0420) \right]$$

$$= 7921,1994 \text{ lb/in}$$

maka :

$$t_{ph} = \sqrt{\frac{6 \times 7921,1994}{12000}}$$

$$= 1.9901 \text{ in}$$

diambil standard tebal = 2,5 in

Tebal plate vertikal (gusset)

$$T_g = \frac{3}{8} \times t_{ph}$$

$$= \frac{3}{8} \times 2,5 = 0,9375 \text{ in}$$

Diambil standard tebal = 1 in

Tinggi gusset

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

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

$$= 0,7500 + 9$$

$$= 9,7500 \text{ in}$$

Sehingga :

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

$$= 9,7500 + 0,75 = 10,5000 \text{ in}$$

Tinggi lug :

$$\begin{aligned}
 H &= h_g + t_{hp} \\
 &= 10,5 + 2,5 \\
 &= 13 \text{ in}
 \end{aligned}$$

10. Menentukan Pondasi

Dengan menganggap hanya ada gaya vertikal dari berat kolom itu sendiri yang bekerja pada pondasi, maka diambil bidang kerja berbentuk bujursangkar dengan data sebagai berikut :

- Luas atas : $20 \times 20 \text{ in}$
- Luas bawah : $30 \times 30 \text{ in}$

Tinggi pondasi : 25 in

$$\begin{aligned}
 \text{Luas permukaan rata-rata}(A) &= \left(\frac{20 \times 30}{2} \right) + \left(\frac{20 \times 30}{2} \right) \\
 &= 600 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

Volume pondasi :

$$V = A \times t$$

$$V = 600 \times 25 = 15000 \text{ in}^3 = 8,6806 \text{ ft}^3$$

Berat pondasi :

Rumus :

$$W = V \times \rho$$

Keterangan :

V = volume pondasi

ρ = densitas cement standard 144 lb/ft³

(perry ed 6 tabel 3-118)

$$\begin{aligned}
 W &= 8,6806 \times 144 \text{ lb/ft}^3 \\
 &= 1250 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Tekanan tanah

Tekanan tanah :

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

$$\text{Tekanan minimum} = 5 \text{ ton/ft}^2$$

$$\text{Tekanan maximum} = 10 \text{ ton/ft}^2$$

(Tabel 12.2 Hesse hal 327)

Tekanan yang mampu ditahan tanah sebesar :

$$P = 10 \text{ ton/ft}^2$$

$$= 22046 \text{ lb/ft}^2$$

$$= 153,097 \text{ lb/in}^2$$

Sedangkan tekanan yang diberikan pada tanah adalah :

$$p = \frac{\text{Berat pondasi} + \text{berat beban total}}{\text{luas tanah}}$$

$$= \frac{1250 + 62080,5647}{30 \times 30}$$

$$= 70,3673 \text{ lb/in}^2$$

Karena $70,3673 \text{ lb/in}^2 < 153,097 \text{ lb/in}^2$ maka penggunaan pondasi dengan ukuran 30×30 in untuk bagian bawah dan 20×20 in untuk bagian atas dengan ketinggian 25 in, yang dibangun diatas cemented sand dan gravel dapat diterima.

➤ **Pondasi**

- Bahan : Cement sand & Gravel
- Ukuran atas : (20 x 20) in
- Ukuran bawah : (30 x 30) in
- Tinggi pondasi : 25 in

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Dalam suatu pabrik atau perusahaan, kelancaran sistem kerja peralatan proses yang sesuai dengan rancangan adalah suatu hal yang sangat penting. Namun karena pada prakteknya keadaan tidak selalu ideal, maka hal itu sulit dicapai. Operasi proses dikatakan normal jika kondisi yang telah dirancang dapat dipenuhi selama proses berlangsung.

Untuk memperoleh kinerja peralatan yang baik, dalam jangka waktu tertentu perlu dilakukan *shut down maintenance* yaitu pemeliharaan seluruh peralatan proses untuk pembersihan dan perbaikan alat. Setelah pemeliharaan dan pembersihan selesai, maka proses bisa kembali dijalankan (*start up*). Pada masa *start up* ini diharapkan proses dapat berjalan dengan lancar dan baik.

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, 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.

Dalam pengaturan dan pengendalian kondisi operasi dan peralatan proses sangatlah diperlukan adanya peralatan (instrumentasi) kontrol.

Di mana instrumentasi ini merupakan suatu alat penunjuk atau indikator, suatu perekam, atau suatu pengontrol (controller). Dalam industri kimia banyak variabel yang perlu diukur dan dikontrol, seperti tekanan, temperatur, ketinggian cairan, kecepatan aliran dan sebagainya.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dalam pengendalian proses suatu pabrik industri. Dengan adanya instrumentasi yang memadai, maka bagian-bagian dari pabrik yang penting memerlukan pengendalian operasi/proses. Pengendalian operasi/proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar diperlukan secara cermat dan akurat. Pengetahuan akan pemilihan alat-alat pengendalian proses ini penting karena menyangkut harga peralatan itu sendiri yang cukup mahal.

Umumnya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya meliputi :

1. Proses Manual

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

2. Proses Otomatis

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

a. Sensing element / Primary elemen.

Merupakan elemen yang dapat mendeteksi adanya dari variabel yang diukur.

b. Elemen pengukur

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

c. Elemen pengontrol

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

d. Elemen proses sendiri

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

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

- Menjaga variabel proses pada batas operasi aman
- Kualitas produksi lebih terjamin
- Memudahkan pengoperasian suatu alat
- Kondisi berbahaya dapat diketahui lebih awal dengan menggunakan alarm peringatan.
- Efisiensi kerja akan lebih meningkat.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumentasi yaitu :

- Jenis instrumentasi
- Range yang diperlukan untuk pengukuran
- Ketelitian yang dibutuhkan
- Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses
- Faktor ekonomi

Dengan adanya instrumentasi ini, diharapkan semua proses akan dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan apa yang diharapkan.

Pada pra rencana pabrik Natrium Benzoat ini dipasang beberapa alat kontrol sebagai berikut :

1. Level Controller (LC)

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

2. Level Indicator (LI)

Alat ini berfungsi untuk mengetahui ketinggian fluida yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan, dan mengetahui masih tidaknya ketersediaan bahan dalam tangki.

3. Temperatur Controller (TC)

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

4. Flow Controller (FC)

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

5. Weight Controller (WC)

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan pada berat bahan bahan masuk agar tetap konstan.

Secara keseluruhan, instrumentasi peralatan pabrik *Sodium Benzoate* dapat dilihat pada tabel

Tabel 7.1. Instrumentasi peralatan pabrik

No	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1.	Bin Asam Benzoat	F-113	WC
2.	Bin Karbon Aktif	F-118	WC
3.	Tangki Pelarutan Na ₂ CO ₃	F-114	TC, LI, FC
4.	Reaktor	R-110	TC, WC
5.	Tangki Penampung	F-122	LI, FC
6.	Evaporator	H-120	TC,FC
7.	Barometric kondensor	B-124	TC
8.	cooler	E-126	TC
9.	Kristalizer	X-127	TC
10.	Tangki penampung	F-128	LI

7.2. Keselamatan Kerja

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

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah sebagai berikut :

a. Latar belakang pekerja

Merupakan sifat atau karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya yang dapat mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaannya, sehingga dapat menyebabkan kelalaian pekerja.

b. Kelalaian pekerja

Adanya sikap gugup, tegang, mengabaikan keselamatan, dan lain-lain, akan menyebabkan pekerja akan melakukan tindakan yang tak aman.

c. Tindakan yang tidak aman dan bahaya mekanis atau fisik

Tindakan yang tidak aman dari pekerja, seperti berdiri dibawah beban tersuspensi, menjalankan mesin tanpa pelindung, atau bahaya mekanis, seperti gear yang tidak dilindungi, penerangan yang tidak cukup dan sebagainya.

d. Kecelakaan

Kecelakaan ini dapat berupa jatuhnya pekerja, pekerja tertumbuk benda yang melayang, pekerja yang terbentur benda yang jatuh dari atas dan sebagainya sehingga dapat menimbulkan luka.

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

1. Keselamatan konstruksi

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

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

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

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

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

5. Penyediaan alat-alat pencegahan kebakaran, baik akibat listrik maupun api.

6. Ventilasi

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

7. Tangki-tangki

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

- Perencanaan tangki harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain-lain.
- Pemasangan alat-alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu pressure control, level control dan temperatur control.

8. Reaktor

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

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

9. Perpipaian

- Jalur proses yang terletak diatas permukaan tanah lebih baik daripada diletakkan dibawah tanah, karena dapat menyebabkan timbulnya bahaya akibat kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran.

- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk mengamankan operasi. Jika terjadi kebocoran pada check valve sebaiknya diatasi dengan pemasangan block valve disamping check valve tersebut.
- Sebelum pipa-pipa dipasang, sebaiknya dilakukan tes hidrostatik yang bertujuan untuk mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian-bagian tertentu atau pada bagian fondasi.

10. Karyawan

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

11. Listrik

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

12. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran.

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

- Larangan merokok dilingkungan pabrik, kecuali pada tempat-tempat ya telah disediakan.
- Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempa yang panas.
- Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.

7.2.1. Pengamanan Alat

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

7.2.2. Keselamatan Kerja Karyawan

Pada karyawan, terutama operator, perlu diberikan bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwanya maupun jiwa orang lain. Alat pelindung yng diperlukan pada pra rencana pabrik dapat terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik Natrium Benzoat

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Storage, bagian proses, laboratorium
2.	Helm pengaman	Bagian proses, gudang, utilitas, storage
3.	Sepatu karet	Bagian proses, utilitas
4.	Sarung tangan	Gudang, bagian proses, laboratorium
5.	Isolasi panas	Reaktor, heater, pipa, utilitas
6.	Pemadam kebakaran	Gudang, bagian proses, storage, utilitas

7.3. Perlakuan Proses dan Bahan Berbahaya

Untuk proses dan bahan-bahan yang berbahaya memerlukan perlakuan dan peralatan yang perlu diperhatikan secara khusus :

1. Asam Benzoat

Asam benzoat merupakan zat kimia yang berbahaya, karena bersifat korosif dan menyebabkan luka bakar bila kontak dengan bahan ini. Asam benzoat dapat menghasilkan uap bila kontak dengan udara, sehingga apabila uap bahan ini bila tersedot ke dalam pernafasan dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan dapat menyebabkan kematian. Oleh sebab itu penyimpanannya harus dilakukan di dalam tempat yang tertutup yang jauh dari keramaian. Para pekerja yang menangani bahan ini dilengkapi dengan sarung tangan, pakaian dan masker pelindung.

2. Natrium Karbonat

Natrium karbonat merupakan bahan yang mudah menguap dan bersifat iritan apabila terhirup dapat menyebabkan iritasi paru-paru, oleh karena itu para pekerja harus dilengkapi dengan masker serta sarung tangan agar tidak terjadi kecelakaan kerja. Sifat yang mudah menguap juga membuat natrium karbonat harus disimpan dalam wadah tertutup.

BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat diperlukan untuk menunjang jalannya proses dalam suatu industri kimia. Pada pra rencana pabrik Natrium Benzoat ini terdapat empat unit utilitas, yaitu :

- Unit penyediaan steam
- Unit penyediaan air
- Unit penyediaan listrik
- Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Pengolahan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah air umpan boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses ini mempunyai kondisi :

- Tekanan : 198,54 kPa.
- Temperatur 120 °C

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (soluble matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (organic matter)
- Silika, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- a. Tidak boleh membuih (berbusa)

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

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

Untuk mengatasi hal ini adanya pengontrolan yang baik terhadap adanya kandu lumpur, kerak dan alkalinitas air umpan boiler.

b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

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

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas-gas 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 :

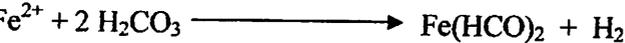


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO₂, karena adanya pemanasan dan adanya tekanan. CO₂ 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 CO₂ lagi.

Reaksi yang terjadi :



8.2. Unit Penyediaan Air

a. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam sebesar 3716,0310 kg/jam. Air umpan

boiler disediakan dengan excess 20 % sehingga kebutuhan air umpan boiler sebanyak 2789,3220 kg/jam. Excess 20 % ini digunakan sebagai pengganti steam yang hilang.

Steam yang digunakan mempunyai tekanan 198,54 kPa dan temperatur 120°C. Steam yang telah menjadi kondensat dikembalikan lagi ke tangki penampung steam.

Air umpan boiler tersebut mempunyai syarat sebagai berikut :

- Total padatan (total dissolved solid) = 3.500 ppm
- Alkalinitas = 700 ppm
- Padatan terlarut (suspended solid) = 300 ppm
- Silika = 60-100 ppm
- Besi = 0,1 mg/L
- Tembaga = 0,5 mg/L
- Oksigen = 0,007 mg/L
- Kesadahan (hardness) = 0
- Kekeruhan (turbidity) = 175 ppm
- Minyak = 7 ppm
- Residual fosfat = 140 ppm

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

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S dan NH₃.
- Zat-zat yang dapat menyebabkan busa, yaitu organik, anorganik dan zat-zat tak terlarut dalam jumlah besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan harus diolah dulu, melalui :

- Demineralizer untuk menghilangkan ion-ion pengganggu.
- Deaerator untuk menghilangkan gas-gas impuritis yang terlarut.

b. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, air untuk mencuci, mandi, taman dan lain-lain. Air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 1492,3884 Kg/jam.

Standart air sanitasi yang harus dipenuhi :

- Syarat fisik :
 - Tidak berwarna
 - Tidak berbau
 - Tidak berbusa
 - Mempunyai suhu dibawah suhu udara
- Syarat kimia:
 - Tidak beracun
 - Tidak mengandung bakteri non patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air.

c. Air Pendingin

Air yang berfungsi sebagai pendingin pada proses ini dibutuhkan sebanyak 1727,6042 kg/jam. Air digunakan sebagai media pendingin dengan alasan sebagai berikut:

- Air merupakan materi yang banyak tersedia
- Mudah dikendalikan dan mudah dalam penggunaannya
- Dapat menyerap panas dengan baik
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

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

- Hardness, yang memberikan efek pada terbentuknya kerak
- Besi menyebabkan korosi
- Silika menyebabkan kerak
- Minyak menyebabkan menurunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

d. Air Proses

Air proses digunakan untuk melarutkan Natrium karbonat di tangki pelarutan natrium karbonat (M-116) menjadi 48%, Air proses yang dibutuhkan sebesar 1485,4325 Kg/jam.

8.3. Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air kawasan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi dan air umpan boiler. Dasar penggunaan air kawasan karena pabrik sodium benzoat lokasinya terletak di PIER Kabupaten Pasuruan.

Air kawasan tersebut siap untuk diolah sesuai dengan fungsi penggunaannya, sebagai berikut :

a. Pengolahan air sanitasi

Air dipompakan dari bak air bersih (F-112) menuju ke bak klorinasi (F-230) dengan pompa (L-231) untuk dilakukan proses klorinasi dengan menambahkan desinfektan klorin (Cl_2). Kemudian dipompa ke bak air sanitasi dengan pompa (L-232) dan siap digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

b. Pengolahan air pendingin

Air dari bak air bersih (F-112) dipompa (L-223) menuju bak air pendingin (F-222). Keluar itu air dipompa menuju peralatan dengan pompa (L-221) dan air sisa pendingin didinginkan kembali pada cooling tower (P-220) dan air tersebut dialirkan kembali ke bak air pendingin sebagai recycle.

c. Air proses

air proses diambil dari bak (F-114) dan kemudian dialirkan ke alat yang diperlukan sebagai air proses.

d. Pelunakan air umpan boiler

Pelunakan air dilakukan dengan proses petukaran ion dalam *ion exchanger column* (D-110), Kation exchanger yang digunakan adalah resin 001X7 dan anion exchanger yang digunakan adalah 201X7.

Keluar dari tangki demineralizer, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-114). Air lunak ini digunakan sebagai air umpan boiler dan air proses. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak dipompa (L-115) ke tangki deaerator untuk menghilangkan gas-gas impuritis pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan steam. Keluar dari deaerator (D-116), air lalu diumpankan ke boiler (Q-118) dengan pompa (L-117). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan sedangkan air proses dialirkan dari bak air sanitasi menuju ke peralatan.



8.4. Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra rencana pabrik sodium benzoat ini adalah 458,9 kW yang meliputi :

- Proses : 32.824 kW
- Penerangan : 315 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumentasi dan lain-lain diperoleh dari PLN dan generator diesel berkekuatan 750 KW.

8.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan bahan padat, cair maupun gas yang dapat bereaksi dengan oksigen secara eksotermal. Bahan bakar yang dibutuhkan dalam Pra Rencana Pabrik Natrium benzoat adalah pada boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah batu bara dan diesel oil.



BAB IX

TATA LETAK PABRIK

Di dalam bab ini, dibahas mengenai tata letak gedung serta peralatan proses pabrik sodium benzoate . Tata letak pabrik adalah suatu penempatan bangunan dan peralatan dalam pabrik yang meliputi areal proses, areal penyimpanan dan areal material handling yang dibuat sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien.

Dalam penentuan tata letak pabrik sodium benzoate, hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan air, steam, bahan bakar dan listrik.

- Kemungkinan perluasan pabrik dimasa yang akan datang.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti : kebakaran, ledakan, timbulnya gas/asap dan lain-lain.
- Adanya ruang gerak yang cukup untuk karyawan dan pemindahan barang-barang.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik (waste disposal)
- Pondasi dari peralatan kerja (mesin-mesin)
- Bentuk kerangka bangunan, atap dan tembok.
- Penerangan bangunan dan tembok.
- Penerangan ruangan
- Ventilasi yang baik

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi 2 bagian :

1. Tata letak bangunan
2. Tata letak peralatan

9.1. Tata Letak Bangunan Pabrik

Pengaturan tata letak ruang daripada unit-unit bangunan dalam suatu pabrik, dapat dilaksanakan dengan sedemikian rupa sehingga :

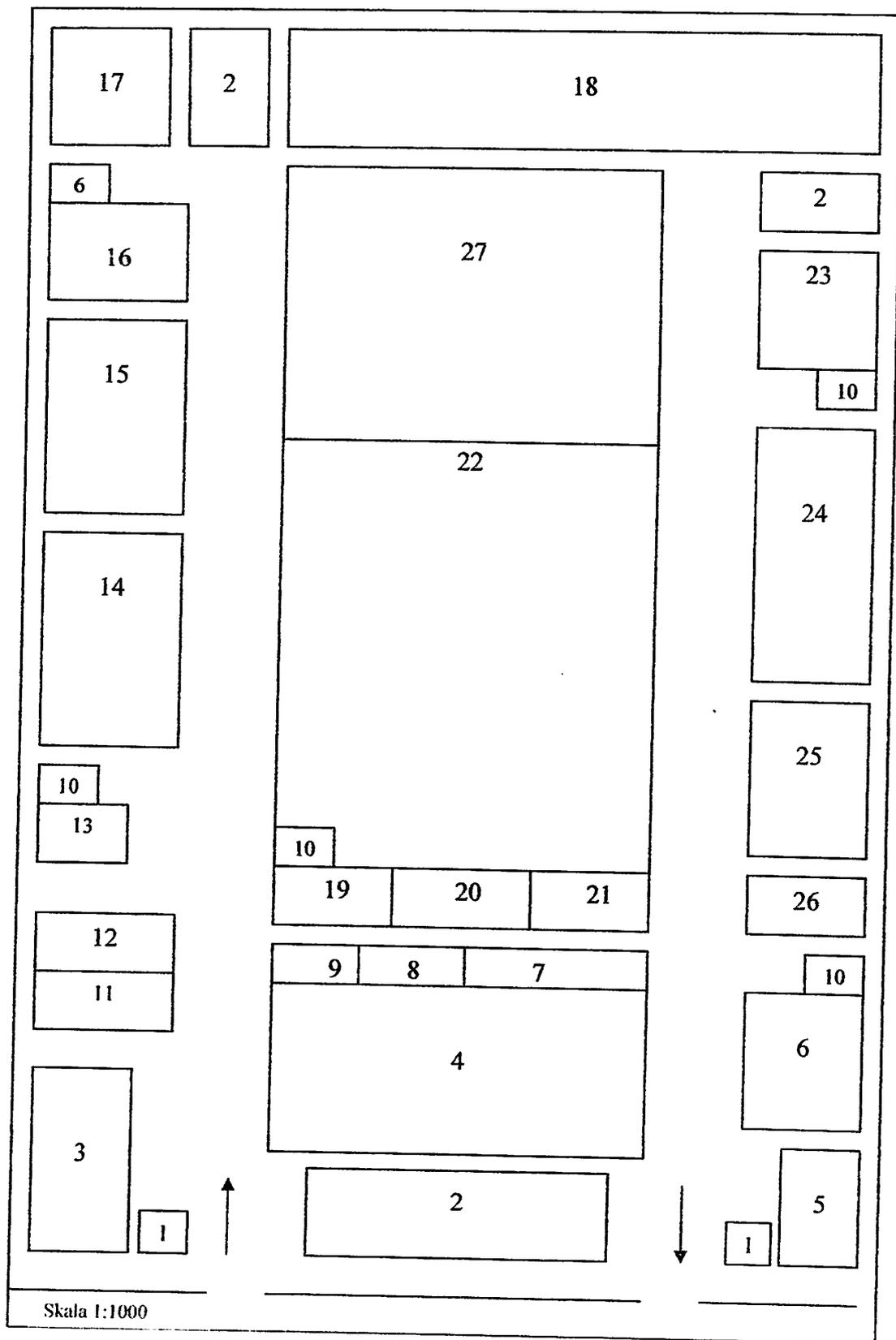
- a) Pemakaian areal tanah sekecil mungkin

- b) Letak bangunan sesuai dengan urutan proses
- c) Letak bangunan kantor dan bangunan untuk proses harus terpisah, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya bahaya yang akan timbul
- d) Bahan baku maupun produk dapat diangkut dengan mudah
- e) Tersedianya areal tanah untuk jalan maupun perluasan pabrik
- f) Ventilasi dan penerangan yang cukup pada bangunan pabrik.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan adalah sebagai berikut :

No.	Keterangan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1.	Pos keamanan	4 x 4	16
2.	Taman	10 x 40	400
3.	Tempat parkir karyawan	20 x 10	200
4.	Kantor pusat	50 x 20	1000
5.	Tempat parkir tamu	12 x 10	120
6.	Aula (gedung serbaguna)	60 x 70	420
7.	Perpustakaan	16 x 5	80
8.	Musholla	14 x 5	70
9.	Poliklinik	10 x 6	60
10.	Toilet	3 x 3	9
11.	Kantin	12 x 5	110
12.	Koperasi	14 x 5	120
13.	Pos pemeriksaan bahan baku	8 x 4	32
14.	Gudang bahan baku asam benzoat	18 x 27	438
15.	Gudang bahan baku natrium karbonat	20 x 13	260
16.	Pemadam kebakaran	8 x 10	80
17.	Ruang bengkel	20 x 20	400
18.	Area utilitas	200 x 25	5000

19.	Laboratorium	10 x 20	200
20.	Ruang kontrol	8 x 8	64
21.	Ruang kepala pabrik dan staf	10 x 10	100
22.	Area proses	200 x 100	20000
23.	Kantor penelitian dan pengembangan	10 x 12	120
24.	Gudang produk	27 x 18	486
25.	Parkir truk	10 x 30	300
26.	Timbangan truk	10 x 4	40
27.	Area perluasan pabrik		12000
	Jumlah		42157



Gambar 9.1. Tata Letak Pabrik Sodium Benzoat

Keterangan gambar 9.1 :

1. Pos Keamanan
2. Taman
3. Tempat parkir karyawan
4. Kantor Pusat
5. Tempat parkir tamu
6. Aula (Gedung Serbaguna)
7. Perpustakaan
8. Musholla
9. Poli Klinik
10. Toilet
11. Kantin
12. Koperasi
13. Pos Pemeriksaan Bahan Baku
14. Gudang Bahan Baku Asam benzoat
15. Gudang Bahan Baku Natrium Karbonat
16. Pemadam Kebakaran
17. Ruang Bengkel
18. Area Utilitas
19. Laboratorium
20. Ruang Kontrol
21. Ruang Kepala Pabrik dan Staf
22. Area Proses
23. Kantor Penelitian dan Pengembangan
24. Gudang Produk
25. Parkir Truk
26. Timbangan Truk
27. Area Perluasan Pabrik

9.2. Tata Letak Peralatan

Sedangkan hal-hal yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak peralatan dari pabrik Sodium benzoate adalah:

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lainnya, dengan tujuan untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan serta dapat menjamin keselamatan.
- Diusahakan agar setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya.
- Masing-masing sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasian.
- Diusahakan agar dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan.

J-112

F-113

F-118

X-127

R-110

V-120

C-131

C-136

J-137

H-121

B-130

F-138

J-115

M-116

Gambar 9.2. Tata Letak Peralatan

Keterangan gambar 9.2:

J-112 : Flexible Screw Conveyor

F-113 : Bin Asam Benzoat

F-118 : Bin Karbon Aktif

R-110 : Reaktor

J-115 : Flexible Screw Conveyor

M-116 : Tangki Pelarutan Natrium Karbonat

H-121 : Filter Press

V-120 : Evaporator

X-127 : Kristalizer

C-131 : Centrifugal Separator

B-130 : Rotary Drier

C-131 : Hammer Mill

J-131 : Flexible Screw Conveyor

F-138 : Tangki Pengemasan

BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

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

Elemen dasar itu terdiri dari :

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

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

X.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk	: Perseroan terbatas
Lokasi pabrik	: PIER, Pasuruan, Jatim
Kapasitas produksi	: 30.000 ton/tahun
Modal	: Penanaman modal dalam negeri, Penanaman modal asing.

Pabrik Sodium Benzoat ini direncanakan berstatus swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan :

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

X.2. Struktur Organisasi Perusahaan.

Struktur organisasi perusahaan ini adalah sistem garis dan staff, alasan pemakaian sistem ini adalah :

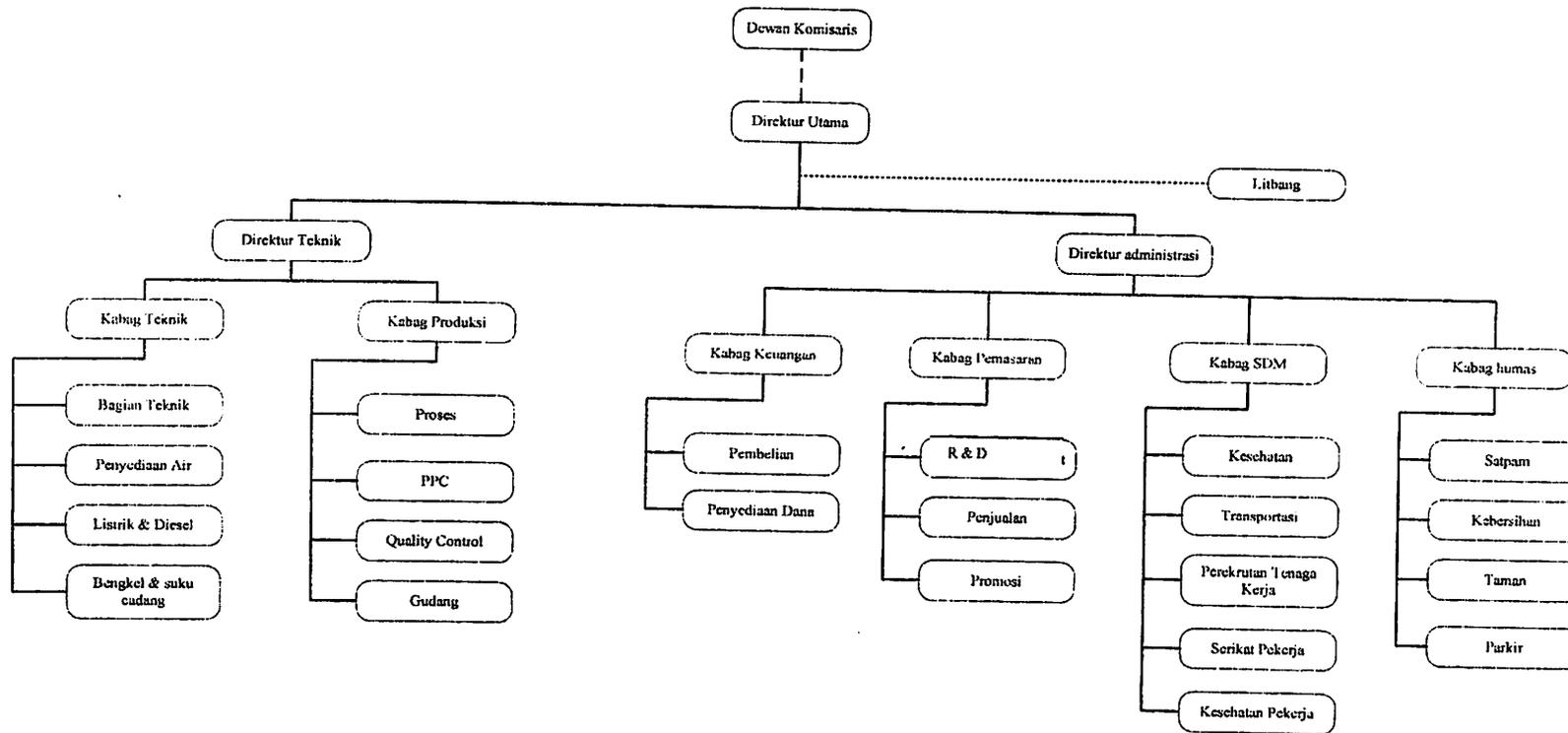
- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus-menerus dan berproduksi secara massal.
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.

- Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris.
- Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasihat dan saran kepada direktur.

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

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

Bagan struktur organisasi diberikan pada gambar 10.1



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pabrik Sodium benzoate

X.3. Pembagian tugas dan tanggung jawab dalam organisasi

A. Pemegang Saham

Adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dengan batasan sesuai dengan jumlah saham yang dimilikinya, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggung jawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan.

Pemegang saham harus menanam saham paling sedikit satu tahun, kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham, dan merekalah yang memilih direktur dan komisaris dalam rapat umum pemegang saham (RUPS) serta menentukan gaji direktur tersebut.

B. Dewan Komisaris

Dewan komisaris bertindak sebagai wakil dari pemegang saham, komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu oleh RUPS apabila ia bertindak bertentangan dengan anggaran dasar atau kepentingan perseroan tersebut. Dewan komisaris dipilih dalam RUPS dari kalangan pemegang saham yang mempunyai saham terbanyak dari perseroan tersebut.

Tugas dewan komisaris :

- Mengawasi direktur agar tindakan tidak merugikan perusahaan.
- Menetapkan kebijakan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pegawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan direktur.

- Memberikan nasihat pada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

C. Direktur Utama

Direktur utama adalah pimpinan yang bertanggung jawab pada dewan komisaris, dan membawahi :

- Direktur teknik
- Direktur keuangan dan administrasi

Tugas dan wewenang direktur utama :

- Bertanggung jawab pada dewan komisaris.
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tat-tertib baik keluar maupun kedalam perusahaan.
- Mengkoordinasikan kerja sama antara direktur teknik dan produksi dengan direktur keuangan dan administrasi.
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan.
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan.

D. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab kepada direktur utama dalam hal :

- Biaya-biaya produksi
- Laba-rugi perusahaan
- Neraca keuangan.
- Administrasi perusahaan

E. Direktur Administrasi

Direktur administrasi ini berkaitan dengan kegiatan produksi, tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik, karena dalam perusahaan, direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dalam lingkungan eksternal perusahaan, dengan membawahi :

- Keuangan
- Sumber daya manusia (SDM)
- Hubungan masyarakat (Humas).

Tugas utamanya adalah memajemen kegiatan perusahaan diluar kegiatan perusahaan.

Kepala Bagian

Tugas dan wewenang kepala bagian :

- Membantu direktur teknik dan produksi atau direktur keuangan dan administrasi dalam melaksanakan aktifitas pada bagian masing-masing.
- Memberikan pengawasan dan pengarahan terhadap seksi-seksi dibawahnya.
- Menyusun laporan dari hasil oleh bagian masing-masing.
- Bertanggung jawab atas kerja bawahannya.

F. Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknik adalah kepala bagian yang bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan erat dengan produksi. Dalam hal ini bukan produksi secara langsung, tetapi sebagai penunjangnya dalam proses produksinya, yang membawahi :

- *Divisi teknik*

Bertugas untuk merawat, memelihara dan mempersiapkan peralatan serta fasilitas yang digunakan untuk proses produksi.

- *Divisi listrik dan diesel*

Bertugas dalam mempersiapkan listrik, baik berasal dari PLN maupun dari diesel guna menunjang kelangsungan proses produksi.

- *Divisi penyediaan air*

Bertugas mensuplai air yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

- *Divisi bengkel dan suku cadang*

Bertugas memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya, agar peralatan tersebut dapat digunakan lagi dalam proses produksi.

G. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi adalah kepala bagian yang bertanggung jawab di atas semua kegiatan produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksidan pengendalian mutu produksi.

- *Divisi PPC*

Perencanaan produksi merancang kebutuhan bahan baku, meramal dari produksi yang akan dibuat, dengan perencanaan yang baik akan menghasilkan produk yang baik pula.

- *Divisi proses*

Bertugas dalam segala hal yang berkaitan dengan kegiatan produksi secara langsung dalam hal ini masih terbagi atas divisi-divisi kecil yang menangani secara khusus mengenai spesialisasi prosesnya.

- *Divisi quality control*

Bertugas pengepakan atau pengemasan produk jadi serta merencanakan pengiriman produksi keluar pabrik.

- *Pengendalian mutu dan laboratorium*

Bertugas mengawasi dan mengontrol kualitas produksi, agar produksi yang diterima konsumen mempunyai kualitas yang sesuai dengan standart yang telah ditetapkan sama seperti divisi lainnya. Divisi yang tergabung dalam bagian produksi mempunyai tugas masing-masing dan bertanggung jawab langsung terhadap kepala bagian produksi.

H. Penelitian dan Pengembangan

Bertugas dalam meneliti dan mengembangkan penggunaan bahan baku dan produksi yang lebih baik dan ekonomis, dimana orang-orang yang duduk didalamnya merupakan orang ahli dalam bidangnya masing-masing. Penelitian dan pengembangan juga dapat berfungsi sebagai staf ahli yang mengontrol dan menanggulangi masalah yang timbul.

I. Kepala Bagian Pemasaran

Bertugas menentukan daerah pemasaran dan melakukan riset market serta menangani masalah promosi. Kepala bagian pemasaran membawahi divisi-divisi sebagai berikut :

- *Divisi market dan proses riset*

Bertugas meneliti dan mengupayakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dengan tepat sehingga hasil produksi mempunyai harga jual yang terjangkau.

- *Divisi penjualan*

Bertugas menjual hasil produksi dengan harga jual yang telah ditetapkan dan juga memiliki tugas mengatur pembelian bahan baku dan peralatan lainnya.

- *Divisi promosi*

Bertugas mengenalkan produksi kepada konsumen yang membutuhkan atau pabrik-pabrik lainnya yang menggunakannya, selain itu juga menarik minat konsumen untuk membeli.

J. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia

Bertugas untuk merencanakan, mengelola dan mendayagunakan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekrut sumber daya manusia yang baru. Kepala bagian ini bertanggung jawab terhadap direktur administrasi, selain itu kepala bagian SDM juga mempunyai tugas untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karier, penempatan karyawan.

- *Divisi kesehatan*

Bertugas untuk memperhatikan dan menjaga kesehatan karyawan, berbentuk klinik dengan seorang dokter untuk mengantisipasi apabila terjadi kecelakaan pada waktu kegiatan pabrik berlangsung, selain itu juga bertugas untuk melakukan test kesehatan bagi karyawan baru.

- *Divisi transportasi*

Bertugas mengatur karyawan, khususnya bagi karyawan wanita yang bekerja untuk shift malam.

- *Kesejahteraan pekerja divisi*

Bertugas mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan pekerja, baik itu tunjangan, pemberian cuti, JAMSOSTEK, sampai mengatur pensiun karyawan.

- *Divisi serikat pekerja*

Divisi ini berdasarkan atas amanat pemerintah yang mengurus serikat pekerja maupun dalam membuat perjanjian kerja.

- *Divisi perekrutan tenaga kerja*

Bertugas mencari tenaga kerja baru dengan penyebaran iklan lowongan, pengadaan test, pelatihan pekerja baru.

K. Kepala Bagian Keuangan

Kepala Bagian keuangan bertugas mengatur keuangan serta menangani penyediaan serta pembelian baik bahan baku maupun peralatan, dan bertanggung jawab kepada direktur administrasi mengenai pengeluaran dan pemasukan keuangan.

L. Kepala Bagian Hubungan Masyarakat

Kepala bagian humas bertugas yang berhubungan dengan lingkungan luar perusahaan, mulai dari keamanan, keindahan taman, dan pengelolaan area parkir. Tugas lainnya adalah menerima serta menyeleksi mahasiswa yang akan

melaksanakan praktek kerja nyata (PKN), divisi dibawahnya meliputi :
satpam, cleaning service, taman, parkir.\

X.4. Jadwal Jam Kerja

Pabrik direncanakan bekerja dan beroperasi selama 330 hari di dalam satu tahun selama 24 jam dalam sehari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi, atau yang dikenal dengan istilah shut down.

Sesuai dengan peraturan pemerintah dalam jumlah jam kerja untuk karyawan adalah 40 jam dalam satu minggu, yang dibedakan dalam dua bagian, yaitu :

a. Untuk pegawai non shift :

Senin-kamis : 08.00 – 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 08.00 – 16.00 (istirahat 11.00 – 13.00)

Sabtu : 08.00 – 13.00

b. Untuk pegawai shift :

Untuk karyawan yang bekerja di pabrik (ada 3 shift karyawan), jam kerja untuk masing-masing shift :

Shift I : 07.00 – 15.00

Shift II : 15.00 – 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00

Untuk menjaga kelancaran pelaksanaan jam kerja secara bergilir, maka karyawan dibagi menjadi 4 regu, yaitu : A, B, C dan D. Dengan 4 regu kerja dan 3 regu kerja (shift) maka 1 regu kerja merupakan regu pengganti

(cadangan). Adapun penggantian shift baru regu dapat dilihat pada tabel 10.1. dibawah ini :

Tabel 10.1 Jadwal kerja karyawan pabrik

<i>Hari</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Regu A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P
Regu B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S
Regu C	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M
Regu D	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L

X.5. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan.

Penggolongan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dan struktur organisasi pada pra rencana pabrik Sodium Benzoat:

1. Direktur utama
2. Direktur
3. Kepala bagian
4. Kepala divisi
5. Operator (tenaga pelaksana)

Sedangkan latar belakang pendidikan yang harus dimiliki oleh karyawan berdasarkan kedudukannya dan struktur organisasinya sebagai berikut :

- a. Direktur utama : Sarjana teknik kimia
- b. Direktur
 - Direktur teknik : Sarjana teknik kimia
 - Direktur administrasi : Sarjana administrasi
- c. Kepala bagian
 - Kepala bagian teknik : Sarjana teknik mesin
 - Kepala bagian produksi : Sarjana teknik kimia

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Kepala bagian pemasaran | : Sarjana ekonomi |
| Kepala bagian SDM | : Sarjana Psikologi |
| Kepala bagian keuangan | : Sarjana ekonomi-akuntansi |
| Kepala bagian humas | : Sarjana hukum |
| d. Kepala litbang | : Sarjana teknik kimia |
| e. Kepala bagian teknik | |
| Kepala bagian teknik | : Sarjana teknik mesin |
| Kepala bagian listrik dan diesel | : Sarjana teknik elektro |
| Kepala bagian penyediaan air | : Sarjana teknik lingkungan |
| Kepala bagian bengkel | : Sarjana teknik elektro |
| f. Kepala bagian produksi | |
| Bagian perencanaan produksi | : Sarjana teknik kimia |
| Bagian proses | : Sarjana teknik kimia |
| Bagian quality control | : Sarjana teknik kimia |
| Bagian gudang | : Diploma 3 teknik |
| g. Kepala bagian pemasaran | |
| Bagian market dan proses riset | : Sarjana ekonomi |
| Bagian penjualan | : Sarjana ekonomi |
| Bagian promosi | : Sarjana desain grafis |
| h. Kepala bagian sumber daya manusia | |
| Bagian kesehatan | : Sarjana kedokteran |
| Bagian transportasi | : Diploma ekonomi |
| Bagian perekrutan tenaga kerja | : Sarjana psikologis |

Bagian serikat kerja	: Sarjana hukum
Bagian keselamatan kerja	: Sarjana psikologis
i. Kepala bagian keuangan	
Bagian pembelian	: Sarjana ekonomi
Bagian penyediaan dana	: Sarjana ekonomi
j. Kepala bagian humas	
Bagian satpam	: Purnawirawan ABRI
Bagian kebersihan	: Diploma ekonomi
Bagian taman	: Diploma pertanian
Bagian parkir	: SLTA

X.6. Perencanaan Jumlah Karyawan

Dalam pra rencana pabrik Sodium benzoate ini terdapat 4 tahapan proses dengan

$$\text{Kapasitas produksi} = \frac{30,000 \text{ ton/tahun}}{330 \text{ hari/tahun}} = 90,0 \text{ ton/hari}$$

Dari Timerhouse hal 198 fig 6.8 untuk peralatan sedang didapat 48 (orang jam/hari) tiap tahapan proses.

Ada 4 tahapan proses dalam pra rencana pabrik Sodium benzoate, sehingga didapat :

$$\text{Jumlah karyawan} = 48 \times 4 = 192 \text{ orang jam/hari}$$

Dalam satu hari karyawan shift bekerja selama 8 jam/hari, maka :

$$= \frac{192}{8} \text{ orang /shift. hari}$$

$$= 24 \text{ orang/shift.hari}$$

Karena terdapat 3 regu shift, maka karyawan proses yang bekerja per hari adalah = 24×3 orang/shift = 72 orang/hari

Jadi tenaga operasional yang dibutuhkan adalah 72 orang.

Jumlah karyawan yang dibutuhkan ditabelkan pada tabel 10.2.

Tabel 10.2. Daftar jumlah karyawan

No.	Bagian	Jumlah karyawan
1	Dewan komisaris	5
2	Direktur utama	1
3	Direktur	2
4	Litbang	3
5	Sekretaris	1
6	Kepala bagian	6
7	Unit produksi	6
8	Unit utilitas	6
9	Unit bengkel & suku cadang	6
10	Unit perencanaan produksi	5
11	Unit proses	72
12	Unit pengendalian mutu	6
13	Unit gudang	5
14	Unit kesehatan	5
15	Unit kesejahteraan pegawai	5
16	Unit serikat pekerja	5
17	Unit pembelian	5
18	Unit transportasi	5
19	Unit keuangan	2
20	Unit riset and development	5
21	Unit penjualan	5
22	Unit promosi	5
23	Satpam	8
24	Kebersihan	8
25	Taman	6
26	Parkir	4
Total		192

X.7. Sistem Pengupahan Karyawan

Ada pabrik ini sistem upah berbeda-beda tergantung pada status karyawan dan tingkat pendidikan, serta besar kecilnya kedudukan, tanggung jawab dan keahliannya. Menurut status karyawan pabrik dapat dibagi menjadi tiga golongan, dengan didasarkan atas kebutuhan dan perbedaan status ini, maka sistem pengupahan pada pabrik ini adalah :

- Upah bulanan

Upah bulanan diberikan kepada karyawan tetapi besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada akhir bulan.

- Upah mingguan

Upah harian diberikan kepada karyawan harian tetapi yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada setiap akhir pekan.

- Upah borongan

Upah borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau karyawan borongan yang besarnya tidak tetap, tergantung pada macam pekerjaan yang dilakukan dan diberikan setelah pekerjaan itu selesai.

X.8. Jaminan Sosial

Selain mendapatkan gaji tetap setiap bulan, para karyawan juga menerima tunjangan atau jaminan sosial yang lain yang diberikan oleh perusahaan, sehingga kesejahteraan akan lebih terjamin dan diharapkan akan bekerja lebih giat.

1. Tunjangan tahunan

Dalam setahun sekali karyawan mendapat tunjangan sebesar gaji setiap bulan.

2. Insentif atau bonus

Insentif atau bonus yang diberikan tergantung pada keuntungan diakhir tahun dimana jumlah insentif tersebut tergantung pada jabatan dan golongan.

3. Perumahan

Perumahan diberikan terutama bagi karyawan yang menduduki jabatan penting, mulai dari direksi sampai kepala seksi.

4. Kesehatan

Untuk keperluan ini perusahaan menyediakan poliklinik, yaitu untuk pengobatan para karyawan yang menderita sakit atau kecelakaan kerja dan biaya ditanggung oleh perusahaan.

5. Cuti

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

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana pabrik Sodium benzoate ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Sodium benzoat tersebut. Cara untuk mengetahui jumlah investasi yang dibutuhkan oleh pabrik Sodium benzoat dapat menggunakan beberapa cara, antara lain :

1. *Internal rate of return* (IRR)
2. *Pay out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Retrn of Invesment* (ROI)

Untuk meninjau metode-metode diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa hal yang menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses.

11.1 Faktor – faktor Penentu

11.1.1 Total Capital Investment (TCI)

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi. TCI terdiri dari :

1. Fixed capital Investment (Modal Tetap)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dan fasilitas

FCI dibagi menjadi :

a. Direct cost

Yaitu modal yang langsung digunakan dalam proses, meliputi :

- Pembelian peralatan
- Instalasi dan pemasangan peralatan
- Instrumentasi dan kontrol
- Perpipaian
- Peralatan listrik
- Bangunan
- Tanah
- Fasilitas pelayanan
- Pengembangan lahan

b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan secara tidak langsung dikeluarkan untuk keperluan proses, meliputi :

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi
- Biaya kontraktor
- Biaya tak terduga

2. Work Capital Investment

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana biaya yang dikeluarkan dipengaruhi oleh besarnya kapasitas pabrik, meliputi :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu

- Pengemasan produk
- Biaya yang harus ada setiap bulannya (uang tunai) untuk membiayai pengeluaran rutin seperti gaji, pembelian bahan baku dan lain-lain.
- Pajak yang harus dibayar.
- Perhitungan penerimaan dan pengeluaran.
- Utilitas.

Sehingga : $TCI = FCI + WCI$

11.1.2. Biaya Produksi

Adalah biaya yang dikeluarkan tiap satu-satuan produksi. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

- Biaya produksi langsung (DPC)
- Biaya produksi tetap (FPC)
- Biaya overhead pabrik (POC)

b. Biaya umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.



Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

a. Biaya tetap

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

b. Biaya semi variabel (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan

11.1.3. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahan kondisi ini maka terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Sodium benzoat ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada www.matche.com



A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

- a. Modal langsung = Rp 180.103.734.897,-
- b. Modal tak langsung (Indirect Coast) = Rp. 8.778.611.113,-
- c. Total Production Cost (TPC) = Rp. 314.704.415.302
- d. Modal Tetap (FCI) = Rp. 520.915.417.857,-
- e. Modal Kerja (WCI) = Rp. 91.926.250.210,-
- f. Total Capital Investment (TCI) = Rp. 612.841.668.067,-

B. Biaya Pembuatan

- a. Biaya produksi langsung = Rp. 159.165.796.948
- b. Biaya produksi tetap = Rp. 67.719.004.321,-
- c. Biaya Over Head Pabrik = Rp. 33.359.115.475,-
- d. Biaya pengeluaran umum (GE) = Rp. 54.460.498.557
- e. Biaya produksi total (TPC) = Rp. 314.704.415.302,-

C. Analisa Profitabilitas

- a. Modal yang digunakan terdiri dari :
 - 1. Modal sendiri (60 %).
 - 2. Modal pinjaman (40 %).
- b. Bunga kredit = 15 % per tahun
- c. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- d. Umur pabrik 10 tahun
- e. Kapasitas produksi
 - Tahun I = 80 % dari produksi total
 - Tahun II = 100 % dari produksi total

f. Pajak penghasilan = 30 % per tahun

D. Menghitung biaya variabel (VC)

Total biaya variabel = Rp. 114.425.261.658,-

E. Biaya Semi Variabel (SVC)

Total biaya semivariabel = Rp. 129.753.305.169,-

F. Laba untuk kapasitas pabrik 100 %

Laba kotor = Rp. 171.295.584.698

Pajak penghasilan = 30% dari laba kotor

Laba bersih = Rp. 134.935.501.295

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (CA)

$C_A = \text{Rp. } 187.027.043.081$

Menghitung penilaian investasi :

1. POT

POT = 2,79 tahun

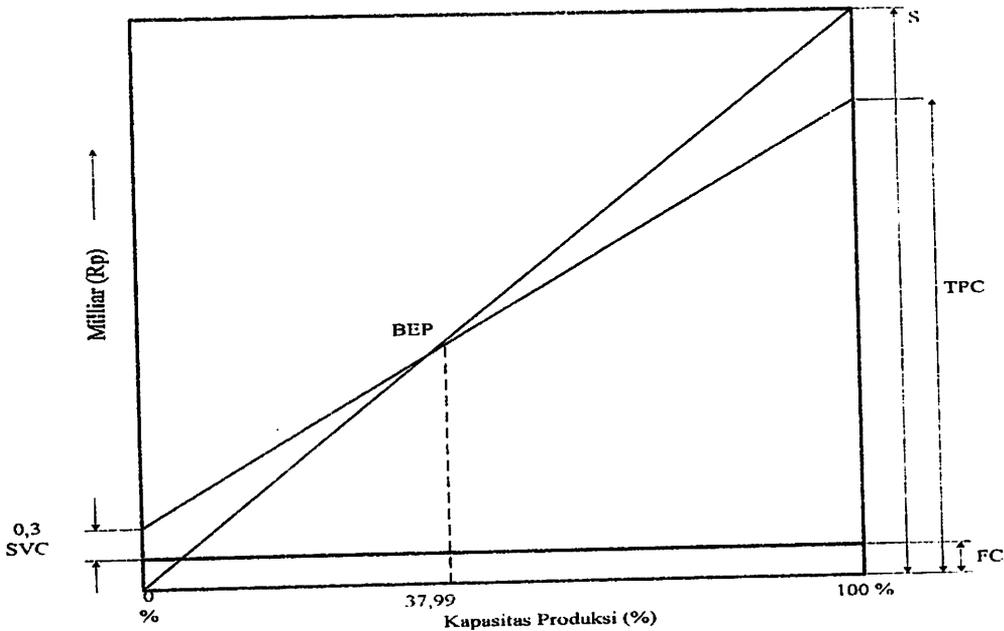
2. ROR

ROR_{BT} = 32,88 %

ROR_{AT} = 25,90 %

3. BEP = 37,99 %

Karena harga BEP diantara 30% - 60%, maka pabrik layak didirikan.



Gambar 11.1. Break Event Point Pra rencana pabrik Sodium Benzoat

SDP (shut down point)

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

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas = 3989,998 ton/tahun

NPV (net present value)

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai sekarang penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Langkah-langkah menghitung NPV :

a. Menghitung C_{A0} (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun :

$$C_{A-2} = \text{Rp. } 98.937.305.790,-$$

$$C_{A-1} = \text{Rp. } 148.405.958.685,-$$

$$C_{A-0} = - \text{Rp. } 247.343.264.475,-$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times Fd$$

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

Dimana : NPV = Net Present Value

C_A = Cash flow setelah pajak

Fd = faktor diskon

i = tingkat bunga bank

n = tahun ke-n

Tabel 11.1. Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun	Cash flow/ C_A (Rp)	Fd (i = 0,15)	NPV
0	-246,771,272,525	1	-246,771,272,525
1	148,062,763,515	0.8696	128,750,229,144
2	98,708,509,010	0.7561	74,637,813,996
3	98,708,509,010	0.6575	64,902,446,953
4	98,708,509,010	0.5718	56,436,910,394
5	98,708,509,010	0.4972	49,075,574,256
6	98,708,509,010	0.4323	42,674,412,396
7	98,708,509,010	0.3759	37,108,184,692
8	98,708,509,010	0.3269	32,267,986,689
9	98,708,509,010	0.2843	28,059,118,860
10	98,708,509,010	0.2472	24,399,233,791
Nilai Sisa	0	0.2472	0
WCI	92,251,401,373	0.2472	22,803,135,538
Jumlah :			314,343,774,185

Karena harga NPV positif maka pabrik layak didirikan.

4. IRR (internal rate of return)

Metode yang digunakan untuk menghitung tingkat bunga pada investasi. Harga IRR harus lebih tinggi dari tingkat bunga bank sehingga harus dipenuhi persamaan dibawah ini dengan cara trial.

$$IRR = i_2 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1)$$

Dimana : i_1 = besarnya bunga pinjaman tahun ke-1 yang ditrial 15 %

i_2 = besarnya bunga pinjaman tahun ke-2 yang ditrial 17 %

Tabel 11.2. Cash Flow untuk IRR selama 10 tahun

Thn	Cash Flow/CA (Rp)	Fd (i = 0,15)	PV1	Fd (i = 0,17)	PV2
0	-246,771,272,525	1	-246771272525.3810	1	-246771272525.3810
1	148,062,763,515	0.8696	128750229143.6770	0.8547	126549370525.8360
2	98,708,509,010	0.7561	74637813996.3345	0.7305	72107903433.5250
3	98,708,509,010	0.6575	64902446953.3343	0.6244	61630686695.3205
4	98,708,509,010	0.5718	56436910394.2038	0.5337	52675800594.2910
5	98,708,509,010	0.4972	49075574255.8294	0.4561	45022051789.9923
6	98,708,509,010	0.4323	42674412396.3734	0.3898	38480386145.2926
7	98,708,509,010	0.3759	37108184692.4986	0.3332	32889218927.6005
8	98,708,509,010	0.3269	32267986689.1292	0.2848	28110443527.8637
9	98,708,509,010	0.2843	28059118860.1124	0.2434	24026020109.2852
10	98,708,509,010	0.2472	24399233791.4021	0.2080	20535059922.4660
Nilai sisa	0	0.2472	0	0.2080	0
WCI	92,251,401,373	0.2472	22803135537.5937	0.2080	19191740145.9389
Jumlah		NPV ₁ =	314343774185.1070	NPV ₂ =	274447409292.0310

Dengan besarnya IRR = 32,76 % maka pabrik layak didirikan karena IRR > suku bunga bank (15 %).





BAB XII

KESIMPULAN

Pra rencana pabrik Sodium Benzoate ini diharapkan dapat mencapai produksi yang sesuai dengan tujuan, sehingga dari hasil produksi tersebut akan dapat memenuhi konsumsi dalam negeri dan menembus pasaran dunia sehingga dapat menambah devisa negara dari nilai ekspornya.

Dari hasil analisa, Pra rencana pabrik Sodium Benzoate ini cukup menguntungkan. Kesimpulan ini dapat diambil dengan memperhitungkan beberapa aspek berikut ini :

12.1. Aspek teknis

Bila ditinjau dari segi teknik, proses pembuatan Sodium Benzoate ini adalah baik. Disamping prosesnya tidak rumit, juga mempunyai kadar kemurnian yang tinggi sehingga sangat menguntungkan jika dipasarkan.

12.2. Aspek sosial

Bila dilihat dari segi sosial pendirian pabrik Sodium Benzoate ini sangat menguntungkan, karena :

- Dapat menciptakan lapangan pekerjaan.
- Meningkatkan pendapatan perkapita daerah sekitar lokasi pabrik.

12.3. Aspek lokasi

Dilihat dari segi lokasi pendiriannya pabrik Sodium Benzoate sangatlah menguntungkan, karena :

- Lokasi pabrik dekat dengan pemasaran produk
- Persediaan air yang memadai.
- Tersedianya sarana transportasi yang memadai, baik untuk pengangkutan bahan baku, maupun produk Sodium Benzoate.

12.4. Aspek pemasaran

Jika dilihat dari segi pemasaran produk Sodium Benzoate ini diperkirakan akan mendapatkan keuntungan yang cukup besar, karena :

- Sodium Benzoate merupakan bahan yang sangat diperlukan dalam industri bahan makanan dan bahan kimia.
- Pendirian pabrik Sodium Benzoate juga dapat menunjang program pemerintah dalam mewujudkan sektor perindustrian yang kuat.

12.5. Aspek ekonomi

Aspek ekonomi sangat diperlukan untuk melihat layak tidaknya suatu pabrik untuk didirikan, baik untuk rencana jangka panjang maupun rencana jangka pendek. Setelah dilakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap prarencana pabrik Sodium Benzoate, maka didapatkan data-data sebagai berikut :

Total Capital Investment	: Rp 612.841.668.067,-
ROI sebelum pajak	: 32,88 %
ROI setelah pajak	: 25,90 % > bunga bank : 15 % (layak didirikan)
Pay Out Time	: 2,79 tahun
Break Event Point	: 37,99 %
NPV	: Rp 314.939.164.801 ,- > 0 (layak didirikan)
Internal Rate Return	: 32,76 % > bunga bank : 15 % (layak didirikan)

Dari data-data diatas, dengan cara membandingkan dengan bunga bank saat ini untuk kredit usaha sebesar 15 % pertahun, maka pabrik Sodium Benzoate dari asam benzoate dan natrium karbonat dengan proses netralisasi layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, G.G, (1950), **Unit Operation**, 1st edition, John Willey and Sons Ibc, New York
- Brownell, L.E and Young, E.H, (1959), **Process Equipment Design**, 1st edition, John Willey and Sons Ibc, New York
- Geankoplis, C.J, (1993), **Transport Processes and Unit Operation**, 3rd edition, Prentice-Hall of India, New Delhi
- Hesse, H.C, (1945), **Process Equipment Design**, 1st edition, D, Van Nostrand Company, United States of America
- Hougen, O.A and Watson, K.M, (1954), **Chemical Process Principles**, 2nd edition, John Willey and Sons Ibc, New York
- Kern, D.Q, (1965), **Process Heat Transfer**, 1st edition, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore
- Mc Cabe, W.L, Smith, J.H and Harriot, P, (1985), **Unit Operation of Chemical Engineering**, 4th edition, Mc Graw- Hill Book Company, New York
- Othmer, D.P, (1979), **Encyclopedia of Chemical Tecnology**, Vol 6, 7, 5th edition, John Willey and Sons Ibc, New York
- Perry, J.H, (19xx), **Chemical Engineer's Handbook**, 7th edition, Mc Graw_ Hill Book Company, Tokyo
- Peters, M.S and Timmerhaus, K.D, (1981), **Plant Design and Ekonomic for Chemical Engineer's**, 3th edition, Mc Graw_Hill Internasional Book Company, Singapore
- Ulman's, (1986), **Encyclopedia of Industrial Chemistry**, Volume 6A, Weinhem, New York
- Ulrich, G.D, (1984), **A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics**, 1st edition, John Willey and Sons, United States of America

www.matche.com/EquipCost/html. 2003