

PRA RENCANA PABRIK

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

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
EVAPORATOR**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

MAWADDA BASRI 0914006



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

STATE OF CALIFORNIA

OFFICE OF THE ATTORNEY GENERAL
JULIUS ROSENBERG
100 CALIFORNIA STREET, SACRAMENTO, CALIFORNIA

STATE OF CALIFORNIA
NOTARIAL PUBLIC

NOTICE

NOTICE TO CREDITORS

STATE OF CALIFORNIA

STATE OF CALIFORNIA
NOTARIAL PUBLIC
STATE OF CALIFORNIA
NOTARIAL PUBLIC
STATE OF CALIFORNIA
NOTARIAL PUBLIC

LEMBAR PERSETUJUAN

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

SKRIPSI

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

Disusun Oleh:

Mawadda Basri 09.14.006

Malang, 20 Agustus 2013

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Mawadda Basri
Nim : 09.14.006
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 : Mawadda Basri
NIM : 09.14.006
Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

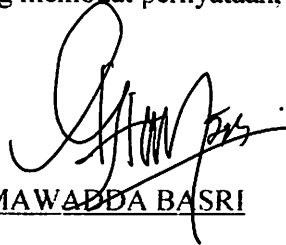
PRA RENCANA PABRIK

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

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,



MAWADDA BASRI

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'amin, 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 Mialang 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

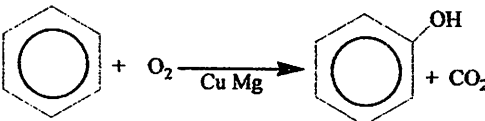
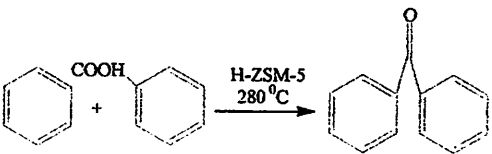
A. Asam Benzoat

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: <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <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 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> |

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, Industri 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 dan 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 organik. |

| | |
|---|--|
| <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 : $660 \text{ g/L (20}^\circ\text{C)}$ | <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

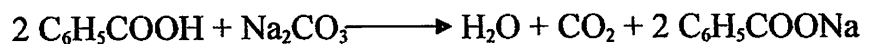
n = Selisih antara tahun 2016-2011 = 5

maka :

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

Jadi perkiraan kapasitas pabrik Natrium Benzoat yang akan didirikan sebesar 30.00 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 |

$$\text{Harga Bahan Baku} = 334400 + 222600 = 557000$$

$$\text{Harga Produk} = 11016000$$

$$\text{Economic Potential (EP)} = \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku}$$

$$= 11016000 - 7397000$$

$$= 10459000$$

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 ^{industrial} 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

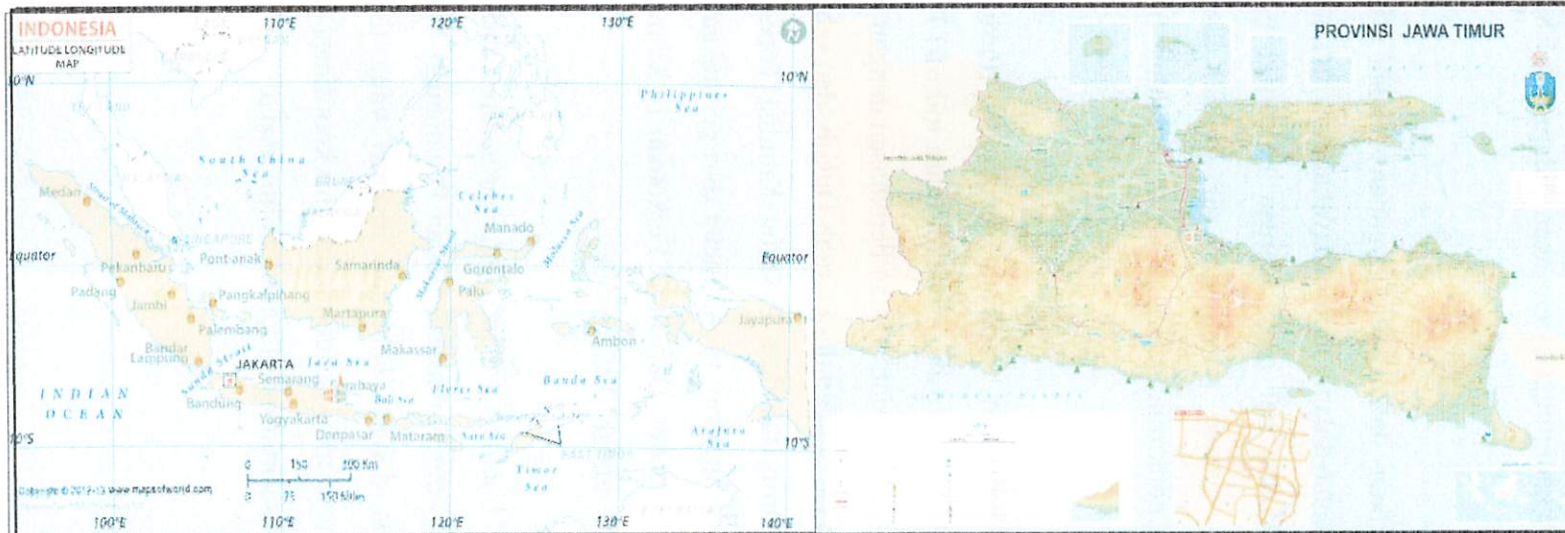
Pembuangan limbah perlu diperhatikan dalam pembangunan sebuah pabrik karena, jika limbah yang dibuang berbahaya dapat membahayakan makhluk hidup yang ada disekitar lokasi pabrik. Dalam hal ini, Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) sendiri memiliki system pengolahan air limbah dimana menggunakan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

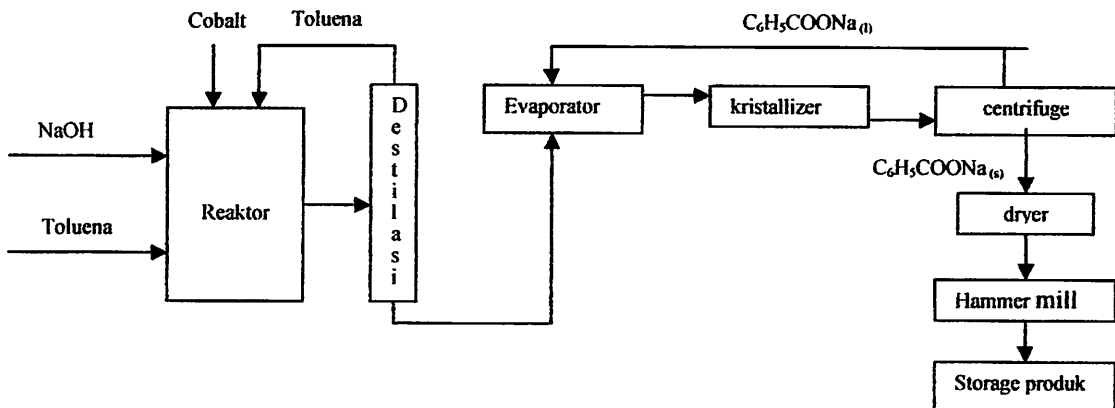
Proses pembuatan natrium benzoat ada dua macam yaitu:

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 Chemistry*)

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.

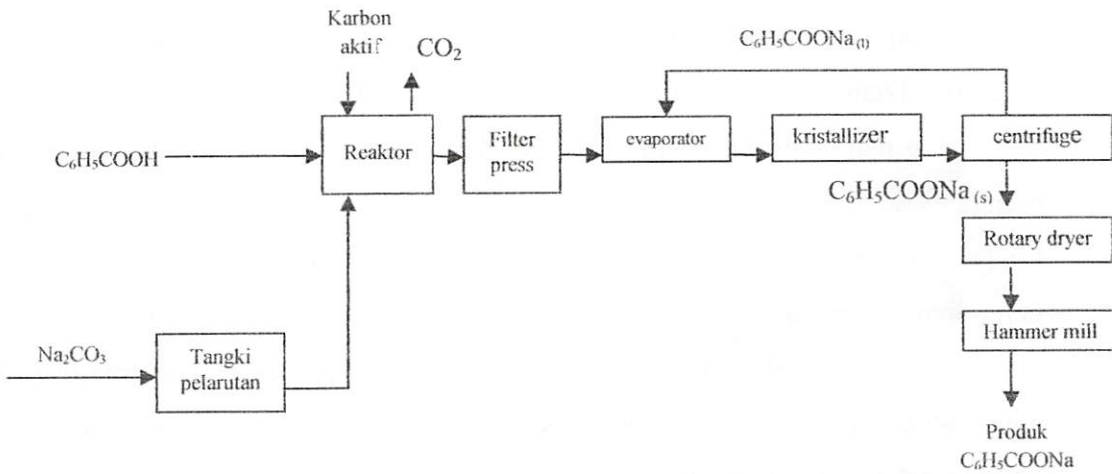
Larutan natrium benzoat dari destilasi dimasukkan ke *evaporator* untuk menguapkan H_2O kemudian dimasukkan ke dalam *kristallizer* untuk membentuk kristal-kristal natrium benzoate. Kristal yang telah terbentuk dikeringkan dalam *dryer* untuk kemudian disimpan dalam storage produk natrium benzoat. Karena 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, *Modern 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 di alirkan ke dalam *filter press* untuk menyaring karbon aktif yang kemudian di buang, larutan 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 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

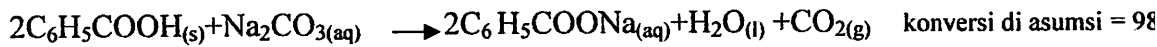
Padatan asam benzoat 99% dari *storage* asam benzoat (F-111) dialirkan ke bin asam benzoat (F-113) dengan menggunakan *flexible screw conveyor* (J-112). Dengan *flexible screw conveyor* (J-115) padatan natrium karbonat 99,2% dari *storage* natrium karbonat (F-114) dibawa kedalam tangki pelarutan natrium 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 ya 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 di tampung 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 kedalam *single effect evaporator* (E-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* masuk kedalam tangki penampung (F-122) dengan menggunakan pompa (L-129) untuk dipompakan sampai mendekati kondisi jenuh.. Larutan natrium benzoat yang lebih pekat dipompa (L-125) kedalam *Cooler* (E-126) untuk menurunkan suhunya kemudian masuk ke *kristallizer* (X-127) untuk mengkristalkan natrium benzoat pada temperatur 35°C. Pada saat kristal yang telah terbentuk masuk kedalam *centrifuge separator* (H-128) untuk memisahkan *mother liquor* yang kemudian ditampung dalam tangki penampungan (F-129). Padatan kristal yang telah terbentuk dimasukkan kedalam *rotary dryer* (B-130) untuk dikeringkan.

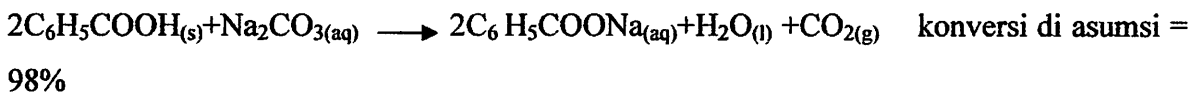
2.3.4. Tahap Panganan Produk

Natrium benzoat dengan konsentrasi 99 % diangkut dengan *screw conveyor* (J-131) ke tangki penampungan produk (F-138) kemudian dikemas dengan kemasan karung 25 kg dan dibawa ke *storage* natrium benzoat (F-139).

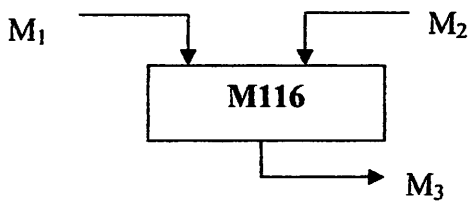
BAB III

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 × 24 jam/hari
 : 3787,8788 kg/jam
Basis : 3212,2728 kg/jam



1. Tangki Pelarutan Natrium Karbonat (M-116)



Neraca massa total :

$$M_3 = M_1 + M_2$$

Dimana :

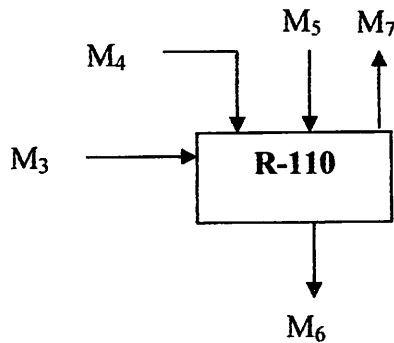
M_1 : Massa dari storage Na_2CO_3

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

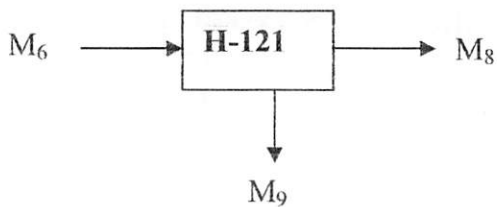
M₆ : Massa ke filter press

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

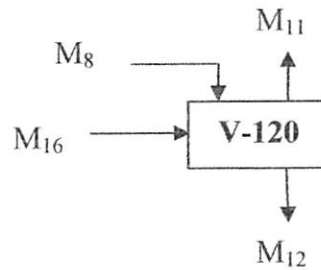
M₈: Massa ke evaporator

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

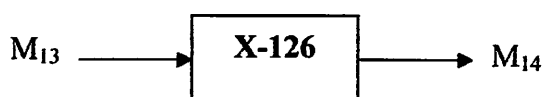
M_{12} : Massa ke kristalizer

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)



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

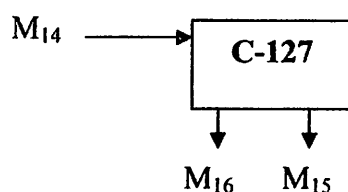
Dimana:

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:

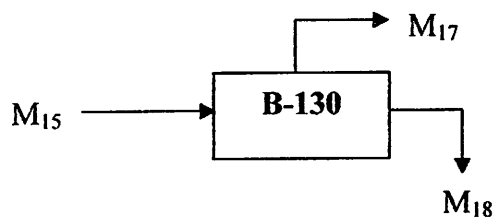
M_{14} : Massa dari kristalizer

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 ₆ H ₅ COONa (s) | 3409,0909 | C ₆ H ₅ COONa (s) | 3409,0909 |
| C ₆ H ₅ COONa (l) | 403,0867 | C ₆ H ₅ COONa (l) | 112,5882 |
| H ₂ O | 640,8374 | H ₂ O | 178,9955 |
| C ₆ H ₅ COOH | 217,7523 | C ₆ H ₅ COOH | 60,8215 |
| Na ₂ CO ₃ | 94,4547 | Na ₂ CO ₃ | 26,3826 |
| Total | 4765,2220 | Jumlah | 3787,8788 |
| | | M_{16} | |
| | | C ₆ H ₅ COONa (l) | 290,4985 |
| | | C ₆ H ₅ COOH | 156,9308 |
| | | Na ₂ CO ₃ | 68,0721 |
| | | H ₂ O | 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

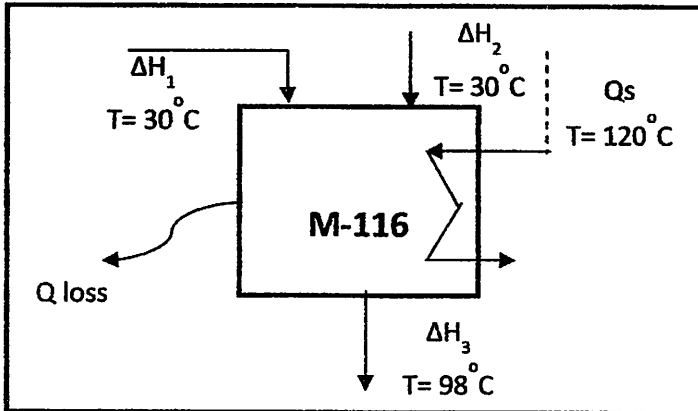
M_{18} : Massa ke bin produk

| Aliran masuk | | Aliran Keluar | |
|-------------------|------------------|---------------|-------------------|
| Komponen | Kg/jam | Komponen | Kg/jam |
| M_{15} | | M_{18} | |
| C_6H_5COONa (s) | 3560,8728 | C_6H_5COONa | 3641,6890 |
| C_6H_5COONa (l) | 117,6009 | H_2O | 18,6965 |
| H_2O | 186,9649 | C_6H_5COOH | 62,8942 |
| C_6H_5COOH | 63,5294 | Na_2CO_3 | 27,2817 |
| Na_2CO_3 | 27,5572 | Jumlah | 3750,5614 |
| Total | 3956,5254 | M_{17} | |
| | | C_6H_5COONa | 36,7847 |
| | | $H_2O(v)$ | 168,2684 |
| | | C_6H_5COOH | 0,6353 |
| | | Na_2CO_3 | 0,2756 |
| | | Jumlah | 205,9640 |
| | | Total | 31335,6711 |



BAB IV NERACA PANAS

1. Tangki pelarutan natrium karbonat (M-116)

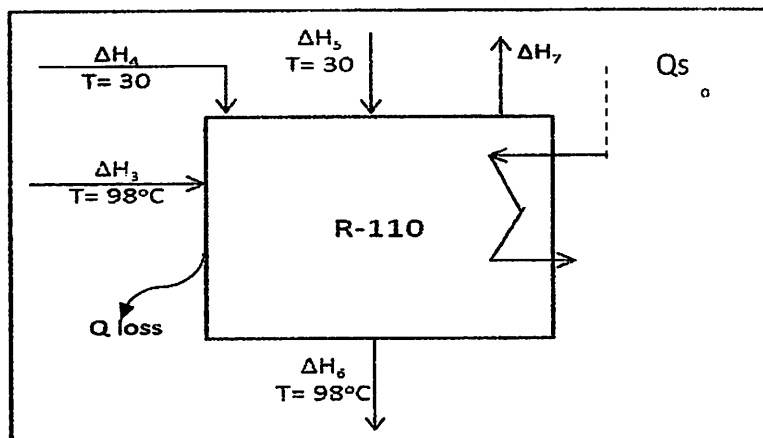


Keterangan :

- 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

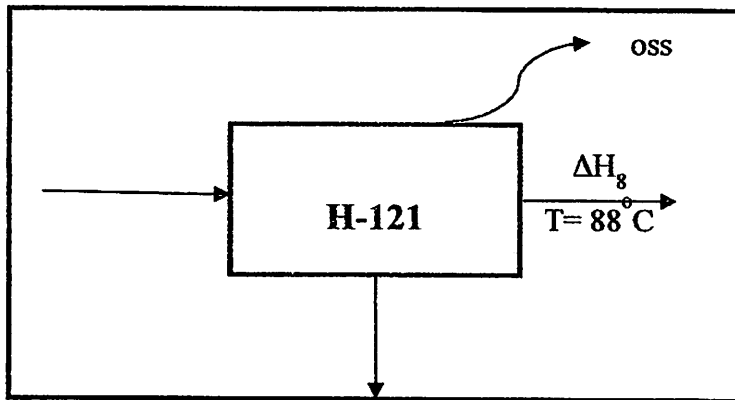
ΔH_7 = panas CO_2 yang keluar

Q_s = panas steam

Q_{loss} = panas yang hilang

| Masuk | | Keluar | |
|--------------|--------------|-------------------|--------------|
| komponen | Energi /kkal | komponen | Energi /kkal |
| 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)



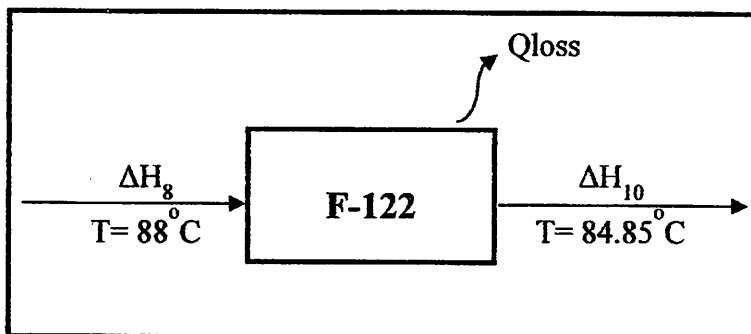
Keterangan:

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 :

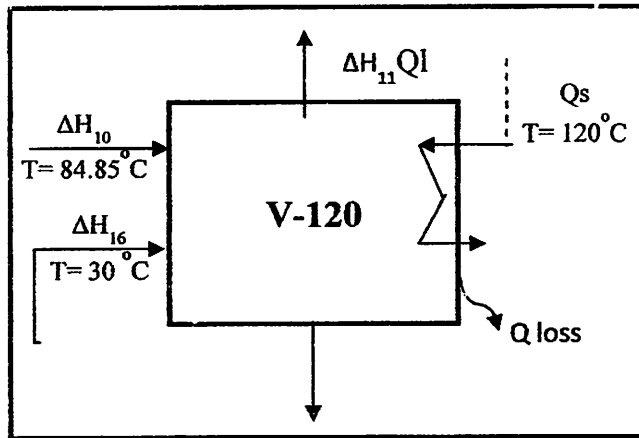
ΔH_8 = panas bahan yang masuk

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

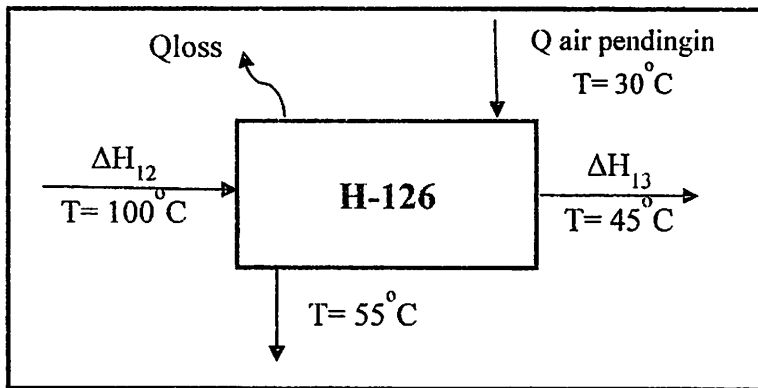
ΔH_{16} = panas bahan recycle dari centrifugal separator

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 :

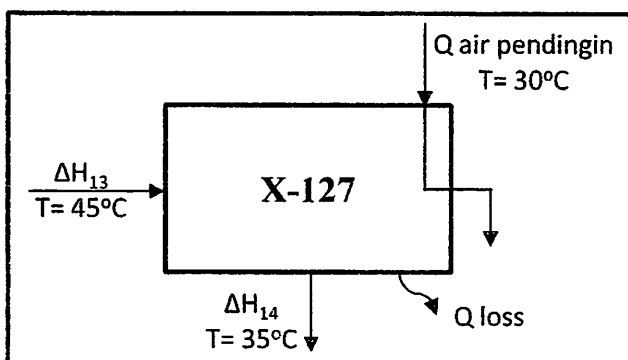
ΔH_{12} = panas bahan yang keluar dari evaporator

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. Crisralizer (X-127)



Keterangan :

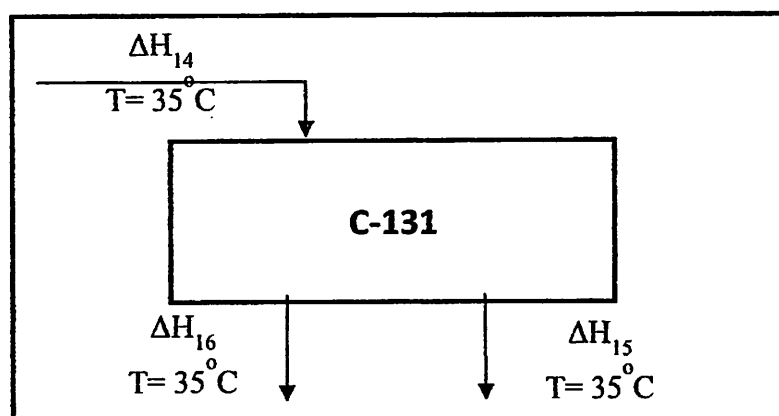
ΔH_{13} = panas bahan masuk dari cooler

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 :

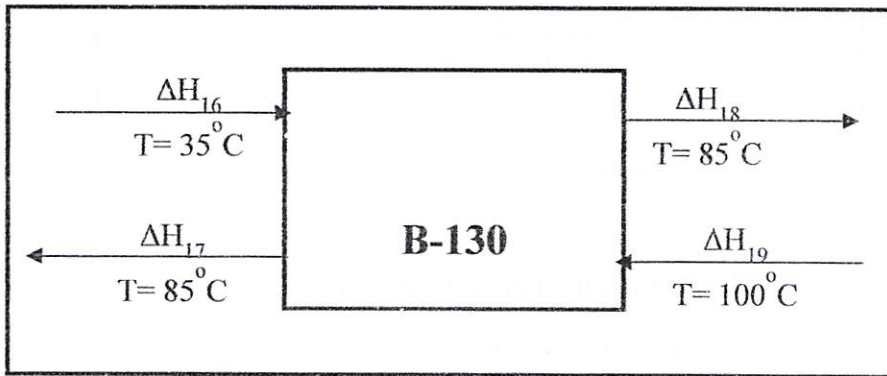
ΔH_{14} = panas bahan masuk dari cristalizer

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

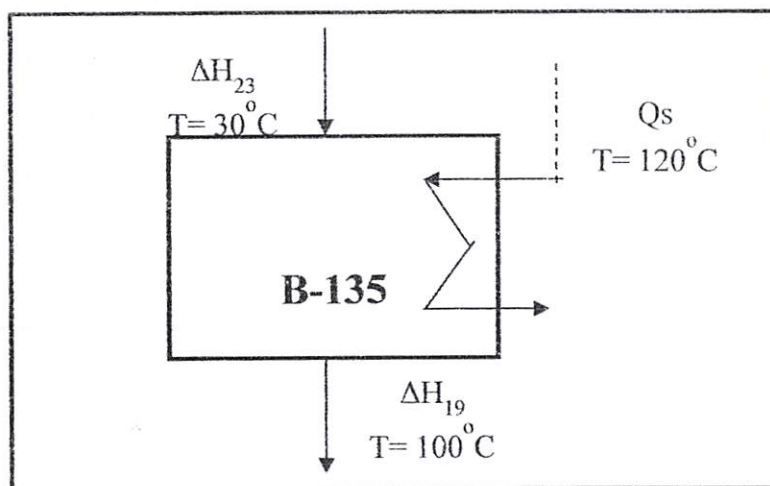
ΔH_{18} = panas bahan keluar dari rotary drier

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

- Max Head : 65 ft
- Hp range : 1/3 hp
- Max Temperatur fluida : 200°F

8. REAKTOR (R-110)

Lihat Bab VI Perancangan Alat Utama yang disusun oleh **EKA PURNAMASARI**

9. BIN KARBON AKTIF (F-118)

- Type : Tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk conis dengan sudut puncak 60° dan bagian atas flat (datar)
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA 299 Grade C
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 2,994ft³
- Dimensi : Diameter Dalam (di) = 17,75 in
 Tebal Tutup Bawah (thb) = 3/16 in
 Tebal Silinder (ts) = 3/16 in
 Tinggi Bin = 36,3757 in

10. FILTER PRESS (H-121)

- Type : Plate and frame
- Model : JK-40
- Filter Plate : 40 cm x 40 cm
- Bahan : Stainless steel
- Cake Holding Capacity : 5,28 liter

11. EVAPORATOR(V-120)

Lihat Bab VI Perancangan Alat Utama yang disusun oleh **MAWADDA BASRI**

12. TANGKI PENAMPUNG (F-122)

- Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dished head dan tutup bawah berbentuk conis .
- Bahan : HAS SA-240 grade M type 316
- Diameter luar silinder : 78,397 in
- Diameter dalam silinder : 83,6250 in
- Tinggi silinder : 98,6690 in

- 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 alat : Single Effect Evaporator
- Kode alat : V-120
- Fungsi : untuk memekatkan larutan natrium benzoat sebelum masuk ke kristalizer
- Type : Short tube vertikal dengan tutup atas berbentuk standard dishes dan tutup bawah berbentuk conical sudut puncak = 120°
- Bahan : Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316 dengan harga $f = 17500$
- Dasar Pemilihan : - koefisien perpindahan panas tinggi
- biaya rendah
- Prinsip kerja : mengurangi kadar air dengan cara menguapkannya
- Kondisi Operasi :
- suhu operasi : $100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$
 - suhu larutan masuk evaporator (t_1) : $84,85^{\circ}\text{C} = 185^{\circ}\text{F}$
 - suhu larutan keluar evaporator (t_2) : $100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$
 - suhu steam (T_1) : $120^{\circ}\text{C} = 248^{\circ}\text{F}$
 - suhu kondensat (T_2) : $120^{\circ}\text{C} = 248^{\circ}\text{F}$
 - tekanan Operasi (P) : $1\text{ atm} = 14,7\text{ psia}$
 - jumlah steam masuk (s) : $2003.9549\text{ kg/jam} = 4417,9\text{ lb/jam}$
 - jumlah larutan masuk ke evaporator (F) : $6545.2558\text{ kg/jam} = 14430\text{ lb/jam}$

- jumlah larutan keluar dari evaporator (L) : 4763,9526 kg/jam = 10500 lb/jam
- jumlah kondensat keluar dari evaporator (C) : 2003,9549 kg/jam = 4417,9 lb/jam
- jumlah uap yang keluar dari evaporator (V) : 1567,8732 kg/jam = 3456,3 lb/jam
- U_D : 150
- Faktor kekotoran (R_d) minimal : 0,003 BTU/jam ft² °F

- Menentukan Luas Pemanasan

massa liquid diuapkan (V) = 3456.5333 lb/jam

massa steam (S) = 4417,9 lb/jam

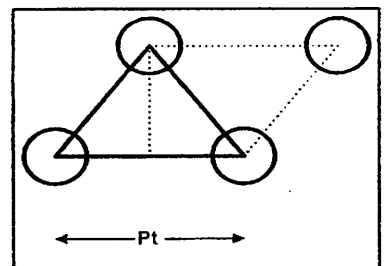
panas steam masuk (Qs) = 1027251.9942 kkal/jam = 4076396.8023 btu/jam

Menghitung $\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln [(T_1 - t_2)/(T_2 - t_1)]} = 148.2023 \text{ } ^\circ\text{F}$

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}} = 183.3709 \text{ ft}^2 = 2200,4504 \text{ in}^2$$

Menentukan Dimensi Bagian Pemanas (Tube)

- BWG : 14
- Panjang tube (l) : 96 in = 8 ft
- Diameter luar (do) : 1 in = 0,0833 ft
- Diameter dalam (di): 0,834 in = 0,0695 ft
- a" : 3,1416 in² = 0,2618 ft²
- susunan tube : triangular pitch



- Menentukan Jumlah tube (Nt)

$$\text{Jumlah tube (Nt)} = \frac{A}{a'' \times l} = 87,5529$$

Nt teoritis = 86 buah dengan ukuran pitch = 1 ¼ in. (Kern, tabel 9)

- Menentukan Luasan tringular pitch

$$\text{Luasan triangular pitch} = \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \frac{1}{2} \text{ Pt} \times \sin 60^\circ$$

$$\text{Dimana alas} = \text{Pt} \times d_o$$

$$= 1 \frac{1}{4} \times 1 = 1 \frac{1}{4} \text{ ft}^2 = 1/9 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luasan triangular pitch} = \frac{1}{2} \times 1/9 \times \frac{1}{2} \times 1 \frac{1}{4} \times 0,866$$

$$= 0.0282 \text{ ft}^2 = 0.3383 \text{ in}^2$$

$$\text{Jumlah luasan triangular untuk penempatan tube} = (\text{Nt}-2) \times \text{luasan tringular pitch}$$

$$= 2.3680 \text{ ft}^2 = 28.4156 \text{ in}^2$$

$$\text{Safety factor untuk penempatan tube} = 10\% \times 2.3680 \text{ ft}^2$$

$$= 0.2368 \text{ ft}^2$$

Menentukan Dimensi Evaporator

Dimana:

L_s = tinggi silinder

L_{ls} = tinggi liquida dalam silinder

d = diameter calandria

t_s = tebal silinder

t_{ha} = tebal tutup atas

t_{hb} = tebal tutup bawah

h_a = tinggi tutup atas

h_b = tinggi tutup bawah

V_T = Volume Total

V_L = Volume liquida

V_{rk} = Volume ruang kosong

$$\text{rate larutan masuk} = 14429.6709 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Suhu bahan masuk} = 185 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\rho \text{ campuran} = 73.5200 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{waktu tinggal} = 1,5 \text{ jam}$$

Direncanakan waktu tinggal dalam evaporator adalah 1.5 jam sehingga:

- Menentukan volume Liquida

$$V_L = \frac{\text{rate larutan masuk}}{\rho \text{ campuran}} \times \text{waktu tinggal}$$

$$V_L = \frac{14429,6709}{73,5200} \times 1,5 = 294,4030 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

- Menentukan Volume Total

$$\text{Diasumsikan } = V_{rk} = 20\% V_T$$

maka:

$$V_T = V_L + 20\% V_T$$

$$V_T = V_L + V_{rk}$$

$$80\% V_T = \frac{294,4030}{80\%} = 368,0037 \text{ ft}^3$$

- Menentukan Diameter tangki

$$V_T = \left[\frac{\pi \cdot d^3}{24 \cdot g \cdot 1/2\alpha} \right] + \left[\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot L_s \right] + [0,084672 \text{ di}^3]$$

$$368,0037 = 0,0755 \text{ d}^3 + 1,1775 \text{ d}^3 + 0,0847 \text{ d}^3$$

$$368,0037 = 1,3377 \text{ d}^3$$

$$\text{d}^3 = 275,1018 \text{ ft}^3$$

$$\text{d} = 6,5038 \text{ ft} = 78,0451 \text{ in}$$

- Menentukan Tinggi liquida dalam silinder

$$V_L = \left[\frac{\pi \cdot d^3}{24 \cdot g \cdot 1/2\alpha} \right] + \left[\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot L_{ls} \right]$$

$$294,4030 = \left[\frac{3,14(4,3546)^3}{24 \cdot g \cdot 60} \right] + \left[\frac{3,14}{4} (4,3546)^2 L_{ls} \right]$$

$$294,4030 = 20,7797 + 33,2046 L_{ls}$$

$$273,6233 = 33,2046 L_{ls}$$

$$L_{ls} = 8,2405 \text{ ft} = 98,88619 \text{ in}$$

- Menentukan Tinggi tutup bawah berbentuk conical (hb)

$$\begin{aligned}
 hb &= \frac{0,5 \cdot di}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha} \\
 &= \frac{0,5 \cdot 6,5038}{\operatorname{tg} 60} \\
 &= c \text{ ft} = 22.52904 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Menentukan Tinggi Liquida dalam tangki (H_L)

$$\begin{aligned}
 H_L &= Lls + hb \\
 &= 8.2405 + 8.2405 \text{ ft} \\
 &= 10.1179 \text{ ft} = 121.4152 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Menentukan Tekanan Design (P_i)

$$\begin{aligned}
 P_{\text{hidrostatik}} &= \frac{\rho(H_L - 1)}{144} \\
 &= \frac{73.5200(10.1179 - 1)}{144} \\
 &= 4.6552 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 P_i &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{operasi}} \\
 &= 19.3552 + \text{psig}
 \end{aligned}$$

- Menentukan Tebal silinder (t_s)

Bahan : High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316

harga f : 17500

pengelasan : Double welded butt joint ($E = 0,8$)

C : 1/16

P_i : 19,3552 psig

Dimana :

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{p_i \cdot di}{2(f \cdot E - 0,6 p_i)} + C \\
 &= \frac{19.3552 \times 78.0451}{2(17500 \times 0,8 - 0,6 \times 19.3552)} + 1/16
 \end{aligned}$$

ts =

$$ts = 0,1165 \times \frac{16}{16} + 1/16$$

$$ts = \frac{1,8639}{16} \approx 3/16 \text{ in}$$

Satandarisasi do:

$$\begin{aligned} do &= di + 2 ts \\ &= 78.0451 + 2 \times 3/16 \\ &= 78.4201 \text{ in} \approx 84 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} di_{\text{baru}} &= do - 2 ts \\ &= 83.6250 \text{ in} = 6.9688 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari tabel 5-7 Brownell and Young, dengan pendekatan do 54 in didapat :

$$I_{cr} = 3/14 \text{ in}$$

karena tutup atas berbentuk standard dishes head maka nilai r = di

$$r = 83.6250 \text{ in}$$

Dari tabel 5-6 Brownell and Young, dengan pendekatan ts 3/16 in didapat :

$$S_f = 2 \text{ in}$$

Cek hubungan antara Ls dan di:

$$V_T = \left[\frac{\pi \cdot d^3}{24 \cdot \text{tg } 1/2\alpha} \right] + \left[\frac{\pi}{4} di^2 Ls \right] + [0,084672 di^3]$$

$$368,0037 = \left[\frac{3,14 \times 6,5038^3}{24 \times \text{tg } 60} \right] + \left[\frac{3,14}{4} 6,5038^2 Ls \right] + [0,084672 \times 6,5038^3]$$

$$368,0037 = 20,7797 + 33,2046 Ls + 23,3011$$

$$323.9229 = 33.2046 Ls$$

$$Ls = 9,7554 \text{ ft} = 117,0642 \text{ in}$$

$$\frac{Ls}{di} = \frac{9,7554}{6.5038} = 1,5 \leq 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

- Menentukan tebal tutup atas yang berbentuk standard dishes head (tha)

$$\begin{aligned} tha &= \frac{0,885 \times \text{Pi} \times r}{f \cdot E - 0,1 \text{Pi}} + C \\ &= \frac{0,885 \times 19.3552 \times 83.6250}{17500 \times 0,8 - 0,1 \cdot 19.3552} + 1/16 \end{aligned}$$

=

$$= 0,165 \times \frac{16}{16} = \frac{2,6373}{16} = 3/16 \text{ in}$$

- Menentukan Tinggi tutup atas berbentuk standard dishes head (ha)

$$ha = tha + b + sf$$

Dimana:

$$A = \frac{di}{2} = \frac{83,6250}{2} = 41,8125 \text{ in}$$

$$AB = A - icr = 41,8125 - 3 \frac{1}{4} = 38,5625 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 83,6250 - 3 \frac{1}{4} = 80,3750 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= \sqrt{80,37^2 - 38,56^2} \\ &= 70,5200 \text{ in} \end{aligned}$$

$$b = r - AC = 83,6250 - 70,5200 = 13,1050 \text{ in}$$

maka:

$$\begin{aligned} ha &= tha + b + sf \\ &= 3/16 + 13,1050 + 2 = 15,2925 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menentukan tebal tutup atas yang berbentuk conical (thb)

$$\begin{aligned} Thb &= \frac{\pi \times di}{2(f \cdot E - 0,6 \pi) \cos \frac{1}{2} \alpha} + C \\ &= \frac{19,3552 \times 83,6250}{2(17500 \times 0,8 - 0,6 \times 19,3552) \cos 60} + 1/16 \\ &= 0,12 \times \frac{16}{16} = \frac{1,9251}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

- Menentukan Tinggi tutup bawah berbentuk conical (hb)

$$\begin{aligned} b &= \frac{1/2 d}{\text{tg} 1/2 \alpha} \\ &= \frac{0,5 \times 6,9688}{\text{tg} 60} \end{aligned}$$

$$= 2,0116 \text{ ft} = 24,1398 \text{ in}$$

$$hb = b + sf$$

$$= 24,1398 + 2 = 26,1398 \text{ in}$$

- Menentukan diameter down take (d_{dt})

$$d_{dt} = \frac{1}{4} \text{ diameter silinder}$$

$$= 20,9063 \text{ in}$$

- Menentukan tinggi total evaporator

$$\text{Tinggi total} = h_a + L_s + h_b$$

$$= 17.1695 + 117.0642 + 26.1398$$

$$= 160.3736 \text{ in}$$

Menentukan Nozzle

Perencanaan :

1. Nozzle pada tutup atas standars dishead terdiri :

- Nozzle untuk uap keluar

2. Nozzle pada silinder

- Nozzle untuk steam masuk

- Nozzle untuk air kondensat

- Hand hole

3. Nozzle pada tutup conis pada bagian bawah:

- Nozzle untuk pemasukan bahan

- Nozzle untuk pengeluaran produk

Digunakan flange standard type welded neck

Digunakan High Alloy Steel sebagai bahan konstruksi Nozzle

- Nozzle untuk uap keluar

$$\text{Massa bahan keluar} = 3456.5333 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ H}_2\text{O uap suhu } 100^\circ\text{C} = 0.0372 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{rate volumetrik bahan (q)} = \frac{\text{massa}}{\rho}$$

$$= \frac{3456,5333}{0,0372}$$

$$= 92917,5618 \text{ ft}^3/\text{jam} = 25,8104 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

Diameter Nozzle:

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

Asumsi : aliran turbulen

$$D_{i\text{optimum}} = 3,9 \times q^{0,45} \times \rho^{0,13}$$

$$= 10.98 \text{ in}$$

Standardisasi Di dari Brownell and Young App. K hal. 387 dipilih pipa 12 in NPS Sch 40 dengan ukuran:

$$d_o = 12.75 \text{ in} = 1.0625 \text{ ft}$$

$$d_i = 12 \text{ in} = 1 \text{ ft}$$

$$t = 0,375 \text{ in} = 0,0313 \text{ ft}$$

- Nozzle untuk steam masuk

$$\text{Massa bahan masuk} = 4417,9190 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ steam suhu } 120^\circ\text{C} = 0,0346 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{rate volumetrik bahan (q)} = \frac{\text{massa}}{\rho}$$

$$= \frac{4417,9190}{0,0346}$$

$$= 127685,5192 \text{ ft}^3/\text{jam} = 35,4682 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

Diameter Nozzle:

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

Asumsi : aliran turbulen

$$D_{i\text{optimum}} = 3,9 \times q^{0,45} \times \rho^{0,13}$$

$$= 12.55 \text{ in}$$

Standardisasi Di dari Brownell and Young App. K hal. 387 dipilih pipa 12 in NPS Sch 40 dengan ukuran:

$$d_o = 14 \text{ in} = 1.1667 \text{ ft}$$

$$d_i = 13,13 \text{ in} = 1,0937 \text{ ft}$$

$$t = 0,438 \text{ in} = 0,0365 \text{ ft}$$

- Nozzle untuk air kondensat

$$\text{Massa bahan keluar} = 4417,9190 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ air kondensat suhu } 120^\circ\text{C} = 60,0472 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{rate volumetrik bahan (q)} = \frac{\text{massa}}{\rho}$$

$$= \frac{4417,9190}{60,0472}$$

$$= 73,5741 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0204 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

Diameter Nozzle:

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

Asumsi : aliran turbulen

$$D_{\text{optimum}} = 3,9 \times q^{0,45} \times \rho^{0,13}$$

$$= 1,153 \text{ in}$$

Standardisasi Di dari Brownell and Young App. K hal. 387 dipilih pipa 12 in NPS Sch 40 dengan ukuran:

$$d_o = 1,9 \text{ in} = 0,1583 \text{ ft}$$

$$d_i = 1,61 \text{ in} = 0,1342 \text{ ft}$$

$$t = 0,145 \text{ in} = 0,0121 \text{ ft}$$

- Nozzle untuk larutan masuk

$$\text{Massa bahan masuk} = 14429,6709 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ larutan masuk} = 73,5200 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{rate volumetrik bahan (q)} = \frac{\text{massa}}{\rho}$$

$$= \frac{14429,6709}{73,5200}$$

$$= 196,2686 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0545 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

Diameter Nozzle:

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

Asumsi : aliran turbulen

$$D_{\text{optimum}} = 3,9 \times q^{0,45} \times \rho^{0,13}$$

$$= 1,841 \text{ in}$$

Standardisasi Di dari Brownell and Young App. K hal. 387 dipilih pipa 12 in NPS Sch 40 dengan ukuran:

$$d_o = 2,375 \text{ in} = 0,1979 \text{ ft}$$

$$d_i = 2,067 \text{ in} = 0,1722 \text{ ft}$$

$$t = 0,154 \text{ in} = 0,0128 \text{ ft}$$

- Nozzle untuk larutan keluar

$$\text{Massa bahan keluar} = 10502,6098 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ larutan masuk} = 73,5200 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{rate volumetrik bahan (q)} = \frac{\text{massa}}{\rho}$$

$$= \frac{10502,6098}{73,5200}$$

$$= 142,8538 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0397 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

Diameter Nozzle:

Pemilihan diameter nozzle didasarkan pada diameter pipa.

Asumsi : aliran turbulen

$$D_{\text{optimum}} = 3,9 \times q^{0,45} \times \rho^{0,13}$$

$$= 1,596 \text{ in}$$

Standardisasi Di dari Brownell and Young App. K hal. 387 dipilih pipa 12 in NPS Sch 40 dengan ukuran:

$$d_o = 2,375 \text{ in} = 0,1979 \text{ ft}$$

$$d_i = 2,067 \text{ in} = 0,1722 \text{ ft}$$

$$t = 0,154 \text{ in} = 0,0128 \text{ ft}$$

- Hand hole

Dari Brownell and Young App. K hal. 388 dipilih pipa 6 in NPS Sch 40, dengan ukuran:

$$d_o = 6,625 \text{ in} = 0,5521 \text{ ft}$$

$$d_i = 6,065 \text{ in} = 0,5054 \text{ ft}$$

$$t = 0,28 \text{ in} = 0,0233 \text{ ft}$$

Penentuan Flange Pada Nozzle

Dari Brownell & Young tabel 12.2 hal 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle dipilih flange standard

type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut :

| Nozzle | NPS | A | T | R | E | K |
|----------------|-----|----|-------|--------|--------|-------|
| uap keluar | 10 | 16 | 1 1/5 | 12 3/4 | 12 | 10.75 |
| steam masuk | 12 | 19 | 1 1/4 | 15 | 14 3/8 | 12.75 |
| air kondensat | 14 | 21 | 1 3/8 | 16 1/4 | 15 3/4 | 14 |
| larutan masuk | 2 | 6 | 3/4 | 3 5/8 | 3 1/16 | 2.38 |
| larutan keluar | 2 | 6 | 3/4 | 3 5/8 | 3 1/16 | 2.38 |
| hand hole | 6 | 11 | 1 | 8 1/2 | 7 9/16 | 6.63 |

Dimana:

NPS = ukuran pipa nozzle (in)

A = diameter luar flange (in)

T = ketebalan flange (in)

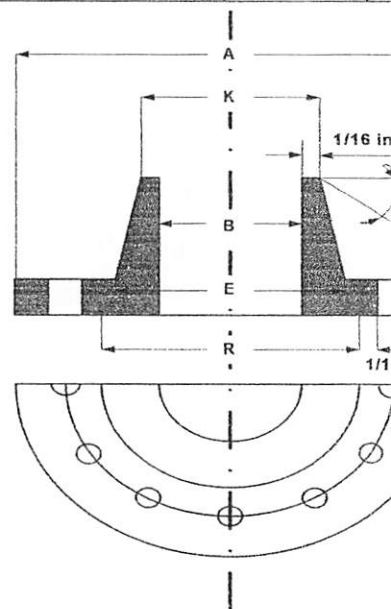
R = diameter luar bagian yang menonjol (in)

E = diameter pusat dari dasar (in)

K = diameter hubungan pada titik pengelasan (in)

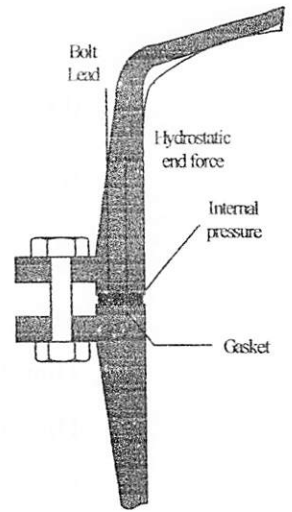
L = panjang (in)

B = diameter dalam flange (in)



Perancangan Dimensi Gasket, Bolting dan Flange tangki Evaporator

- Dari perancangan evaporator dapat diketahui data sebagai berikut :
- Tebal silinder (ts) = 3/16 in
- Diameter dalam silinder (d_i) = 83,6250 in
- Diameter luar silinder (d_o) = 84 in
- Tekanan internal tangki (P_i) = 19,3552 psig
- Stress yang diijinkan (f) = 17500
- Faktor korosi yang dipakai (C) = 1/16



Menentukan Dimensi Gasket

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

Bahan konstruksi = Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)

Gasket factor (m) = 3.75

Min design seating stress (y) = 9000

- Menentukan Lebar Gasket

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p \times m}{y - p(m+1)}} \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.2, hal. 226})$$

dimana:

d_o = diameter luar gasket

d_i = diameter dalam gasket

y = Min design seating stress = 9000

p = internal pressure = 19.3552 psi

m = gasket factor = 3,75

$$\text{Sehingga didapat: } \frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p \times m}{y - p(m+1)}} = 1,0011$$

Diketahui : d_i gasket = d_o shell = 120 in

sehingga :

$$\frac{d_o}{d_i} = 1,0011$$

$$\frac{d_o}{83,6250}$$

$$= 1,0011$$

$$d_o = 83.716 \text{ in}$$

$$\text{lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{83,7158 - 83,6250}{2} = 0,0454$$

$$0,0454 \times \frac{16i}{16} = \frac{0,726}{16} \approx \frac{1}{16} \text{ in}$$

Diambil lebar gasket (n) = 1/16 in

Diameter rata-rata gasket (G) :

$$\begin{aligned} G &= d_i + n \\ &= 83.6250 + 1/16 \\ &= 83.6875 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menentukan Beban Gasket (W_{m2})

Beban gasket agar tidak bocor (H_y)

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

dimana,

b = beban efektif gasket

G = diameter rata-rata gasket

y = 9000

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

b = b_o jika $b_o \leq 1/4$ in

$$b = \sqrt{\frac{b_o}{2}} \text{ jika } b_o > 1/4 \text{ in}$$

$$\text{lebar setting gasket bawah} = b_o = \frac{n}{2} = \frac{0,0625}{2} = 0,03125 \text{ in}$$

karena $\leq 1/4$ in, maka $b = b_o = 0,03125$ in

$$\begin{aligned} W_{m2} &= H_y = \pi \times b \times G \times y \\ &= 3.14 \times 0,0313 \times 83,6875 \times 9000 \\ &= 73906.5234 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Menentukan Beban Operasi pada Kondisi Kerja (W_{m1})

$$W_{m1} = H + H_p \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.91, hal. 240})$$

Beban untuk menjaga sambungan (H_p)

$$\begin{aligned} H_p &= 2\pi \times b \times G \times m \times p \\ &= 2 \times 3,14 \times 0,0313 \times 83,6875 \times 3,75 \times 9000 \\ &= 1192.0638 \text{ lb} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \\ &= 106411.5587 + 1192.0638 \\ &= 107603.6224 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa $W_{m1} < W_{m2}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa beban kerja yang digunakan dalam proses adalah W_{m2}

Menentukan Dimensi Bolting

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

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304

Tensile strength min : 75000 psi

Allowable stress (f) : 15000

- Menentukan luas minimum bolting area

Dari persamaan 12.93 Brownell and Young hal 240 didapatkan :

$$A_{m1} = \frac{W_{m2}}{f} = \frac{73906,5234}{15000} = 4,9271 \text{ in}^2$$

Dari tabel 10.4 Brownell & Young, hal. 188 dicoba:

Ukuran baut : 1 ¼ in

Root area : 0.89 in²

Bolt spacing minimum (Bs): 2 4/5 in

Minimum radial distance (R) : 1 ¾ in

Edge distance (E) : 1 ¼ in

Nut dimension : 2 in

Maximum fillet radius : 9/16 in

$$\frac{A_{m1}}{\text{rootarea}} = \frac{4,9271}{0,89} = 6 \text{ buah}$$

Jumlah bolting optimum =

Evaluasi lebar gasket

$$\begin{aligned} A_{b_{\text{actual}}} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\ &= 6 \times 0.89 \\ &= 4.9271 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Lebar gasket minimum (W)

$$\begin{aligned} W &= A_{b_{\text{actual}}} \times \frac{f}{2 \times \pi \times b \times G \times y} \\ &= \frac{15000}{2 \times 3,14 \times 9000 \times 83,6875} = 0,0156 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Nilai $W <$ lebar gasket yang telah ditentukan (0.0625 in), sehingga lebar gasket telah memadai.

Menentukan Dimensi Flange

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

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310

Tensile strength min : 75000 psi

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Loose ring flange

- Menentukan diameter luar flange (A)

$$\begin{aligned} D_o \text{ flange} &= \text{bolt circle diameter} + 2E \\ &= C + 2E \end{aligned}$$

Dari dimensi baut didapatkan :

$$R = 1 \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$E = 1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$g_o = t_s = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$\begin{aligned} C &= \text{di gasket} + 2 (1,415 \times g_o \times R) \\ &= 83.6250 + 2 + 1.415 + \frac{3}{16} + 1 \frac{3}{4} \\ &= 84.9073 \text{ in} \end{aligned}$$

Menentukan Moment

Total moment pada kondisi operasi :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

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

$$\begin{aligned} W &= \frac{A_{m1} + A_b}{2} \times f \\ &= \frac{4,9271 + 4,9271 \times 18750}{2} = 92383,1543 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$H_G = \frac{C + G}{2} = \frac{84,9073 - 83,6875}{2} = 0,6099 \text{ in}$$

maka,

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \\ &= 1192,0638 \times 0,6099 = 727,0658 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menentukan moment komponen hingga H_T (M_T)

$$M_T = H_T \times h_T \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.97, hal. 242})$$

$$\begin{aligned} H_T &= H_D - H \\ &= 107207,7516 - 106411,5587 = 796,1929 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \\ &= \frac{0,4537 + 0,6099}{2} = 0,5318 \text{ in} \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T \\ &= 796,1929 \times 0,5318 = 423,4129 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Maka moment total pada keadaan operasi :

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= 48637,1417 + 727,066 + 423,4129 = 49787,6204 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_o < M_a$, maka $M_{max} = M_o = 49787,6204 \text{ lb.in}$

- Menentukan tebal flange

$$f_T = \frac{Y \times M_o}{t^2 \times B}$$

sehingga diperoleh rumus :

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

dimana,

A : diameter luar flange

B : diameter luar silinder

F : stress yang diijinkan

Maka, $k = \frac{87,4073}{84} = 1,0406$

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

$$Y = 33$$

$$M_{\max} = M_o = 49787.6204 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

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

$$= \sqrt{\frac{33 \times 49787,6204}{18750 \times 84}} = 1,0214 \text{ in}$$

Kesimpulan Perancangan :

Flange pada tangki :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310

Tensile strength minimum : 75000 psi

Type flange : Loose ring flange

Tebal flange : 1.0214 in

Allowable stress (f) : 18750

Bolting pada tangki :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304

Tensile strength minimum : 75000 psi

Allowable stress (f) : 15000

Ukuran baut : 1 ¼ in

Jumlah baut : 6 buah
Bolt spacing (B_s) : 2 4/5 in
Min. radial distance (R) : 1 3/4 in
Edge distance (E) : 1 1/4 in

- Gasket pada tangki :

Bahan konstruksi : Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
Gasket factor (m) : 3,75
Min design seating stress (y): 9000
Lebar gasket : 0.0625 in

Menentukan Berat Evaporator

Dari perancangan silinder evaporator dapat diketahui data sebagai berikut :

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA-240 Grade M type 316

Tebal silinder (t_s) : 3/16 in

Tinggi badan silinder (L_s) : 117.0642 in = 9.7554 ft

Diameter luar silinder (D_o) : 84 in = 7 ft

Diameter dalam (D_i) : 83.6250 in = 6.9688 ft

Tekanan internal tangki (P_i) : 19.3552 psi

- Menentukan berat tangki kosong

Bahan konstruksi yang digunakan adalah steel

$$\begin{aligned} \rho_{\text{steel}} &= 489 \text{ lb/ft}^3 \\ W_s &= \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D_i^2) \times H \times \rho \\ &= 0.785 \times 49.0000 \times 48.5635 \times 9.7554 \times 489 \\ &= 1634.6663 \text{ lb} = 741.4683 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Menentukan berat tutup atas evaporator berbentuk standard dished

$$tha = 3/16 = 0.0156 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup atas dalam}} &= 0.0847 \times D_i^3 \\ &= 0.0847 \times 338.4267 \\ &= 28.6647 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup atas luar}} &= 0.0847 \times (D_i + tha)^3 \\ &= 0.0847 \times 340.7082 \\ &= 28.8580 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{dinding tutup atas}} &= V_{\text{tutup atas luar}} - V_{\text{tutup atas dalam}} \\ &= 28.858 - 28.6647 \\ &= 0.1932 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat tutup atas

$$\begin{aligned} W_{\text{tutup atas}} &= V_{\text{dinding tutup atas}} \times \rho_{\text{steel}} \\ &= 0.1932 \times 489 \\ &= 94.4967 \text{ lb} = 42.8628 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Menentukan berat tutup bawah evaporator berbentuk conical

$$thb = 3/16 \text{ in} = 0.0156 \text{ ft}$$

$$\alpha = 120^\circ$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup bawah dalam}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{D_i^3}{\tan(\frac{1}{2}\alpha)} \\ &= \frac{3,14}{24} \times \frac{338.4267}{1.73205} = 25,5636 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup bawah luar}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{(D_i + thb)^3}{\tan(\frac{1}{2}\alpha)} \\ &= \frac{3,14}{24} \times \frac{340,70825}{1,73205} = 25,7360 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{dinding tutup bawah}} &= V_{\text{tutup bawah luar}} - V_{\text{tutup bawah dalam}} \\ &= 25.7360 - 25.5636 = 0.1723 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat tutup bawah :

$$\begin{aligned} W_{\text{tutup bawah}} &= V_{\text{dinding tutup bawah}} \times \rho_{\text{steel}} \\ &= 0.1723 \times 489 \\ &= 84.2735 \text{ lb} = 38.2256 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Menentukan Berat Larutan Dalam Evaporator

Rumus :

$$W_l = m \times t$$

dimana,

$$m = \text{berat larutan dalam reaktor} = 14429.6709 \text{ lb/jam}$$

$$t = \text{waktu tinggal larutan dalam reaktor} = 1,5 \text{ jam}$$

maka :

$$W_l = 14429.6709 \times 1,5 = 21644.5063 \text{ lb} = 9817.7316 \text{ kg}$$

- Menghitung Berat Perlengkapan Lain (Attachment)

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

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

$$= 18 \% \times 741.4683 \text{ kg} = 133.4643 \text{ kg}$$

- Menentukan Berat Total Evaporator

$$\begin{aligned} W_T &= W_s + W_{\text{tutup atas}} + W_{\text{tutup bawah}} + W_L + W_{\text{steam}} + W_a \\ &= 741.4683 + 42.8628 + 38.2256 + 9817.7316 + 4417.9190 + 133.4643 \\ &= 15191.6716 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan memperhatikan faktor keamanan sebesar 20% maka berat total beban evaporator adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{TOTAL}} &= 0.2 \times 15191.6716 \\ &= 3038.3343 \text{ kg} = 6698.3118 \text{ lb} \end{aligned}$$

Menentukan Leg Support (Penyangga)

Evaporator yang dirancang nantinya akan diletakkan didalam bangunan sehingga tidak dipengaruhi dengan adanya tekanan angin.

Dasar Perhitungan :

Beban tiap kolom :

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

dimana,

P : beban tiap kolom, lb

P_w : total beban permukaan karena angin, lb

V_w : kecepatan angin = 10 knot = 18.52 km/jam = 11.5078 mph

H : tinggi vessel dari pondasi, ft

L : jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

n : jumlah support = 4 buah

W : berat total = 6698.3118 lb

D_{bc} : diameter bolt circle

evaporator diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin

maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

$$\frac{\sum W}{n}$$

P =

$$= \frac{6698,3118}{4} = 1674,578lb$$

Direncanakan :

Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft

Tinggi silinder (H) = 160.3736 in = 13.3645 ft

Panjang penyangga = $\frac{1}{2} (H + L)$

= $\frac{1}{2} (13.364 + 5)$

= 9.1822 ft = 110.1868 in

Trial Ukuran I Beam

Untuk mendapatkan ukuran I-Beam didasarkan pada ukuran standard dari App.G Brownell & Young, hal. 355 yaitu Trial I-Beam 3 in ukuran $6 \times 3 \frac{3}{8}$ dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu), didapatkan :

| | |
|----------------------|------------------------|
| Nominal size | : 3 in |
| Berat | : 5.7 lb |
| Area of section (Ay) | : 1.64 in ² |
| Depth of beam (h) | : 3 in |
| Width of flange (b) | : 2.330 in |
| I ₁₋₁ | : 2.50 in |
| Axis (r) | : 1.230 in |

- Menentukan tinggi total evaporator (H)

Jarak antara base plate dengan bagian bawah silinder (L) diambil untuk nilai optimumnya, yaitu 5 ft dan tinggi evaporator 13.364 ft

Maka :

$$\text{Tinggi total evaporator (H)} = 5 + 13.364 \text{ ft} = 18.36446 \text{ ft}$$

- Menentukan panjang Leg (L)

$$L = 0,5 H + 2,5 \text{ ft}$$

$$= 0,5 \times 18.3645 + 2,5 \text{ ft} = 11.6822 \text{ ft} = 140.18678 \text{ in}$$

- Menentukan bearing capacity (fc)

Dengan :

$$\frac{L}{r} = \frac{140,18678}{1,230} = 113,9730 > 60$$

karena L/r antara 60 - 200. maka :

$$f_c = \frac{18000}{1 + \frac{113,9730}{18000 \times 1,5129}} = 10455,0385 \text{ psia}$$

sehingga :

$$f_{\text{eksentrik}} = \frac{P(a + 0,5b)}{I - 1} = \frac{1674,57796(1,5 + 0,5 \times 2,33)}{0,5b} = \frac{2,50}{0,5 \times 2,33} = 2079,64 \text{ lb/in}^2$$

$$f_{c \text{ aman}} = f_c - f_{\text{eksentrik}} = 10455,0385 - 2079,6416 = 8375,3969 \text{ psi}$$

- Menentukan Luas yang dibutuhkan (A)

$$A = \frac{P}{f_{c \text{ aman}}} = \frac{1674,5780}{8375,397} = 0,1999 \text{ in}^2$$

Karena $A < A$ yang tersedia (A_y) maka trial I-Beam sudah memadai.

Menentukan Base Plate

Perencanaan :

Base plate yang dibuat memiliki toleransi panjang sebesar 5% dan toleransi lebar sebesar 20%.

| | |
|---|--------------------------|
| Bahan konstruksi | : Beton |
| Ketahanan bearing terhadap stress (f_c) | : 600 lb/in ² |
| Kedalaman beam (h) | : 4 in |
| Lebar flange (b) | : 2.660 in |

- Menentukan luas penampang base plate (A_{bp})

$$A_{bp} = \frac{P}{f_c} = \frac{1674,5780}{600} = 2,7910 \text{ in}^2$$

- Menentukan panjang dan lebar base plate

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

Dimana :

$$A_{bp} = \text{luas base plate} = 2.7910 \text{ in}^2$$

$$l = \text{lebar base plate, in}$$

$$= 2m + 0,8b$$

$$p = \text{panjang base plate, in}$$

$$= 2n + 0,95h$$

Diasumsikan $m = n$

$$b = 2.66 \text{ in}$$

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

maka,

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

$$2.7910 \text{ in}^2 = [2m + 0,95(3)] \times [2m + 0,8(2,66)]$$

$$2.7910 \text{ in}^2 = [2m + 2.85] \times [2m + 2.128]$$

$$2.7910 \text{ in}^2 = 4m^2 + 9.9560m + 6.06$$

$$0 = 4m^2 + 9.9560m - 3.2738$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$m = \dots\dots\dots 2a \dots\dots\dots$$

$$m = -34.573 \text{ in}$$

$$\text{Diambil } m = m_1 = 14.6613 \text{ in}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Panjang base plate (p)} &= 2m + 0,95h \\ &= 2 \times 14.6613 + 0,95 \times 3 \\ &= 32.17267 \text{ in} \end{aligned}$$

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

$$= 2 \times 14.6613 + 0,8 \times 2,66$$

$$= 31.4507 \text{ in}$$

Karena nilai $l > p$, maka nilai l dijadikan sebagai acuan mencari nilai m baru
 Harga m atau n yang dipakai adalah yang memiliki harga terbesar.

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

$$15.0223 \text{ in} = 2m + (0,95 \text{ in} \times 3)$$

$$m = 6.0862 \text{ in}$$

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

$$15.0223 \text{ in} = 2n + (0,8 \text{ in} \times 2,66)$$

$$n = 6.4472 \text{ in}$$

Menghitung luas penampang base plate baru ($A_{bp \text{ baru}}$)

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

$$= 15.0223 \times 15.0223 = 225.6706 \text{ in}^2 > 2.7910 \text{ in}^2 \text{ (memenuhi)}$$

$$F_c' = \frac{P}{A_{bp \text{ baru}}} = \frac{1674,5780}{225.6706} = 7,4205 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

Karena $f_c' < f_c$, maka dimensi base plate sudah memenuhi

- Menghitung tebal base plate

Diketahui :

$$m = 6.4472 \text{ in}$$

$$P = f_c' = 7.4205 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Maka, } t_{bp} = \sqrt{0,00015 \times P \times n^2} = \sqrt{0,00015 \times 7,4205 \times 6,44717^2} = 0,2151 \text{ in}$$

Menentukan dimensi baut dari base plate

Diketahui :

$$\text{Gaya yang bekerja pada I Leg (P)} = 1674.5780 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah baut pada setiap Leg} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Beban tiap baut} : P_{\text{baut}} = \frac{P}{n \text{ baut}} = \frac{1674,5780}{4} = 418,6445 \text{ lb}$$

$$\text{Bahan baut} : \text{High Alloy Steel SA-193 grade B type 321}$$

Max Allowable stress (f) : 15000 psi

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} = \frac{418,6445}{15000} = 0,0279 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{\pi \times d_{\text{baut}}^2}{4} = 0,0279 = \frac{3,14 \times d_{\text{baut}}^2}{4}$$

$$d_{\text{baut}} = 0.1886 \text{ in}$$

Standarisasi diameter baut dari Tabel 10.4 Brownell & Young hal. 188 sehingga diperoleh ukuran baut 1 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

Ukuran baut = 5/8 in

Root area = 0.202

Bolt spacing min = 1 ½ in

Min. Radial distance = 15/16 in

Edge distance = ¾ in

Nut dimension = 1 1/16 in

Max filled radius = 5/16 in

Perancangan Lug dan Gusset

Perencanaan:

Digunakan 2 buah plat horizontal (untuk lug) dan 2 buah plat vertikal (untuk gusset).

Type : Double gusset plate

Bahan : High Alloy Steel SA-193 Grade B8t type 321

Max Allowable stress (f) : 15000 psi

μ steel : 0,3

- Menghitung tebal horizontal plate (thp)

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times My}{f_{\text{allowable}}}}$$

$$My = \frac{P}{\pi} \times \left[(1 + \mu) \times \ln \frac{2 \times l}{\pi} + (1 - \gamma_1) \right]$$

- Menentukan gusset spacing (b')

Diketahui :

$$\text{Lebar flange (b)} = 2,66 \text{ in}$$

$$d_{\text{baut}} = 5/8 \text{ in}$$

$$b' = b + (2 \times 0,625)$$

$$= 3,91 \text{ in}$$

- Menentukan panjang lug (l) dengan konstanta γ_1

Diketahui :

$$l = b_{\text{I-Beam}} = \text{lebar flange} = 2,66 \text{ in}$$

$$\frac{b'}{l} = \frac{3,91}{2,66} = 1,4699$$

Dari Tabel 10.6 Brownell & Young hal. 192 diperoleh :

$$\gamma_1 = 0,211$$

Menentukan radius (e)

Diketahui :

Tebal silinder evaporator = 3/16 in

$$e = 0,5t_s + 1,5 + 0,5 b_{1\text{-Beam}}$$

$$= 2,9237$$

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

$$= 108.0485 \text{ in-lb}$$

Maka :

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}} = \sqrt{\frac{6 \times 108,0485}{15000}} = 0,2079 \text{ in}$$

- Menghitung tebal gusset (t_g)

$$t_g = \frac{3}{8} \times thp = 0,0780 \text{ in}$$

- Menghitung tinggi gusset (h_g)

h_g = A - ukuran baut

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

$$= 0,625 + 9 = 9,625 \text{ in}$$

Maka :

h_g = A - ukuran baut

$$= 9,625 + 0,625 = 10,25 \text{ in}$$

- Menghitung tinggi lug (h)

$$h = h_g - 2thp$$

$$= 10,25 \text{ in} + 2 (0,2079) = 10,6658 \text{ in}$$

Perancangan Pondasi

Dasar perhitungan :

Beban tiap kolom (W)

$$W = P = 1674,58 \text{ lb}$$

Menghitung beban base plate (W_{bp})

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

Dimana :

$$p = \text{panjang base plate} = 15.0223 \text{ in} = 1.2519 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 15.0223 \text{ in} = 1.2519 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 0.2151 \text{ in} = 0.0179 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= p \times l \times t \times \rho \\ &= 1.2519 \times 1.2519 \times 0.0179 \times 489 \\ &= 13.7363 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menghitung beban kolom penyangga

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

Dimana :

$$L = \text{Tinggi kolom} = 3 \text{ in} = 0,25 \text{ ft}$$

$$A = \text{luas kolom I-Beam} = 0,1999 \text{ in}^2 = 0,0014 \text{ ft}^2$$

$$F = \text{faktor koreksi} = 3,4$$

$$\rho = \text{densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

Maka beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned} W_p &= L \times A \times F \times \rho \\ &= 0.25 \times 0.00139 \times 3,4 \times 489 \\ &= 0.5771 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Menghitung berat total dari evaporator dan support

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 1674.5780 + 13.7363 + 0.5771 \\ &= 1688.8914 \text{ lb} \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap hanya gaya vertikal dari berat kolom Untuk itu luas yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut adalah :

$$\text{Luas pondasi atas} = 20 \times 20 \text{ in}$$

$$\text{Luas pondasi bawah} = 32 \times 32 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi} = 25 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Pondasi rata-rata (A)} &= \left[\frac{\text{Luas pondasi atas} + \text{Luas pondasi bawah}}{2} \right] = \left[\frac{(20 \times 20) \text{ in}^2 + (32 \times 32) \text{ in}^2}{2} \right] \\ &= 712 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Volume pondasi (V)} &= A \times H \\ &= 712 \text{ in}^2 \times 25 \text{ in} \\ &= 17800 \text{ in}^3 = 10.301 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

- Bahan konstruksi pondasi : Beton

$$\text{Densitas} = 137 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pondasi (W)} &= V \times \rho \\ &= 10.301 \times 137 \\ &= 1411.2269 \text{ lb} = 640.1184 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{- Safe bearing power minimum} = 5 \text{ ton/ft}^2$$

$$\text{- Safe bearing power maximum} = 10 \text{ ton/ft}^2 \quad (\text{Tabel 12.2 Hesse, hal 327})$$

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \\ &= 22046 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan pada tanah : } P = \frac{W}{A}$$

Dimana :

$$W = \text{berat beban total} + \text{berat pondasi}$$

$$A = \text{Luas bawah pondasi}$$

$$\text{Sehingga : } P = \frac{W}{A} = \frac{1688,8914 + 1411,2269}{1024} = 3,0275 \text{ lb/in}^2 = 435,9541 \text{ lb/ft}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas atas sebesar (20 x 20) in dan ukuran luas bawah sebesar (32 x 32) in dengan tinggi pondasi sebesar 25 in dapat digunakan.

Kesimpulan dimensi Evaporator :

- Nama alat : Single Effect Evaporator
 Kode alat : V-120
 Fungsi : untuk memekatkan larutan natrium benzoat sebelum masuk ke kristalizer
- Type : Short tube vertikal dengan tutup atas berbentuk standard dishes dan tutup bawah berbentuk conical sudut puncak = 120°
- Bahan : Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316 dengan harga $f = 17500$
- Prinsip kerja : mengurangi kadar air dengan cara menguapkannya
- Kondisi Operasi :
- suhu operasi : $100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$
 - suhu larutan masuk evaporator (t_1) : $84,85^{\circ}\text{C} = 185^{\circ}\text{F}$
 - suhu larutan keluar evaporator (t_2) : $100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$
 - suhu steam (T_1) : $120^{\circ}\text{C} = 248^{\circ}\text{F}$
 - suhu kondensat (T_2) : $120^{\circ}\text{C} = 248^{\circ}\text{F}$
 - tekanan Operasi (P) : $1\text{ atm} = 14,7\text{ psia}$

1. Bagian Tube

- BWG = 14
- Panjang tube (l) = 96 in
- Diameter luar (d_o) = 1 in
- Diameter dalam (d_i) = 0,834 in
- Jumlah tube (N_t) = 86
- susunan tube = triangular pitch

2. Bagian Silinder

- Diameter luar (d_o) = 84 in
- Diameter dalam (d_i) = 83,63 in
- Tinggi silinder (L_s) = 117,06 in
- Tebal silinder (t_s) = $3/16$ in

- Tebal tutup atas (tha) = 3/16 in
- Tebal tutup bawah (thb) = 3/16 in
- Tinggi tutup atas (ha) = 15,29 in
- Tinggi tutup bawah (hb) = 26,14 in
- Tinggi Reaktor (H) = 158,50 in

3. Bagian Nozzle

a. Nozzle untuk uap keluar

- Diameter dalam (di) = 12 in
- Diameter luar (do) = 12,75 in
- Tebal dinding (t) = 0,375 in
- Schedule = 40

b. Nozzle untuk steam masuk

- Diameter dalam (di) = 13,125 in
- Diameter luar (do) = 14 in
- Tebal dinding (t) = 0,438 in
- Schedule = 40

c. Nozzle untuk air kondensat

- Diameter dalam (di) = 1,61
- Diameter luar (do) = 1,9 in
- Tebal dinding (t) = 0,145 in
- Schedule = 40

d. Nozzle untuk larutan masuk

- Diameter dalam (di) = 2,067 in
- Diameter luar (do) = 2,375 in
- Tebal dinding (t) = 0,154 in
- Schedule = 40

e. Nozzle untuk uap keluar

- Diameter dalam (di) = 2,067 in

- Diameter luar (do) = 2,375 in
- Tebal dinding (t) = 0,154 in
- Schedule = 40

f. Hand hole

- Diameter dalam (di) = 6,065 in
- Diameter luar (do) = 6,625 in
- Tebal dinding (t) = 0,280 in
- Schedule = 40

4. Bagian Flange

- Bahan Konstruksi = *High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310*
- Type Flange = loose ring flange
- Tensile Strength Minimum = 75000 psia
- Allowable Stress (f) = 18750 lb/in²
- tebal Flange = 1,0214 in

5. Bagian Bolting

- Bahan Konstruksi = *High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304*
- Tensile Strength Minimum = 75000 psia
- Allowable Stress (f) = 15000 lb/in²
- Ukuran baut = 1 ¼ in
- Jumlah baut = 6 buah

6. Bagian Bolting

- Bahan Konstruksi = *Flat metal, Jacketed, Asbestos Filled*
- Gasket faktor = 3,75
- Lebar gasket = 0,0625 in

7. Bagian Penyangga

- Bahan Konstruksi = Carbon steel SA-Grade M type 316
- Jenis = I-beam

- Ukuran = 6 x 3 3/8 in
- Nominal size = 5 in
- Berat = 5,7 lb
- Tinggi penyangga = 139,25 in
- Jumlah penyangga = 4 buah

8. Bagian Base plate

- Bahan Konstruksi = Beton
- Panjang (p) = 15,4973 in
- Tebal (tbp) = 0,5012 in
- Ukuran baut = 5/8 in

9. Bagian Lug dan Gusset

a. Lug

- Tebal (tbp) = 0,2079 in
- Tinggi = 10,6658 in

b. Gusset

- Tebal (tbp) = 0,0780 in
- Tinggi = 10,250 in

10. Bagian Pondasi

- Bahan konstruksi = beton
- Luas pondasi atas = 20 x 20 in
- Luas pondasi bawah = 32 x 32 in
- Tinggi = 25in



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 (controiler). 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_2CO_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 menjamin 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. Perpipaan

- 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 yang telah disediakan.
- Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat yang panas.
- Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.

7.2.1. Pengamanan Alat

Untuk menghindari kerusakan alat, seperti peledakan atau kebakaran maka pada alat tertentu perlu dipasang suatu 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 yang 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 pernafasan 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 kandungan lumpur, kerak dan alkalinitas air umpan boiler.

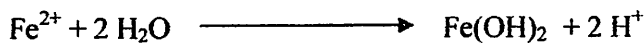
b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

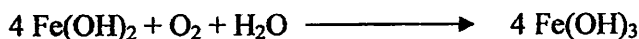
- Isolasi terhadap panas sehingga perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat

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 H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

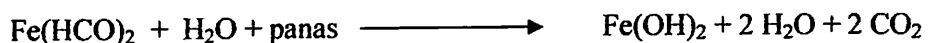
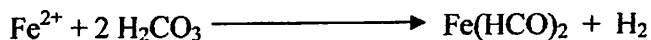


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



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

Reaksi yang terjadi :



8.2. 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 :

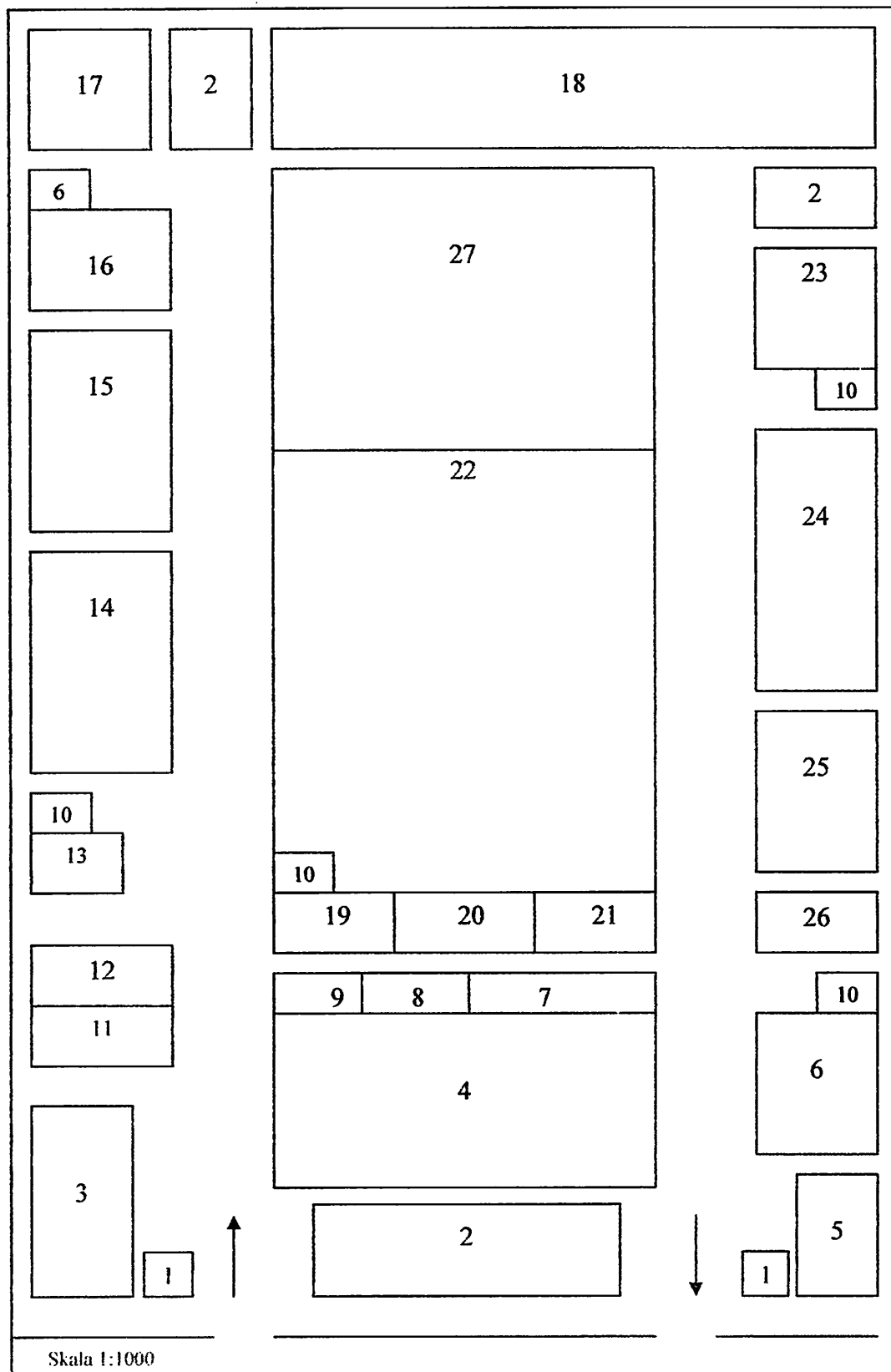
- a) Pemakaian areal tanah sekecil mungkin

- 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

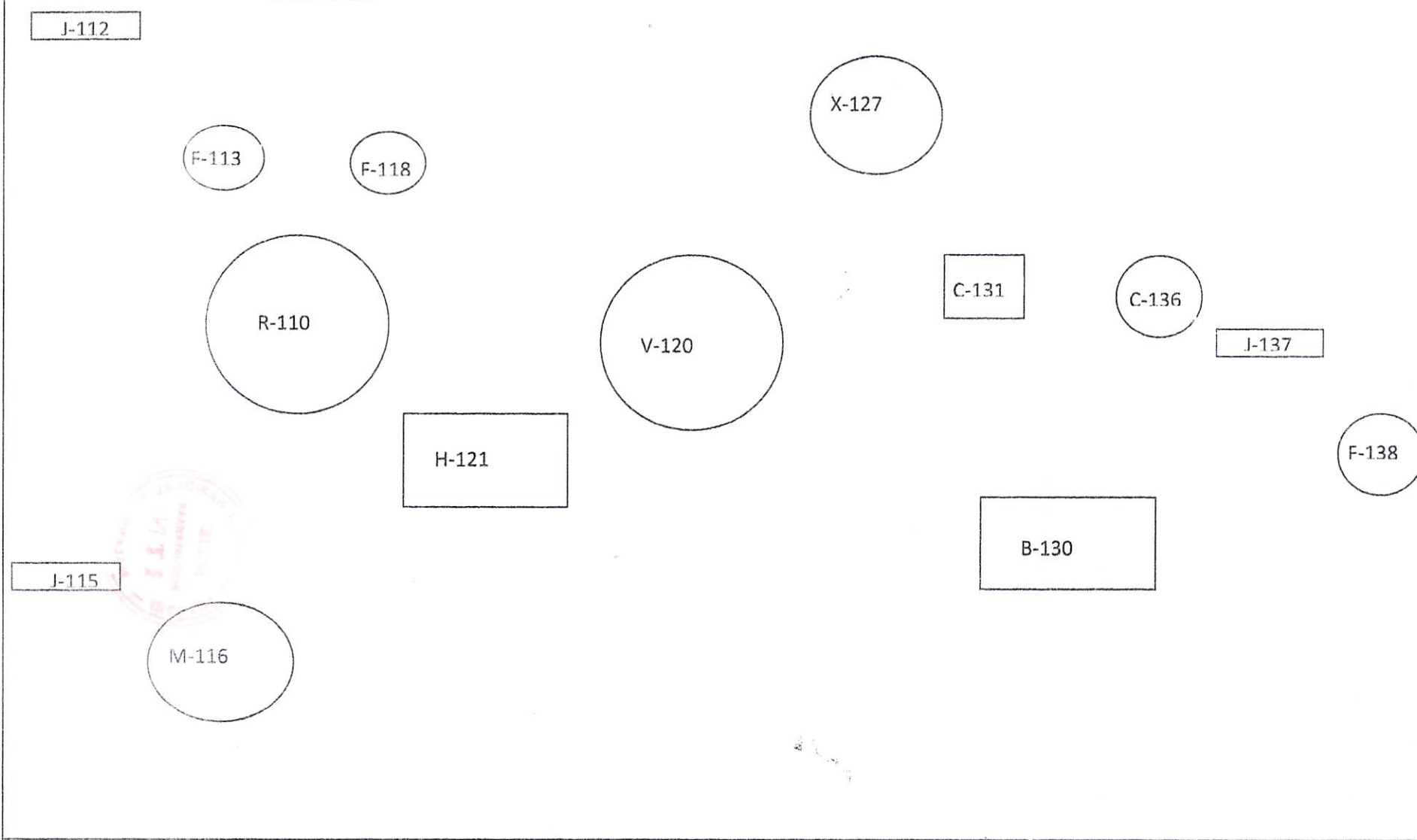
Keterangan gambar 9.1 :

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.



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 Na-alginate 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.

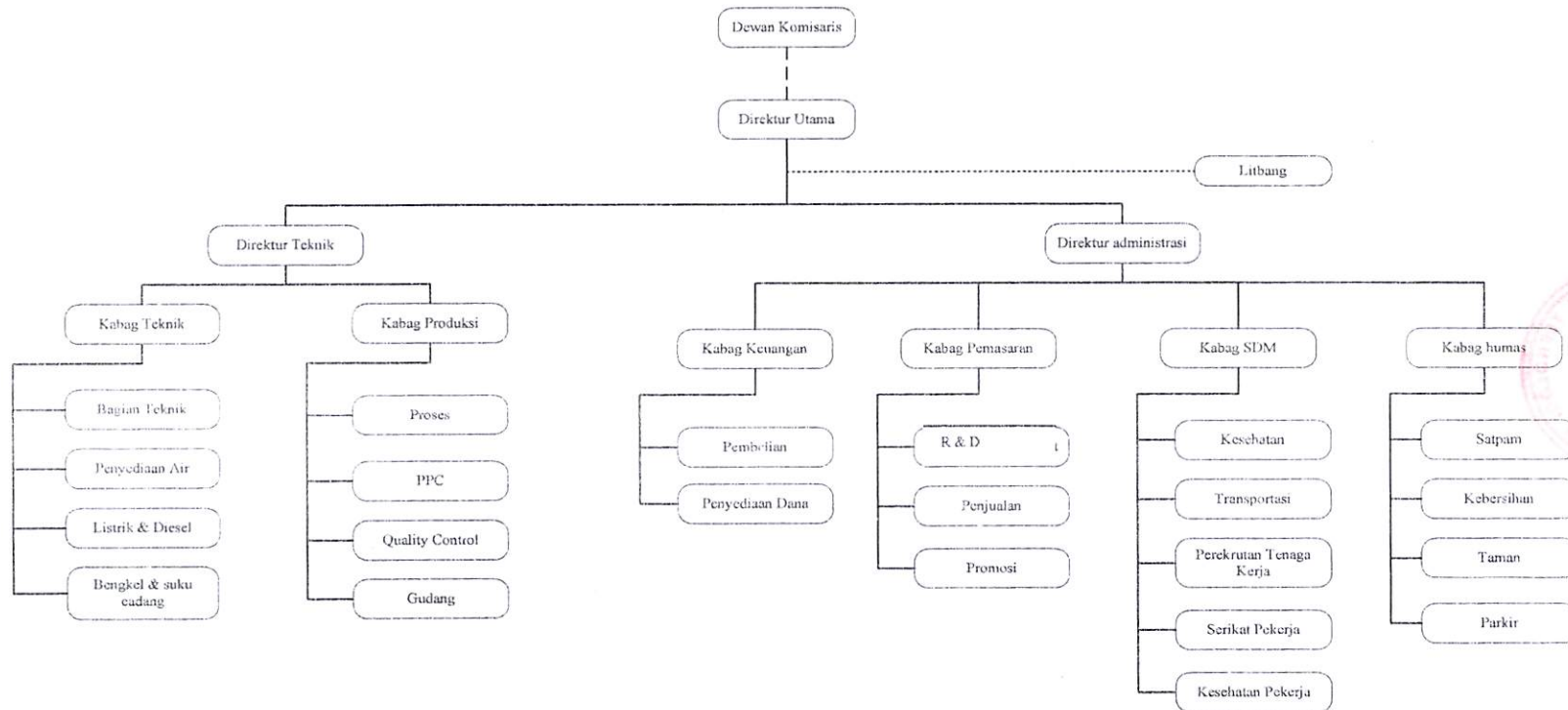
- Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris.
- Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan 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 sahan 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 mememanajemen 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

| Hari | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 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 Amonium Nitrat :

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 humus | : 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 |
| Bagain 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

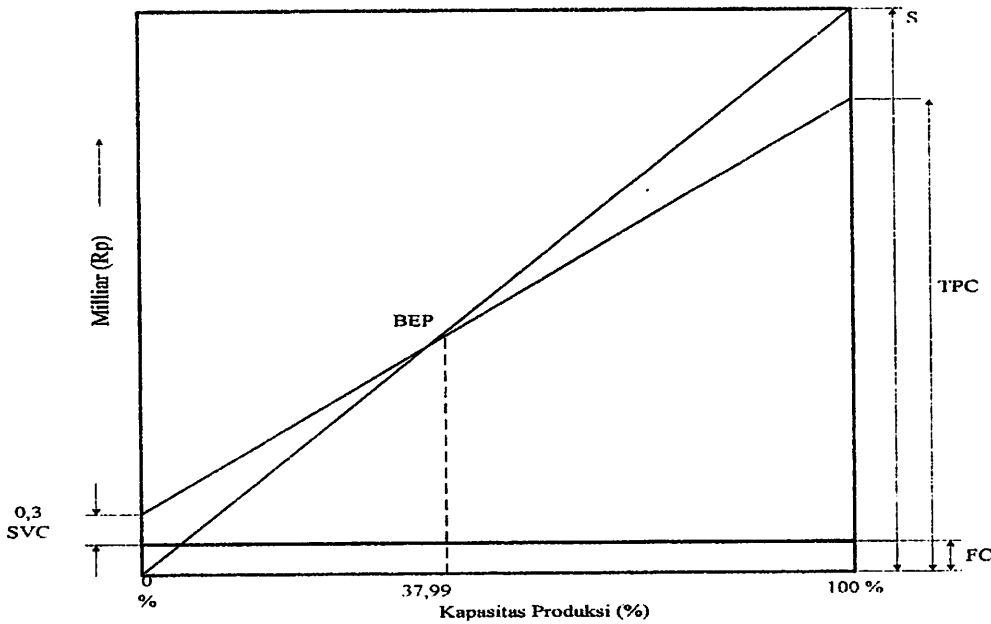
$ROR_{BT} = 32,88 \%$

$ROR_{AT} = 25,90 \%$

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_{A_0} (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 eksportnya.

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 Inc. New York
- Brownell, L.E and Young, E.H, (1959). **Process Equipment Design**, 1st edition, John Willey and Sons Inc, 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 Inc. New York
- Kern, D.Q, (1965), **Process Heat Transfer**. 1st edition, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore
- McCabe, 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 Technology**, Vol 6, 7, 5th edition, John Willey and Sons Inc, 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 Economic for Chemical Engineer's**, 3th edition, Mc Graw_Hill Internasional Book Company, Singapore
- Ulman's, (1986), **Encyclopedia of Industrial Chemistry**, Volume 6A, Weinheim, 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

