

PRA RENCANA PABRIK

**NATRIUM HIDROKSIDA DARI GARAM INDUSTRI
DENGAN PROSES ELEKTROLISA
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
MIXER**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

ASMAUL HUSNA 10.14.907



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

5010

UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
WASHINGTON, D. C. 20535

TO: SAC, NEW YORK
FROM: SAC, PHOENIX
SUBJECT: [REDACTED]

RE: [REDACTED]

RE: [REDACTED]

RE: [REDACTED]

RE: [REDACTED]
RE: [REDACTED]
RE: [REDACTED]
RE: [REDACTED]
RE: [REDACTED]

**LEMBAR PERSETUJUAN
PRA RENCANA PABRIK NATRIUM HIDROKSIDA DARI
GARAM INDUSTRI DENGAN PROSES ELEKTROLISA
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
MIXER**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

ASMAUL HUSNA

10.14.907

Malang, Januari 2013

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



Ir. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 196303071992032002

Dosen Pembimbing II



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



Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi nasional Malang

Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330


BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : ASMAUL HUSNA
NIM : 1014907
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : **PRA RENCANA PABRIK NATRIUM HIDROKSIDA
DARI GARAM INDUSTRI DENGAN PROSES
ELEKTROLISA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 09 Februari 2013
Nilai : B+

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris,



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

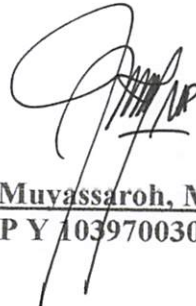
Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

Penguji Kedua,



Ir. Muyassaroh, MT
NIP Y 1039700306

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **ASMAUL HUSNA**
NIM : **10.14.907**
Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**
Fakultas : **Teknologi Industri**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

**“ PRA RENCANA PABRIK NATRIUM HIDROKSIDA DARI
GARAM INDUSTRI DENGAN PROSES ELEKTROLISA KAPASITAS
PRODUKSI 50.000 TON/ TAHUN “**

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

Malang, Januari 2013

Yang membuat pernyataan,



ASMAUL HUSNA

ABSTRAK

Natrium hidroksida (NaOH) pada umumnya sering disebut sebagai kaustik soda merupakan padatan kristal putih yaitu senyawa anorganik sejenis basa logam kaustik. Secara komersial natrium hidroksida tersedia dalam berbagai bentuk padatan, bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Natrium Hidroksida merupakan salah satu jenis bahan kimia dasar, sehingga banyak industri yang menggunakannya sebagai bahan kimia dasar atau hanya sebagai bahan penunjang produksi. Industri penghasil natrium hidroksida ini sangat dibutuhkan di Indonesia, karena produk dari industri ini akan banyak dibutuhkan dalam industri bahan kimia dan farmasi, industri rayon dan film, industri pulp dan kertas, industri sabun dan detergen, industri tekstil, dan industri kimi lainnya. Proses yang digunakan pada pembuatan natrium hidroksida ini adalah proses elektrolisa dan sebagai bahan baku menggunakan garam industri.

Pabrik Natrium Hidroksida ini direncanakan didirikan di Kawasan Industri Maspion desa Sukomulyo Manyar, Gresik Jawa Timur dengan kapasitas produksi sebesar 50.000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2014. Model operasi yang diterapkan adalah sistem kontinue dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf.

Dari hasil perhitungan ekonomi didapat $BEP = 53,94\%$; $POT = 2$ tahun; $ROI_{BT} = 61\%$; $ROI_{AT} = 36\%$; $IRR = 28,73\%$; dan $TCI = Rp. 102.197.881.825,-$. Dengan demikian maka pabrik natrium hidroksida layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Natrium Hidroksida, Elektrolisa

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ *Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida Dari Garam Industri Dengan Proses Elektrolisa Kapasitas Produksi 50.000 Ton/Tahun* “ .

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.

Atas terselesainya Skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT, selaku Dekan FTI ITN Malang.
3. Bapak Ir. Jimmy, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
4. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, MT., selaku dosen pembimbing Skripsi I.
5. Bapak Elvianto Dwi Daryono, ST.MT., selaku dosen pembimbing Skripsi II.
6. Dosen – dosen jurusan Teknik Kimia yang telah banyak memberikan bantuan dalam terselesainya skripsi ini.
7. Rekan – rekan mahasiswa alih jenjang angkatan 2010 dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dan mendukung demi terselesainya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun mengharapkan agar Skripsi ini dapat berguna, baik buat penyusun pribadi maupun bagi seluruh mahasiswa Teknik Kimia.

Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Penyusun berharap Skripsi ini dapat berguna bagi penyusun secara pribadi maupun pembaca sekalian khususnya di bidang ilmu Teknik Kimia.

Malang, Januari 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAKSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	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 PERUSAHAAN.....	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIXS	
APPENDIKS A	APP A – 1
APPENDIKS B	APP B – 1
APPENDIKS C	APP C – 1
APPENDIKS D	APPD – 1
APPENDIKS E	APP E – 1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Proses Lime Soda	II - 1
Gambar 2.2. Blok Diagram Proses Elektrolisa.....	II - 2
Gambar 9.1. Peta Lokasi Kabupaten Gresik	IX - 6
Gambar 9.2. Gambar Tata Letak Pabrik Natrium Hidroksida	IX - 10
Gambar 9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik Natrium Hidroksida.....	IX - 13
Gambar 10.1. Gambar Struktur Organisasi Pabrik Natrium Hidroksida ..	X - 8
Gambar 11.1. Break Event Point Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida	XI - 8
Gambar E.1. Grafik Hubungan antara Indeks Harga Alat dengan Tahun	APP E - 3

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Data Import Natrium Hidroksida	I - 5
Tabel 2.1.	Perbandingan Proses Lime Soda dan Elektrolisa Pada Pembuatan Natrium Hidroksida	II - 5
Tabel 7.1.	Instrumen Peralatan Pabrik	VII - 3
Tabel 7.2.	Alat-alat Keselamatan Kerja	VII - 10
Tabel 10.6.1.	Jadwal Kerja Karyawan Pabrik	X - 11
Tabel 10.8.1.	Kebutuhan Tenaga Kerja	X - 13
Tabel 10.9.1.	Daftar Gaji Karyawan	X - 15
Tabel 11.1.	Cash Flow Pabrik Natrium Hidroksida	XI - 10
Tabel 11.2.	Cash Flow untuk IRR	XI - 11
Tabel E.1.1.	Indeks Harga Alat Pada Tahun Sebelum Evaluasi.....	APP E - 2
Tabel E.1.2.	Harga Peralatan Proses	APP E - 4
Tabel E.2.1.	Harga Peralatan Proses Tahun 2014	APP E - 5
Tabel E.2.2.	Harga Peralatan Utilitas	APP E - 6
Tabel E.5.	Biaya Gaji Pegawai	APP E - 8
Tabel E.6.	Cash Flow Untuk NPV selama 10 Tahun.....	APP E - 18
Tabel E.7.	Cash Flow untuk IRR.....	APP E - 19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Natrium hidroksida (NaOH) pada umumnya dikenal sebagai kaustik soda merupakan padatan kristal putih yaitu senyawa anorganik sejenis basa logam kaustik. Secara komersial natrium hidroksida tersedia dalam berbagai bentuk padatan, bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Natrium Hidroksida merupakan salah satu jenis bahan kimia dasar, sehingga banyak industri yang menggunakannya sebagai bahan kimia dasar atau hanya sebagai bahan penunjang produksi misalnya sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen ^[1,5].

Mengingat Natrium Hidroksida (NaOH) mempunyai peran yang penting pada beberapa industri dan kebutuhan untuk industri setiap tahun mengalami peningkatan, serta ketersediaannya didalam negeri juga masih kurang sehingga Indonesia harus mengimport dari negara lain misalnya dari Amerika Serikat, Jepang, Korea, RRC, Inggris, Taiwan, Arab Saudi, Australia, dan lain-lain. Oleh karena itu perlu didirikan pabrik baru untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, produk ini juga dapat di eksport sehingga dapat menambah devisa negara.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri Natrium Hidroksida

Larutan Natrium Hidroksida atau disebut soda kaustik ditemukan setelah soda abu banyak digunakan pada pertengahan abad XVIII. Soda kaustik pada mulanya dibuat secara kaustisasi soda abu LeBlanc secara tumpak dengan gamping ^[7].

Produksi soda kaustik dengan cara elektrolisis sudah dikenal pada abad kedelapan belas, tetapi barulah pada tahun 1890 soda kaustik diproduksi dengan cara elektrolisis untuk keperluan industri sampai beberapa tahun sebelum Perang Dunia I. Kuantitas soda kaustik yang dihasilkan sebagai koproduk klor dari proses elektrolisis boleh dikatakan dapat diabaikan bila dibandingkan dengan yang dibuat dari soda abu dengan kaustisasi gamping. Tetapi pada tahun 1962

soda kaustik gamping sudah hampir tidak dibuat lagi karena perkembangan di bidang peralatan pembangkit listrik arus searah berkapasitas menyebabkan proses kaustisasi ini menjadi kuno. Penggunaan soda kaustik meningkat setelah Perang Dunia I, terutama di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Jepang, Perancis ^[7].

Pada tahun 1968 produksi natrium hidroksida menggunakan proses diskontinue elektrolisa dari sodium klorida. Proses ini terus mengalami perkembangan, sehingga pada tahun 1980-an penggunaan membran mulai diperkenalkan dengan menggunakan sel diaphragma dan sel membran. Pada 1990 produksi natrium hidroksida dikembangkan menggunakan sel merkuri, tetapi proses ini tidak disukai kalangan industri karena proses tidak sederhana, biaya mahal dan menyebabkan pencemaran merkuri yang sangat berbahaya bagi lingkungan ^[19].

1.3. Kegunaan Natrium Hidroksida

Kegunaan natrium hidroksida adalah sebagai berikut ^[5,22]:

1. Industri bahan kimia dan farmasi
2. Industri rayon dan film
3. Industri pulp dan kertas
4. Industri sabun dan detergen
5. Industri tekstil
6. Industri alumina
7. Industri petroleum

1.4 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku

a. Bahan Utama

1. Garam Industri

Komposisi garam industri (di Hangzhou Jingtang Chemical CO Ltd) ^[3]:

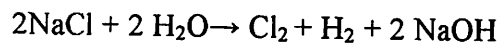
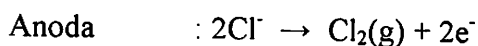
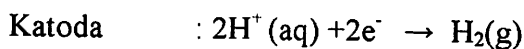
NaCl	≥ 99.9%
MgCl ₂	≤ 0.1%

❖ Sifat fisika ^[23]:

- Rumus molekul : NaCl
- Berat molekul : 58,454 kg/kmol
- Bentuk : Kristal
- Titik lebur : 800,8 °C
- Titik didih : 1465 °C (1738 K)
- Specific gravity : 2.165
- Densitas : 2,16 gr/ cm³
- Hardness : 2,5
- PH dalam larutan : 6,7 – 7,3
- Panas pelarutan dalam 1 kg air (25°C) : 3,757 kJ/mol

❖ Sifat kimia ^[23]:

- Garam mempunyai rumus kimia NaCl yang mudah larut dalam air. NaCl dapat bereaksi dengan H₂O dengan cara elektrolisis dimana reaksinya :



- Kelarutan dalam air, g NaCl/100 ml :
 - Pada suhu 25 °C : 35,9
 - Pada suhu 30 °C : 36,3
 - Pada suhu 80 °C : 38,4
- Sedikit larut dalam alkohol

b. Bahan Pembantu**1. Air ^[24]**

❖ Sifat fisika :

- Rumus molekul : H₂O
- Berat molekul : 18,016 g/mol
- Specific gravity : 1,00 (liquid)
- Titik beku : 0 °C (273,15 K) (32°F)

- Titik didih : 100 °C (373,15 K) (212°F)
- Viskositas : 0,8949 cP (pada 25°C)
- Densitas : 0,997951 g/cm³ (pada 25°C)
- Specific heat : 4,17856 J/g.K (pada 25°C)
- Konduktivitas termal : 0,00598 W/cm.K (pada 20°C)
- Heat of formation : 285,890 kJ/mol (pada 25°C)
- Heat of ionization : 55,71 kJ/mol (pada 25°C)

1.4.2. Produk

a. Natrium Hidroksida ^[22,25]

❖ Sifat fisika :

- Bentuk cairan tidak berwarna
- Rumus Molekul : NaOH
- Berat Molekul : 39.998 g mol⁻¹
- Densitas : 2,13 g cm⁻³
- Specific gravity : 1,53
- Titik leleh : 318 °C, 591 K, 604 °F
- Titik didih : 1388 °C, 1661 K, 2530 °F
- Specific Heat : 1,48 J/g°C (pada 20°C)
- Viskositas : 60 cP pada suhu 25°C

❖ Sifat kimia :

- Bersifat korosif terhadap kulit tetapi tetap dapat digunakan untuk menyerap kelembaban dan karbon.
- Larut dalam alkohol, air, eter dan gliserin dan tidak larut dalam acetone.

1.5 Perkiraan Kapasitas Produksi

Dalam mendirikan suatu pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produksi yang dihasilkan sesuai dengan permintaan. Jumlah ini untuk memenuhi permintaan kebutuhan Natrium Hidroksida didalam negeri dan juga kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai import setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun

waktu berikutnya. Untuk memperkirakan kebutuhan natrium hidroksida pada tahun 2014 digunakan persamaan :

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

Dimana:

M = Jumlah kebutuhan tahun 2014 (kg/tahun)

P = Jumlah kebutuhan 2010 (kg/tahun)

i = Persentase kenaikan rata – rata per tahun

n = Selisih waktu perkiraan (2014 – 2010 = 4 tahun)

Berikut data Natrium Hidroksida di Indonesia tahun 2006-2010 seperti terlihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data kebutuhan NaOH dalam negeri tahun 2006 – 2010

Tahun	Import (kg)	Kenaikan (%)
2006	44.498	-
2007	47.854	7,542
2008	50.328	5,170
2009	49.106	-2,428
2010	54.047	10,062
Jumlah	245833	20,346
Rata-rata	49166,6	4,0691

Sumber : Biro Pusat Statistik Surabaya

Dari data kebutuhan natrium hidroksida di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas import natrium hidroksida pada tahun 2014 adalah:

$$\begin{aligned} M &= P (1 + i)^n \\ &= 54.047 (1 + 4,0691) ^4 \\ &= 35.686.548 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Pada umumnya kegiatan ekspor dapat memperlancar kinerja dari suatu pabrik, dimana umumnya asumsi ekspor suatu pendirian pabrik berkisar antara 30 – 60 %. Oleh karena itu pendirian pabrik ini dapat diambil asumsi untuk ekspor sebesar 40% dari kapasitas pabrik dan ditambahkan dalam kapasitas pabrik, sehingga kapasitas pabrik baru adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas pabrik baru} &= \text{import} + \text{eksport} \\ &= 35.686.548 + (0,4 \times 35.686.548) \\ &= 49.961.167 \text{ kg/tahun}\end{aligned}$$

Kapasitas pabrik baru dibuat sama dengan jumlah import, dalam hal ini ekspor hilang. Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka perkiraan kapasitas produksi pabrik pada tahun 2014 sebesar 50.000 ton /tahun.

BAB II

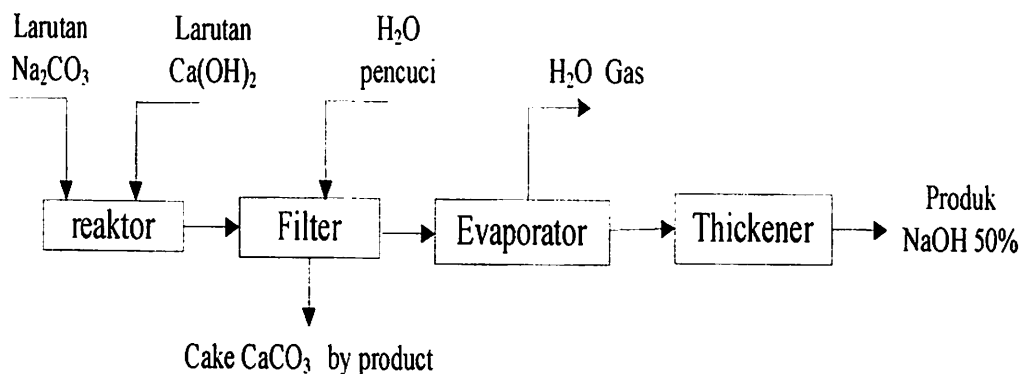
SELEKSI PROSES DAN URAIAN PROSES

2.1. Seleksi Proses

Proses pembuatan Natrium Hidroksida (NaOH) pada prinsipnya ada dua cara, yaitu ^[17] :

1. Pembuatan Natrium Hidroksida dengan proses lime-soda
2. Pembuatan Natrium Hidroksida dengan proses elektrolisa

2.1.1. Pembuatan Natrium Hidroksida dengan proses lime-soda



Gambar 2.1. Blok Diagram Proses Lime Soda ^[17]

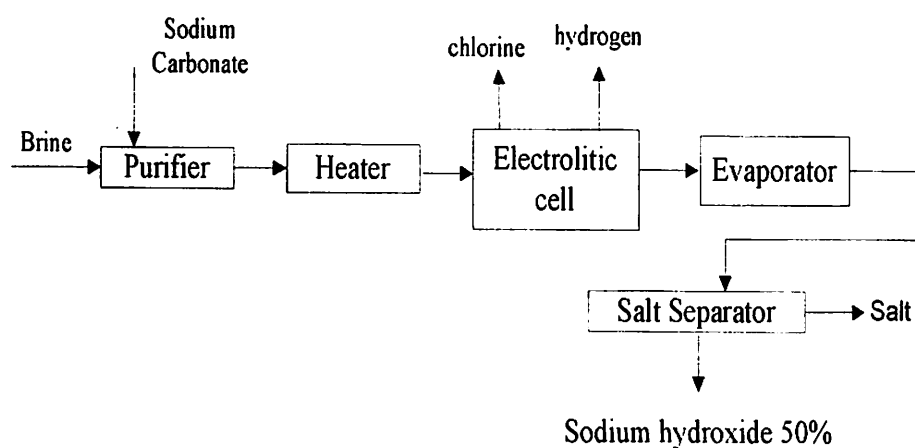
Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah Na₂CO₃ (soda ash) dan Ca(OH)₂ (lime). Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Metode ini dilakukan dengan cara pencampuran Larutan Na₂CO₃ dan Ca(OH)₂ yang menghasilkan larutan NaOH dan CaCO_{3(s)}. Setelah dipisahkan maka larutan NaOH dipisahkan untuk menghasilkan konsentrasi NaOH yang diinginkan. Proses ini dapat dilakukan secara batch maupun kontinue. Pada reaksi di atas digunakan larutan Na₂CO₃ 20 %, sedangkan Ca(OH)₂ yang digunakan berupa buburan. Reaksi berlangsung pada temperatur sekitar 105°C. Setelah diaduk selama sekitar 1 jam, kemudian diendapkan di dalam thickener. Larutan hasil pemisahan dari thickener mengandung NaOH dengan kadar 10 – 12 %. Larutan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam evaporator untuk

dipekatkan kadar NaOH menjadi 50 % dengan konversi 95 – 96 %. Sedangkan endapan yang keluar sebagai hasil bawah thickener dipompa ke thickener yang lain untuk diambil kandungan NaOH dan Na₂CO₃ dengan jalan menambahkan air panas ke dalam thickener tersebut. Larutan hasil yang diperoleh adalah larutan encer yang dipakai sebagai make up Na₂CO₃ 20 % ^[17].

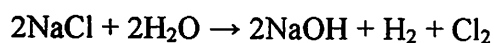
2.1.2. Pembuatan Natrium Hidroksida dengan proses elektrolisa



Gambar 2.2. Blok Diagram Proses Elektrolisa ^[17]

Natrium Hidroksida diproduksi dengan proses elektrolisa dalam suatu sel yang berisi larutan NaCl. Bahan baku yang digunakan adalah NaCl yang berasal dari air laut atau deposit maupun brine. Larutan garam dimurnikan dalam tangki pemurnian dengan penambahan Na₂CO₃ yang berfungsi untuk mengendapkan senyawa Ca²⁺, Mg²⁺, dan SO₄²⁺. Setelah dimurnikan larutan kemudian dipanaskan pada pre-heater dan kemudian dimasukkan dalam sel elektrolisa ^[17]. Tetapi dalam hal ini bahan baku yang digunakan pada pabrik ini adalah garam industri dengan kemurnian tinggi sehingga tidak diperlukan proses pemurnian brine.

Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah sebagai berikut :



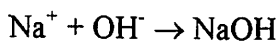
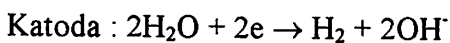
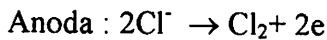
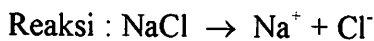
Konversi = 95-96%

Ada tiga jenis sel elektrolisa yang biasa digunakan yaitu :

a. Proses elektrolisa dengan sel diaphragm.

Dalam sel diaphragma yang dipakai sebagai anoda adalah grafit dan sebagai katoda digunakan besi atau platina. Diaphragma dibuat dari asbes

mudah dilalui ion – ion tapi sukar dilalui oleh molekul. Diaphragma ini memisahkan memisahkan anoda dan katoda. Dengan adanya arus searah, pada anoda diperoleh gas Cl_2 dan pada katoda diperoleh gas H_2 .



Konsentrasi NaCl yang diizinkan adalah 340 – 350 g/liter yang pada hakekatnya adalah larutan jenuh. Sel bekerja pada suhu 85°C [17]. Diaphragma umumnya diganti setiap empat kali pergantian anoda. Umur anoda biasanya sekitar 365 hari. Pada saat ini telah digunakan diafragma dan elektroda yang telah dimodifikasi sehingga memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan umur penggunaan yang lebih lama yaitu mencapai 8-10 tahun. Larutan NaOH yang dihasilkan adalah 11,3-15 %.

b. Proses sel elektrolisa dengan sel membran.

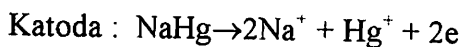
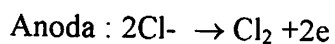
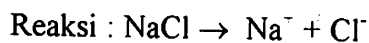
Teknologi sel Membran merupakan perkembangan yang relatif baru, ini berbeda dari teknologi sel diafragma yaitu larutan sekitar elektroda masing-masing dipisahkan oleh sebuah membrane. Sel membran memakai membran untuk memisahkan anoda dan katoda. Membran ini hanya mengijinkan ion Na^+ untuk melewatinya dan mencegah ion OH^- . Pemakaian ini dimaksudkan untuk mencegah ion OH^- dan Cl^- masuk ke dalam ruangan katoda. Membran yang digunakan pada proses ini adlah ion exchange, yang terbuat dari bahan polimer perfluoro sulfonic acid polimer, perfluorocarboxylic acid polimer dan polytetrafluoroetilen (PTFE). Sel membran menghasilkan NaOH yang lebih murni dan lebih tinggi konsentrasinya bila dibandingkan dengan sel diaphragma, yaitu sebesar 20-35 %. Sel membran ini telah diterapkan dalam industri secara komersil.

c. Proses elektrolisis dengan sel merkuri.

Di dalam sel mercury, yang dipakai sebagai katoda adalah merkuri yang dialirkan pada bagian dasar sel, sedangkan sebagai anoda dipakai grafit.

Larutan NaCl yang telah dimurnikan dialirkan diantara kedua elektroda tersebut dan membentuk NaHg pada katoda dan gas Cl₂ pada anoda.

Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Larutan NaCl sebagai umpan masuk ke dalam sel elektrolisa pada suhu 60 – 70 °C dengan konsentrasi NaCl 340 – 350 g/liter. Amalgam (NaHg) yang dihasilkan mengalir ke dekomposer dan dikontakkan dengan air secara counter current sehingga dihasilkan NaOH 50% dan gas H₂. Metode ini sudah tidak dipakai lagi karena menggunakan sel mercury yang menggunakan bahan berbahaya bagi lingkungan hidup.

2.2. Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian macam proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses sebagai berikut :

Tabel 2.1. Perbandingan proses Lime Soda dan Elektrolisa

Parameter	Macam-macam proses			
	Lime soda	Elektrolisa		
		Sel diafragma	Sel mercury	Sel membran
a. Aspek bahan baku	CaO dan Na ₂ CO ₃	NaCl	NaCl	NaCl
b. Aspek teknis:				
1. Kondisi proses				
- konversi reaksi	95-96%	95-97%	95-97%	95-97%
- kemurnian produk	9-11%	12%	50%	20-35%
- proses	Pelarutan dan pengendapan	Pemurnian NaCl dan elektrolisis	Pemurnian NaCl dan elektrolisis	Pemurnian NaCl dan elektrolisis
2. Kondisi operasi:				
- tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
- temperatur	105°C	80-99°C	60-70°C	60-80°C
c. Aspek ekonomis	Murah	Mahal	Mahal	Mahal
d. Aspek produk:				
- hasil utama	NaOH	NaOH	NaOH	NaOH
- hasil samping	CaCO ₃	H ₂ dan Cl ₂	H ₂ dan Cl ₂	H ₂ dan Cl ₂

Dari tinjauan proses pembuatan natrium hidroksida diatas, maka dapat kami buat kesimpulan bahwa proses yang dipilih adalah proses pembuatan Natrium Hidroksida dengan proses elektrolisa dengan sel membran yaitu dengan beberapa faktor pendukung :

- a. Suhu operasi yang cukup rendah.
- b. Kadar produk yang dihasilkan memenuhi pasar.
- c. Produk samping lebih memiliki nilai jual yang tinggi.

2.3. Uraian Proses

Pada pembuatan natrium hidroksida dari garam rakyat dengan proses elektrolisa dapat dilakukan melalui tahap – tahap sebagai berikut :

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

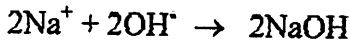
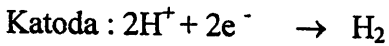
2.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Garam industri yang berbentuk kristal dengan kadar 99.9% yang digunakan sebagai bahan baku dari gudang penyimpanan (F-111) kemudian diumpankan ke bin NaCl (F-114) yang berfungsi sebagai pengumpan pada tangki pelarut (M-115) dengan belt conveyor (J-112) dan bucket elevator (J-113). Garam (NaCl) 99,9% kemudian dilarutkan hingga konsentrasi sekitar 26% pada tangki pelarutan NaCl (M-115) yang dilengkapi dengan pengaduk dan kondisi operasi pada 30°C. Pada tangki pelarutan ini, air proses digunakan sebagai pelarut sehingga terbentuk larutan NaCl.

2.3.2. Tahapan Reaksi

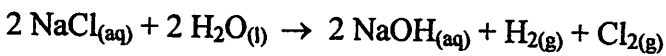
Larutan NaCl dimasukkan kedalam sel elektrolisa (R-110). Dalam sel elektrolisa Larutan NaCl dialiri arus listrik searah (DC) sehingga mengakibatkan terurainya NaCl menjadi Na^+ dan Cl^- . Dalam sel elektrolisa terjadi reaksi sebagai berikut :





Pada sel elektrolisa ini digunakan sel membran. Larutan Natrium Klorida pertama-tama masuk pada bagian anoda (-), dimana terjadi proses penguraian NaCl menjadi unsur natrium (Na^+) dengan gas klor (Cl^-). Gas klor terakumulasi menjadi gas klorin (Cl_2) untuk kemudian dikeluarkan sebagai produk samping, sedangkan Natrium (Na^+) diumpangkan menuju bagian katoda (+). Pada bagian katoda (+), Natrium (Na^+) bereaksi dengan ion OH^- membentuk Natrium hidroksida (NaOH) selain itu ion H^+ tereduksi menjadi gas hidrogen dan terlepas sebagai produk samping yang ditampung dan hasil larutan yang keluar dari katoda berupa larutan NaOH.

Reaksi yang terjadi :



Konversi = 96 %

2.3.3. Tahapan Pemurnian

Larutan NaOH dengan kemurnian 21% yang terbentuk didalam sel elektrolisa membran (R-110) kemudian diumpangkan pada Rotary Vakum Filter (H-122) untuk menghilangkan impuritis, kemudian diumpangkan ke double evaporator (V-120A dan V-120B) untuk proses pemekatan sampai dengan kadar 50%. Kemudian produk NaOH 50% ditampung pada tangki penampung sebagai produk akhir.

2.3.4. Tahap penanganan produk

NaOH dalam bentuk cair dengan kadar 50 % yang dihasilkan dikemas dalam drum dengan jumlah 55 gallon/drum dan kemudian disimpan didalam gudang penyimpanan.

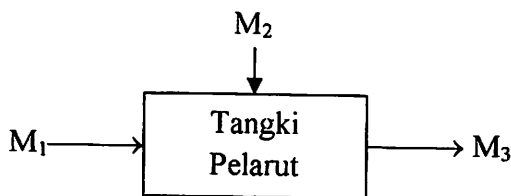
BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas Produksi : 50.000 ton/tahun
: $\frac{50.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
: 6313,1313 kg/jam
Waktu Operasi : 24 jam / hari ; 330 hari / tahun
Satuan massa : kilogram/jam
Basis : 4813,6019 kg/jam

1. TANGKI PELARUT (M - 115)

Fungsi : Melarutkan garam (NaCl) dengan penambahan air proses, tetapi pada tangki pelarut tidak terjadi reaksi.



Kondisi operasi :
Tekanan operasi = 1 atm (atmospheric pressure)
Suhu operasi = 30°C
Feed masuk = 4813,6019 kg/ jam
Neraca massa total : $M_1 + M_2 = M_3$

Keterangan :

M_1 = Massa bahan garam (NaCl) sebelum masuk tangki pelarut (dari Storage Tank)

M_2 = Massa air dari Water Proses

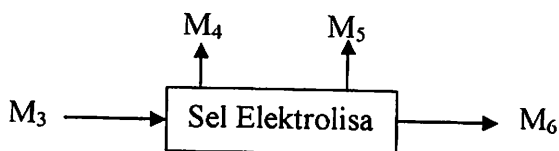
M_3 = Massa larutan garam keluar tangki pelarut menuju Sel Elektrolisa

Neraca Massa Tangki Pelarut garam (NaCl):

Komponen Masuk (kg/j)		Komponen Keluar (kg/j)	
* NaCl dari F-111 (M_1)		* NaCl ke M-115 (M_3)	
NaCl	4808,7883	NaCl	4808,7883
MgCl ₂	4,8136	MgCl ₂	4,8136
		H ₂ O	13247,3507
	4813,6019		
* Air proses dr utilitas (M_2)			
H ₂ O	13247,3507		
Total	18060,9526	Total	18060,9526

2. SEL ELEKTROLISA (R - 210)

Fungsi : Elektrolisa NaCl menjadi NaOH



Kondisi operasi :

Tekanan operasi = 1 atm (atmospheric pressure)

Suhu operasi = 65°C

Neraca massa total : $M_4 + M_5 + M_6 = M_3$

Keterangan :

M_3 = Massa larutan garam (NaCl) dari tangki pelarut

M_4 = Massa gas Cl₂ keluar

M_5 = Massa gas H₂ keluar

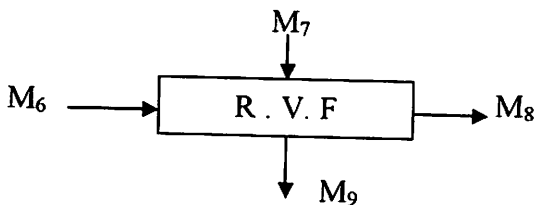
M_6 = Massa larutan NaCl menuju evaporator

Neraca Massa Sel Elektrolisa :

Komponen Masuk (kg/j)		Komponen Keluar (kg/j)	
* NaCl dari M-115 (M ₃)		* Campuran ke H-122 (M ₆)	
NaCl	4808,783	NaOH	3156,5380
MgCl ₂	4,8136	NaCl	192,3515
H ₂ O	13247,3507	MgCl ₂	4,8136
		H ₂ O	11827,0889
			15180,6117
		* Produk Cl ₂	
		Cl ₂	2801,4274
		* Produk H ₂	
		H ₂	78,9134
Total	18060,9526	Total	18060,9526

3. ROTARY VACUUM FILTER (H - 122)

Fungsi : Memisahkan impuritis (MgCl₂) dari liquidanya



Neraca Massa Total : $M_6 + M_7 = M_8 + M_9$

Keterangan :

M₆ = massa slurry dari evaporator

M₇ = massa air pencuci

M₈ = massa cake keluar dari rotary vakum filter

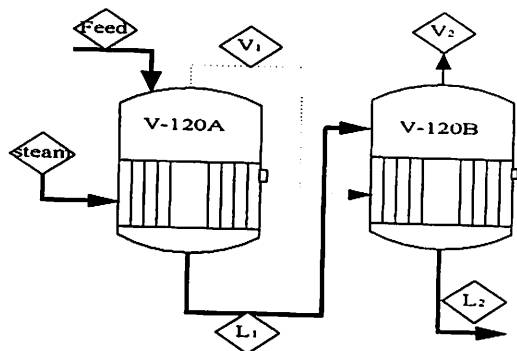
M₉ = massa filtrat keluar rotary vakum filter

Neraca massa Rotary Vakum Filter:

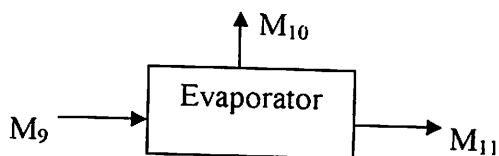
Komponen Masuk (kg/jam)	Komponen keluar (kg/jam)
*Slurry dari ke H-122 (M_6):	*Liquid ke V-120A (M_9):
Liquid :	Filtrat :
NaOH 3156,5175	NaOH 3156,5175
NaCl 192,3515	NaCl 192,3503
H ₂ O 11826,9086	MgCl ₂ 0,0963
Endapan :	H ₂ O 11828,0354
MgCl ₂ 4,8136	<hr/>
	15176,9033
*Dari waste proses (M_7):	Cake :
H ₂ O pencuci 1,2034	NaOH 0,0204
	NaCl 0,0012
	H ₂ O 0,0766
	MgCl ₂ 4,7173
Total 15181,8151	Total 15181,5181

EVAPORATOR (V – 120A dan V – 120B)

Fungsi : Menguapkan Air (H₂O)



Pada Evaporator :



Neraca massa total :

$$M_9 = M_{10} + M_{11}$$

Keterangan :

M_9 = Massa bahan dari rotary vakum filter

M_{10} = Massa bahan ke barometrik kondensor

M_{11} = Massa produk ke storage produk

Neraca massa :

Komponen Masuk (kg/jam)		Komponen keluar (kg/jam)	
*larutan dari H-122 (M_9) :		*Uap Air ke E-124 (M_{10}):	
NaOH	3156,5175	Uap air	8863,9645
NaCl	192,3503	*Produk ke F-129 (M_{11}) :	
MgCl ₂	0,0963	NaOH	3156,5157
H ₂ O	11828,0354	NaCl	192,3503
		MgCl ₂	0,0963
		H ₂ O	2964,0710
			6313,1313
Total	15176,9995	Total	15176,9995

BAB IV

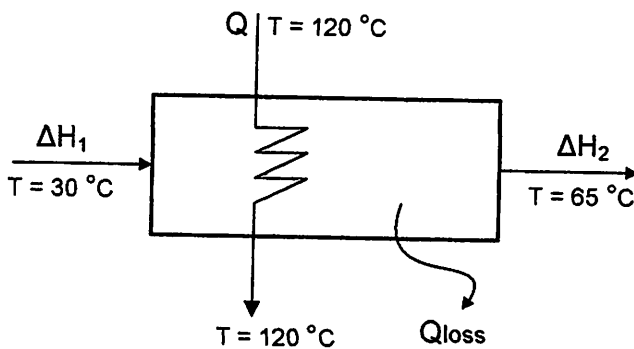
NERACA PANAS

Hasil perhitungan neraca panas pada Pra-rencana Pembuatan Natrium Hidroksida dengan kapasitas 50.000 ton/tahun, adalah sebagai berikut :

Pabrik	: Natrium Hidroksida 50 %
Kapasitas Produksi	: 50.000 ton/tahun
	: 4813,6019 kg/jam
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun
	: 24 jam/hari
Satuan	: kkal/jam
Suhu Referensi	: 25 °C = 298,15 K

1. Heater (E-127)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu larutan NaCl dari 30 °C ke 65 °C



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

Keterangan :

ΔH_1 = panas yang terkandung pada larutan NaCl yang masuk

ΔH_2 = panas yang terkandung pada larutan NaCl yang keluar

Q = steam untuk memanaskan bahan

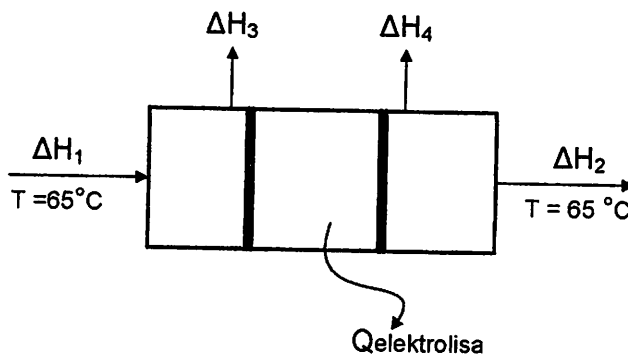
Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Total

Aliran Panas Masuk (kkal/jam)		Aliran Panas Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	40041,0641	ΔH_2	321030,6923
Q _{steam}	295778,5560	Q _{loss}	14788,9278
Total	335819,6201	Total	335819,6201

2. SEL ELEKTROLISA (R - 110)

Fungsi : Elektrolisis NaCl menjadi NaOH



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

Keterangan :

ΔH_1 = panas yang terkandung pada larutan NaCl yang masuk

ΔH_2 = panas yang terkandung pada larutan NaOH yang keluar

ΔH_3 = panas yang terkandung pada gas Cl_2 yang keluar

ΔH_4 = panas yang terkandung pada gas H_2 yang keluar

ΔH_R = panas yang dipakai dalam reaksi

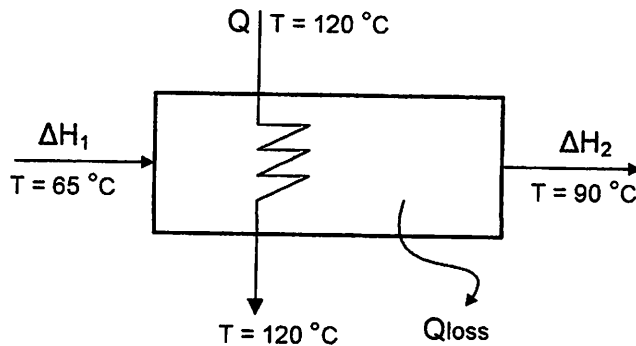
Q_{elektrolisa} = panas elektrolisa

Neraca Panas Total

Aliran Panas Masuk (kkal/jam)		Aliran Panas Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	321030,6923	ΔH_2	252116,2779
ΔH_R	4217797,5768	ΔH_3	13349,2578
		ΔH_4	9495,2085
		Q _{elektrolisa}	4263867,5249
Total	4538828,2691	Total	4538828,2691

3. Heater (E-116)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu larutan NaCl dari 65 °C ke 90 °C



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

Keterangan :

ΔH_1 = panas yang terkandung pada larutan NaCl yang masuk

ΔH_2 = panas yang terkandung pada larutan NaCl yang keluar

Q = steam untuk memanaskan bahan

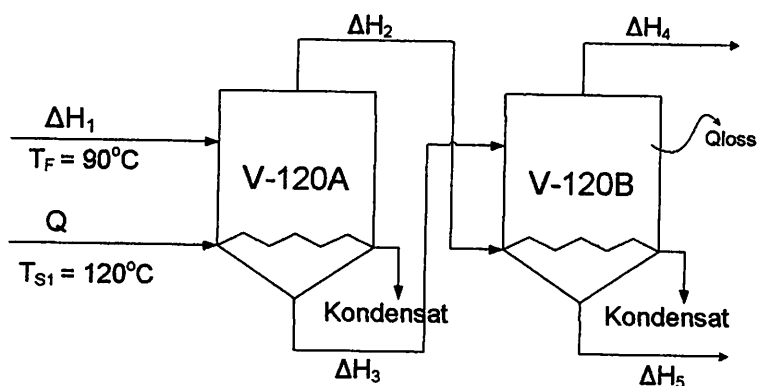
Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Total

Aliran Panas Masuk (kkal/jam)		Aliran Panas Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	252116,2779	ΔH_2	397535,4712
Q_{steam}	153072,8351	Q_{loss}	7653,6418
Total	405189,1129	Total	405189,1129

4. Evaporator (V-120A/B)

Fungsi : Untuk menguapkan kandungan air pada filtrat yang keluar dari RDVF



Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \text{Kondensat} + Q \text{ loss}$$

Neraca panas effect I :

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_3 + \text{Kondensat}$$

Keterangan :

ΔH_1 = panas yang terkandung pada bahan masuk effect I

ΔH_2 = panas yang terkandung uap yang keluar effect I

ΔH_3 = panas yang terkandung pada bahan keluar effect I

Q = panas yang diperlukan

Kondensat = panas yang terkandung kondensat keluar ke Utilitas

Neraca panas effect II :

$$\Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \text{Kondensat} + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan :

ΔH_2 = panas yang terkandung uap yang masuk effect II

ΔH_3 = panas yang terkandung pada bahan masuk effect II

ΔH_4 = panas yang terkandung uap yang keluar effect II

ΔH_5 = panas yang terkandung pada bahan keluar effect II

Qloss = panas yang hilang

Kondensat = panas yang terkandung pada kondensat keluar ke Utilitas

Neraca Panas pada Evaporator Effect I (V-120A)

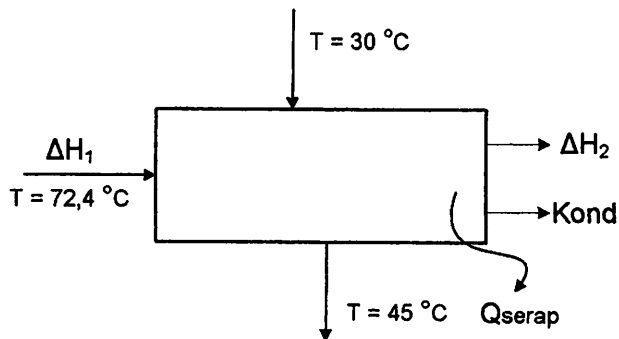
Aliran Panas Masuk (kkal/jam)		Aliran Panas Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	939798,6941	Menuju Effect II (V-120B)	
Q	3364386,2589	ΔH_2	2752268,2928
		ΔH_3	925720,3765
		Ke Utilitas	
		Kondensat	626196,2837
Total	4304184,9530	Total	4304184,9530

Neraca Panas pada Evaporator Effect II (V-120B)

Aliran Panas Masuk (kkal/jam)		Aliran Panas Keluar (kkal/jam)	
ΔH_2	2752268,2928	Ke Barometrik Kondensor	
ΔH_3	925720,3765	ΔH_4	2883513,8454
		Menuju Cooler (E-126)	
		ΔH_5	329565,8910
		Ke Utilitas	
		Kondensat	461619,4562
		Qloss	3289,4767
Total	3677988,6694	Total	3677988,6694

5. Barometric Condensor Evaporator (E-124)

Fungsi : Mengembunkan uap air yang terbentuk pada Evaporator



$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \text{Kondensat} + Q_{\text{terserap}}$$

Keterangan :

ΔH_1 = panas yang terkandung pada uap dari evaporator

ΔH_2 = panas yang terkandung pada uap air keluar

Kondensat = panas yang terkandung pada kondensat keluar ke Utilitas

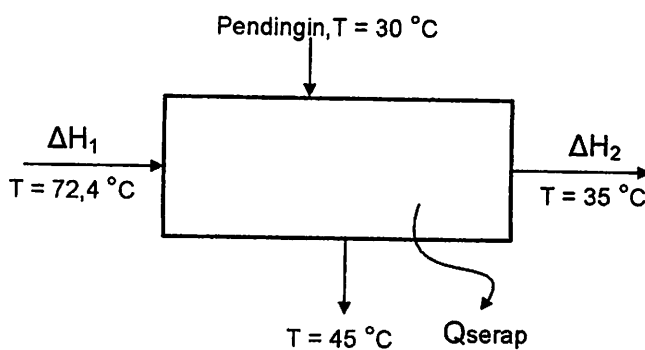
Q_{terserap} = panas yang terserap

Neraca Panas Total pada Barometric Condensor Evaporator (E-124)

Aliran Panas Masuk (kkal/jam)		Aliran Panas Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	2883513,8454	ΔH_2	1240677,8181
		ΔH_{kond}	1117614,7765
		Q	525221,2508
Total	2883513,8454	Total	2883513,8454

6. Cooler (E-126)

Fungsi : Untuk menurunkan suhu larutan NaCl dari 72,445 °C ke 35 °C



$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q_{\text{serap}}$$

Keterangan :

ΔH_1 = panas yang terkandung pada larutan NaCl yang masuk

ΔH_2 = panas yang terkandung pada larutan NaCl yang keluar

Q_{loss} = panas yang terserap

Neraca Panas Total

Aliran Panas Masuk (kkal/jam)		Aliran Panas Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	86872,9300	ΔH_2	17845,8057
		Q_{serap}	69027,1242
Total	86872,9300	Total	86872,9300

BAB V

SPEKIFIKASI ALAT

1. Gudang Bahan Baku Garam (F-111)

Fungsi : Tempat penyimpanan dan persediaan garam (NaCl) selama 30 hari.

Bahan Konstruksi : Beton bertulang
Panjang Gudang : 22,0 m
Lebar Gudang : 11,0 m
Tinggi Gudang : 10,0 m
Luas : 2420 m²
Jumlah : 1 buah

2. Belt Conveyor (J-112)

Fungsi : Mengangkut garam (NaCl) dari gudang ke bin penampung

Tipe : Flat Belt on Continous Plate

Kapasitas : 4813,6019 kg/jam = 10612,0667 lb/jam
Residence time : 10 detik
Panjang belt : 10 m
Kecepatan : 1 m/detik
Power motor : 8 Hp
Jumlah : 1 buah

3. Bucket Elevator (J-113)

Fungsi : Mengangkut garam dari belt conveyor menuju Bin penampung

Tipe : Centrifugal discharge spaced buckets

Kapasitas : 52 ton/jam
Size of bucket : 203 x 127 x 140 in
Size of feed maximum : 11/4 in
Tinggi Bucket : 260 ft/menit
Bucket speed : 83 ft
Head shaft : 41 rpm

Power total : 5,2 Hp
 lebar belt : 11 in
 Jumlah : 1 buah

4. **Bin Penampung (F-114)**

Fungsi : Menampung garam (NaCl) sebelum masuk tangki pelarut
 Tipe : Silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 60°

Bahan : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316
 Pengelasan : Double Welded Butt Joint
 Dimensi Vessel : do = 54 in
 di = 53,625 in
 ts = 3/16 in
 thb = 3/16 in
 hb = 46,4406 in
 tinggi tangki = 106,1543 in
 Jumlah : 1 buah

5. **Tangki Pelarut garam (NaCl) (M-115) — (Perancangan Alat Utama)**

6. **Pompa Centrifugal (L-115a)**

Fungsi : Memompakan larutan NaCl dari tangki pelarut ke elektrolisis

Tipe : Centrifugal Pump

Dimensi Pompa : do = 3,5 in A = 0,0513 ft²
 di = 3,068 in

Daya Pompa : 1,5 Hp

Bahan : Commercial Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type304

Jumlah : 1 buah

7. **Heater (E-117)**

Fungsi : Untuk menaikkan suhu larutan NaCl dari suhu 30⁰C menjadi 65⁰C

Tipe : DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Bahan Konstruksi : HAS SA 240 Grade M Type 316

Kapasitas : 14909,5352 kg/jam = 32869,5613 lb/jam

Steam yang digunakan : 1337,1966 kg/jam = 2947,9835 lb/jam

Bagian *anulus* : Pipe = 7,38 in
 $a_r = 3,14 \text{ in}^2$
 $d_e' = 0,53 \text{ in}$
 $d_e = 1,14 \text{ in}$

Bagian *Pipa* : L = 12 ft
 $a' = 7,380 \text{ in}^2$
 $a'' = 0,917 \text{ ft}^2/\text{ft}$
 $d_i = 3,068 \text{ in}$

Jumlah : 1 buah

8. Sel elektrolisis (R-110)

Fungsi : mengelektrolisa larutan NaCl menjadi NaOH

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup bawah berbentuk plat datar

Bahan : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316

Dimensi : Luas Elektroda = 50 m²
 Potensial (E^0)_{sel} = - 1,38 volt
 Jarak antara elektroda dan membran = 0,8-3,2 mm
 Jumlah sel = 29 buah
 ukuran = (2 x 3 x 5) m
 ID = 1,2327 m
 OD = 1,2422 m
 Tinggi Silinder (L_s) = 3,937 m

Jumlah : 1 buah

9. Pompa Centrifugal (L-121a)

Fungsi : Memompakan larutan NaCl dari Elektrolisa ke Rotary vacuum filter

Tipe : Centrifugal Pump

Dimensi Pompa : $d_o = 3,5 \text{ in}$ $A = 0,0513 \text{ ft}^2$
 $d_i = 3,068 \text{ in}$

Daya Pompa : 1,5 Hp

Bagian pipa : $L = 12 \text{ ft}$
 : $a' = 7,380 \text{ in}^2$
 : $a'' = 0,917 \text{ ft}^2/\text{ft}$
 : $d_i = 3,068 \text{ in}$
 Jumlah : 1 buah

13. Evaporator (V-120A/B) – (Perancangan Alat Utama oleh Muhammad Romli)

Fungsi : Memekatkan produk NaOH dari konsentrasi 20,80% menjadi 50%

Tipe : Short tube vertical (calandria)

Bahan : HAS SA-240 grade M type 316

Dimensi alat :

a. Tube

- Susunan pipa : *Triangular pitch*
- Panjang pipa : 10 ft
- Diameter luar pipa : 2,88 in = 0,2400 ft
- Diameter dalam pipa : 2,47 in = 0,2058 ft
- Jumlah tube : 69 buah

b. Silinder

- Bahan : HAS SA-240 grade M type 316
- Diameter luar silinder : 96 in
- Diameter dalam silinder : 95,6250 in
- Tinggi silinder : 122,7384 in
- Tebal silinder : 3/16 in
- Tinggi tutup atas : 16,1652 in
- Tinggi tutup bawah : 27,6124 in
- Tebal tutup atas : 3/16 in
- Tebal tutup bawah : 3/16 in
- Diameter downtake : 69,269 in

c. Perpipaan

- Ukuran pipa steam masuk : 2 in
- Ukuran pipa feed masuk : 3 in
- Ukuran pipa produk keluar : 2 in

- Ukuran pipa uap keluar : 2 ½ in
- Ukuran pipa kondensat keluar : 2 in

d. Gasket

- Bahan : Asbestos
- Tebal : 1/8 in
- Lebar : 4/16 in
- Diameter luar : 96 in
- Diameter dalam : 95,6250 in

e. Bolting (baut)

- Bahan : HAS SA 240 grade M type 316
- Ukuran : 1 ¼ in
- Jumlah : 5 buah

f. Flange

- Bahan : HAS SA 240 grade M type 316
- Tebal : 2 in
- OD : 103,8890 in

g. Leg Support

- Jenis : *I-Beam* (12 x 5)
- Luas (Ay) : 10,20 in²
- H : 12 in
- b : 5,078 in
- R₂₋₂ : 0,99 in
- I₂₋₂ : 10 in⁴
- Jumlah : 4 buah

h. Base plate

- Bahan konstruksi : *Carbon steel*
- Tebal *base plate* : 5/16 in
- Ukuran : 15 in x 8 in
- Jumlah baut : 4 buah
- Ukuran diameter baut : ½ in

i. Pondasi

- Bahan : Beton

- Ukuran atas : 20 in x 20 in
- Ukuran bawah : 25 in x 25 in
- Tinggi pondasi : 15 in

14. Barometrik Kondensor (E-124)

Fungsi : Mengembunkan uap air yang terbentuk pada Evaporator

Tipe : Wet Air Pararrel Current Condensor

Diameter Kondensor : 4,3813 ft

Diameter pipa : Pipa uap masuk = 8 in sch 40

Pipa masuk air pendingin = 6 in sch 40

Pipa keluar air pendingin = 6 in sch 40

Bahan : HAS SA 240 Grade M Type 316

Jumlah : 1 buah

15. Jet Ejektor (G-125)

Fungsi : Membuat kondisi vacum pada Evaporator

Tipe : Single-stage Jet Ejektor dengan Steam

Bahan : HAS SA 240 Grade M Type 316

Steam yang digunakan : 5,9058 kg/jam

Jumlah : 1 buah

16. Pompa Centrifugal (L-121c)

Fungsi : Memompakan larutan dari Evaporator 1 menuju Evaporator 2

Tipe : Centrifugal Pump

Dimensi pompa : $d_o = 2,875$ in

$d_i = 2,469$ in

$A = 0,03322$ ft²

Daya pompa : 1,5 Hp

Bahan : Carbon Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304

Jumlah : 1 buah

17. Pompa Centrifugal (L-121d)

Fungsi : Memompakan larutan dari Evaporator menuju Bin produk
 Tipe : Centrifugal Pump
 Dimensi pompa : $d_o = 2,875 \text{ in}$
 $d_i = 2,469 \text{ in}$
 $A = 0,03322 \text{ ft}^2$
 Daya pompa : 1,5 Hp
 Bahan : Carbon Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304
 Jumlah : 1 buah

18. Cooler (E-126)

Fungsi : Mengkristalkan produk NaOH yang keluar dari Evaporator
 Tipe : Shell and Tube Heat Exchanger
 Temperatur NaCl masuk (t_1) : 72,445 °C
 Temperatur NaCl keluar (t_2) : 35 °C
 Luas perpindahan panas (A) : 115,3712 ft²
 Kecepatan massa air pendingin : 10159,274 btu/jam
 Jumlah : 1 buah

19. Bin Produk (F-127)

Fungsi : Menampung produk Natrium Hidroksida sebelum masuk mesin pengemas
 Tipe : Silinder tegak tutup bawah berbentuk Conis dengan sudut 60°
 Bahan Konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316
 Pengelasan : Double Welded Butt Joint

 Dimensi : $d_o = 120 \text{ in}$
 $d_i = 119,63 \text{ in}$
 $t_s = 3/16 \text{ in}$
 $t_{hb} = 3/16 \text{ in}$
 $h_b = 103,5983 \text{ in}$
 tinggi tangki = 253,8233 in
 Jumlah : 1 buah

20. Mesin Pengemas (P-128)

Fungsi : Mengemas produk dari bin produk ke dalam drum

Kapasitas bahan : 13917,9293 lb/jam

Bahan konstruksi : Carbon Steel

Kapasitas mesin : 27835,4341 lb

Jumlah : 1 buah

21. Gudang Produk NaOH (F-129)

Fungsi : Tempat penyimpanan dan penyediaan produk Natrium hidroksida selama 30 hari.

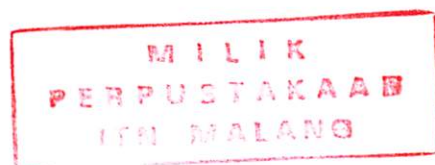
Bahan Konstruksi : Beton bertulang

Panjang Gudang : 30 m

Lebar Gudang : 15 m

Tinggi Gudang : 10 m

Jumlah : 1 buah



BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama Alat : Tangki Pelarut
 Kode : M - 155
 Fungsi : Untuk melarutkan NaCl dengan H₂O
 Jumlah : 1 Buah
 Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dished dan tutup bawah berbentuk conical dengan $\alpha = 120^\circ$

Perlengkapar : Pengaduk

Kondisi operasi : - Temperatur = 30°C
 - Tekanan = 1 atm
 - Waktu operasi = 1 jam
 - Fase = liquid-solid
 - Densitas campuran = 72,8736 lb/ft³

Direncanakan : - Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
 $f = 18750$ (Brownell & Young, App. D-4 hal. 342)
 - Jenis pengelasan : Double welded but joint
 $E = 0,8$ (Brownell & Young, tabel 13.2 hal. 254)
 - Faktor korosi (C) : 2/16
 - Bahan masuk : 18060,9526 kg/jam = 39817,1761 lb/jam

6.1. Rancangan dimensi Tangki

A. Menghitung volume Tangki (V_T)

Bahan masuk = 18060,9526 kg/jam = 39817,1761 lb/jam
 ρ campuran = 72,8736 lb/ft³

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik}(Q) &= \frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho \text{ bahan}} \\ Q &= \frac{39817,1761 \text{ lb/jam}}{72,8736 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 546,3868411 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ \text{Volume liquid} &= Q \times \text{waktu operasi} \end{aligned}$$

$$\text{Volume liquid} = 546,3868411 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} = 546,38684 \text{ ft}^3$$

Diasumsikan volume ruang kosong = 20 % volume liquid dan pengaduk = 10% volume liquid

$$\begin{aligned} \text{Volume ruang kosong} &= 20\% \times 546,3868411 \text{ ft}^3 \\ &= 109,2773682 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pengaduk} &= 10\% \times 546,3868411 \text{ ft}^3 \\ &= 54,63868411 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi volume total} &= V \text{ liquid} + V \text{ ruang kosong} + V \text{ pengaduk} \\ &= 546,3868411 \text{ ft}^3 + 109,2773682 \text{ ft}^3 + 54,63868 \text{ ft}^3 \\ &= 710,3028934 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

B. Menentukan Dimensi Tangki

1. Menghitung diameter Tangki (di)

$$\text{Diasumsikan} : L_s = 1,5 \text{ di}$$

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

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}1/2\alpha} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot L_s + 0,0847 \cdot di^3$$

$$710,302893 \text{ ft}^3 = \frac{3,14 \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{3,14 \cdot di^2}{4} \cdot L_s + 0,0847 \cdot di^3$$

$$710,302893 \text{ ft}^3 = \frac{3,14 \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{3,14 \cdot di^2}{4} \cdot (1,5 \text{ di}) + 0,0847 \cdot di^3$$

$$di^3 = 530,9736322$$

$$di = 8,097624829 \text{ ft} = 97,1715 \text{ in}$$

2. Menghitung volume liquid dalam tangki

$$V \text{ liquid tangki} = V \text{ liquid} - V \text{ tutup bawah}$$

$$= 546,3868411 - \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}1/2\alpha}$$

$$= 546,3868411 - \frac{3,14 \cdot (8,0976)^3}{24 \cdot \text{tg}(60)}$$

$$= 426,0640234 \text{ ft}^3$$

3. Menghitung tinggi liquid dalam tangki

$$\begin{aligned} \text{Tinggi liquid} &= \frac{V. \text{ Liquid dalam tangki}}{\pi / 4 \times d_i^2} \\ &= \frac{426,0640234}{3,14 / 4 \times (8,0976)^2} \\ &= 8,27737 \text{ ft} \end{aligned}$$

4. Menghitung Tekanan Design (Pi)

$$\begin{aligned} P \text{ hidrostatik (Ph)} &= \frac{\rho \times (H-1)}{144} \\ &= \frac{72,8736 \times (8,27737 - 1)}{144} \\ &= 3,68284 \text{ psi} \\ P \text{ operasi} &= 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi} \\ P \text{ design} &= P \text{ operasi} + P \text{ Hidrostatik} \\ P \text{ design (Pi)} &= 14,7 + 3,6828 \\ &= 18,3828 - 14,7 \\ Pi &= 3,6828 \text{ psig} \end{aligned}$$

5. Menghitung tebal Tangki (ts)

$$\begin{aligned} ts &= \frac{Pi \cdot di}{2(f \cdot E - 0,6Pi)} + C \\ ts &= \frac{(3,9451) \times (97,1715)}{2[(18750) \cdot (0,8) - (0,6) \cdot (3,6828)]} + (2/16) \\ ts &= 0,0119298 \times \frac{16}{16} + \frac{2}{16} = \frac{2,19}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi d_o

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

$$d_o = 97,1715 \text{ in} + 2(3/16) \text{ in}$$

$$d_o = 97,5465 \text{ in}$$

Standarisasi $d_o = 102 \text{ in}$ (Brownell & Young, tabel 5-7, hal. 91)

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

$$d_i = 102 \text{ in} - 2(3/16) \text{ in}$$

$$di = 101,6250 \text{ in} = 8,46875 \text{ ft}$$

Cek hubungan antara Ls dengan di :

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

$$710,3029 \text{ ft}^3 = \frac{3,14 \cdot (8,46875)^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{3,14 \cdot (8,46875)^2}{4} \cdot Ls + 0,0847 \cdot 8,469^3$$

$$710,3029 \text{ ft}^3 = 45,8792 + 56,3000 Ls + 51,445$$

$$Ls = 10,8877 \text{ ft} = 130,6527 \text{ in}$$

$$\frac{Ls}{di} = \frac{10,8877}{8,4688} = 1,2856 < 1,5 \text{ (memenuhi syarat)}$$

C. Menentukan dimensi tutup

1. Menghitung tebal tutup (t_{ha})

Tutup atas berbentuk standart dished maka : $di = r$

- $r = 96 \text{ in}$ (Brownell & Young tabel 5.7 hal. 90)
- $icr = 6 \frac{1}{8} \text{ in}$ (Brownell & Young tabel 5.7 hal. 90)
- $sf = 2$ (Brownell & Young tabel 5.6 hal. 88)

Dari Brownell & Young, persamaan 13.12 hal. 258 :

$$tha = \frac{0,885 \times \text{Pi} \cdot di}{f \cdot E - 0,1 \cdot \text{Pi}} + C$$

$$tha = \frac{0,885 \times (3,6828) \cdot (101,625)}{(18750) \cdot (0,8) - 0,1 \cdot (3,6828)} + (2/16)$$

$$tha = 0,022 + \frac{2}{16} = \frac{2,4}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

2. Menghitung Tinggi Tutup atas (ha)

Tinggi tutup atas (ha) :

$$a = di/2 = (101,625/2) \text{ in} = 50,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 50,8125 - 6,125 \text{ in} = 44,69 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 96 - 6,125 \text{ in} = 89,875 \text{ in}$$

$$\sqrt{(89,875)^2 - (44,69)^2}$$

$$\begin{aligned}
 AC &= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(89,875)^2 - (44,69)^2} = 77,978 \text{ in} \\
 b &= r - AC = 96 - 77,978 \text{ in} = 18,02 \text{ in} \\
 ha &= tha + b + sf = (3/16) \text{ in} + 18,02 \text{ in} + 2 \text{ in} \\
 ha &= 20,2097 \text{ in}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung tebal tutup bawah (t_{hb})

Tebal tutup bawah (thb) berbentuk conical maka $d_i = d_e$:

$$\begin{aligned}
 thb &= \frac{P_i \cdot d_e}{2 (f \cdot E - 0,6P_i) \cos \alpha} + C, \text{ dimana } d_e = d_i \\
 thb &= \frac{(3,6828) \cdot (97,1715)}{2 [(18750) \cdot (0,8) - (0,6)(3,6828)] \cos 60} + (2/16) \\
 thb &= 0,012 + \frac{2}{16} = \frac{2,2}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 5.6 hal. 88, untuk $t_s = 3/16$ in, maka $sf = 1,5 - 2$, maka diambil harga $sf = 2$ in

3. Menghitung Tinggi Tutup Bawah (hb)

Tinggi tutup bawah (hb) :

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{1/2 \cdot d_i}{\text{tg } 1/2 \alpha} \\
 b &= \frac{1/2 \cdot (97,1715)}{\text{tg } 1/2 (120)} = 29,337 \text{ in} \\
 hb &= b + sf = 29,337 \text{ in} + 2 \text{ in} \\
 &= 31,336611 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh dimensi tangki sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 - d_o &= 102 \text{ in} & - tha &= 3/16 \text{ in} \\
 - d_i &= 101,625 \text{ in} & - ha &= 20,21 \text{ in} \\
 - L_s &= 130,6527 \text{ in} & - thb &= 3/16 \text{ in} \\
 - t_s &= 3/16 \text{ in} & - hb &= 31,34 \text{ in} \\
 - \text{Tinggi Tangki (H)} &= & & \text{Tinggi (tutup bawah + silinder + tutup atas)} \\
 &= & & hb + L_s + ha \\
 &= & & 26,14 + 103,5248 + 16,364 \text{ in} \\
 &= & & 182,199 \text{ in}
 \end{aligned}$$

6.2. Perhitungan pengaduk

Dasar Perencanaan pengaduk :

- Jenis pengaduk : axial turbin 4 blades sudut 45° (G.G. Brown hal. 507)
- Bahan impeller : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
- Bahan poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020
- Dari G.G. Brown hal. 507, diperoleh data-data sebagai berikut :

$$D_t/D_i = 2,4 - 3,0$$

$$Z_i/D_i = 0,75 - 1,3$$

$$Z_l/D_i = 2,7 - 3,9$$

$$W/D_i = 0,17$$

Dimana :

$$D_t = \text{Diameter dalam dari silinder}$$

$$D_i = \text{Diameter impeller}$$

$$Z_i = \text{Tinggi impeller dari dasar tangki}$$

$$Z_l = \text{Tinggi liquid dalam silinder}$$

$$W = \text{Lebar baffle (daun) impeller}$$

a. Menentukan diameter impeller

$$D_t/D_i = 3$$

$$D_i = D_t/3,0$$

$$D_i = (101,625 \text{ in})/3,0 = 33,875 \text{ in} = 2,8229 \text{ ft}$$

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$Z_i/D_i = 1,3$$

$$Z_i = 1,3 D_i$$

$$Z_i = 1,3 \times 33,875 = 44,0375 \text{ in}$$

c. Menentukan panjang impeller

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

$$L = \frac{1}{4} \cdot D_i$$

$$L = 0,25 \times 33,875 = 8,46875 \text{ in}$$

d. Menentukan lebar impeller

$$W/D_i = 0,17$$

$$W = 0,17 \cdot D_i$$

$$W = 0,17 \times 33,875 = 5,75875 \text{ in}$$

e. Menentukan tebal blades

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

$$J = \frac{Dt}{12}$$

$$J = (97,1715 \text{ in})/12 = 8,46875 \text{ in}$$

f. Menentukan jumlah pengaduk

$$n = \frac{H \text{ liquid}}{2 \times Di^2}$$

$$n = \frac{(6,7378 \text{ ft})}{2 \times (2,8229 \text{ ft})^2}$$

$$n = 0,51936 \approx 1 \text{ buah}$$

• **Perhitungan daya pengaduk**

$$P = \frac{\varphi \times \rho \times n^3 \times Di^5}{gc} \quad (\text{G.G. Brown hal 508})$$

Dimana :

P = daya pengaduk

φ = power number

ρ = densitas bahan = 72,874 lb/ft³

Di = Diameter impeller = 33,875 in = 2,823 ft

gc = 32,2 lb.ft/dt².lbf

n = putaran pengaduk, ditetapkan n = 100 rpm = 1,67 rps

• **Menghitung bilangan Reynold (N_{Re})**

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

$$\text{dengan } \mu \text{ bahan} = 1,67 \text{ cP} = (65) \times (6,7197 \cdot 10^{-4})$$

$$= 11,2219 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft.s} = 0,0011222 \text{ lb/ft.s}$$

$$N_{Re} = \frac{(2,8229 \text{ ft})^2 \times (1,67) \times (72,8736 \text{ lb/ft}^3)}{11,221899 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft.s}}$$

$$N_{re} = 864204,3652$$

Dari Mc Cabe II hal. 47, diketahui aliran liquid adalah turbulen ($N_{re} > 2100$)

- **Menghitung poros pengaduk**

Dari Geankoplis fig. 3.4-4 hal 145, diperoleh power number = 1,4

$$P = \frac{(1,4) \times (72,8736 \text{ lb/ft}^3) \times (1,67)^3 \times (2,8229 \text{ ft})^5}{32,2 \text{ lb.ft/dt}^2.\text{lbf}}$$

$$\begin{aligned} P &= 2645,343607 \text{ lb.ft/dt} \\ &= 2645,3436 / 550 \\ &= 4,8097156 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Kehilangan-kehilangan daya :

- Gain Losses (kebocoran daya pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk.
- Transmission System Losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15% dari daya masuk.

Sehingga daya yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} P \text{ yang dibutuhkan} &= (0,1 + 0,15) P + P \\ &= (0,25) \times (4,8097 \text{ Hp}) + 4,81 \text{ Hp} \\ &= 6,0121 \text{ Hp} \approx 7 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Jadi digunakan pengaduk dengan daya = 7 Hp

- **Perhitungan poros pengaduk**

1. Diameter poros

$$T = \frac{\pi \cdot S \cdot D^3}{16} \quad (\text{Hesse, pers. 16-1 hal. 465})$$

Dimana :

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

H = daya motor pada poros = 7 Hp

N = putaran pengaduk = 100 rpm

Sehingga :

$$T = \frac{(63025) \cdot (7)}{100} = 4411,8 \text{ lb.in}$$

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

S = maksimum design shering stress yang diijinkan

$$S = 20 \% \times 36000 \text{ lb/in}^2 = 7200 \text{ lb/in}^2$$

Maka didapatkan diameter pengaduk (D) :

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

$$D = \frac{16 \times 4411,75}{11,22 \times 10^{-4} \times 7200}$$

$$D = 20,595737 \text{ in}$$

2. Panjang poros

Rumus :

$$L = h + l - Z_i$$

Dimana :

L = panjang poros (ft)

Z_i = jarak impeller dari dasar tangki = 44,038 in = 3,67 ft

l = panjang poros diatas bejana tangki = 8,4688 in = 0,71 ft

h = tinggi silinder + tinggi tutup atas

$$= 130,6527 + 20,21 = 150,8624 \text{ in} = 12,572 \text{ ft}$$

Jadi panjang poros pengaduk :

$$L = 150,8624 + 8,4688 - 44,0375 \text{ in}$$

$$= 115,2936486 \text{ in}$$

Kesimpulan dimensi pengaduk :

Type : axial turbin 4 blades 45°

Di : diameter impeller = 33,875 in = 2,8229 ft

Z_i : tinggi impeller dari dasar bejana = 44,038 in

W : lebar impeller = 5,7588 in

L : panjang impeller = 8,4688 in

J : tebal blades = 8,4688 in

n : jumlah pengaduk = 1 buah

Daya = 7 Hp

$$\begin{aligned}\text{Diameter poros} &= 20,59574 \text{ in} \\ \text{Panjang poros} &= 115,2936 \text{ in}\end{aligned}$$

6.3. Perhitungan Nozzle

Perencanaan :

- Nozzle pada tutup atas standart dished
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed air
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed Natrium klorida (NaCl)
- Nozzle pada tutup bawah conical
 - Nozzle untuk pengeluaran produk
- Digunakan flange standart type Welding neck pada :
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed air
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed Natrium klorida (NaCl)
 - Nozzle untuk pengeluaran produk

Dasar Perhitungan

a. *Nozzle pemasukan umpan/feed air (H_2O)*

$$\begin{aligned}\text{- Rate umpan masuk} &= 13247,3507 \text{ kg/jam} = 29205,109 \text{ lb/jam} \\ \text{- Densitas umpan} &= 62,43 \text{ lb/ft}^3\end{aligned}$$

Perhitungan :

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

$$\begin{aligned}\text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{29205,10935}{62,43} \\ &= 467,81 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,1299 \text{ ft}^3/\text{dt}\end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned}D_i \text{ opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,1299)^{0,45} \times (62,43)^{0,13} \\ &= 2,6647661 \text{ in} = 0,2221 \text{ ft}\end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 3 in IPS sch. 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned}\text{- ID} &= 3,068 \text{ in} \\ \text{- OD} &= 3,5 \text{ in}\end{aligned}$$

$$- A = 0,0513 \text{ ft}^2$$

b. *Nozzle pemasukan umpan/feed Natrium Klorida (NaCl)*

$$- \text{Rate NaCl masuk} = 4813,6019 \text{ kg/jam} = 10612,067 \text{ lb/jam}$$

$$- \text{Densitas bahan} = 135,0361 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate Volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate NaCl masuk}}{\rho \text{ NaCl}} \\ &= \frac{4813,6019}{135,0361} \\ &= 35,647 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,0099 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,0099)^{0,45} \times (135,0361)^{0,13} \\ &= 0,9249028 \text{ in} = 0,0771 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 1 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

$$- \text{ID} = 1,049 \text{ in}$$

$$- \text{OD} = 1,315 \text{ in}$$

$$- A = 0,006 \text{ ft}^2$$

c. *Nozzle pengeluaran larutan garam*

$$- \text{Rate produk keluar} = 18060,9526 \text{ kg/jam} = 39817,176 \text{ lb/jam}$$

$$- \text{Densitas bahan} = 72,874 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}} \\ &= \frac{39817,1761}{72,8736} \\ &= 546,39 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,152 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} \text{Di Opt} &= 3,9 \times (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,152)^{0,45} \times (72,874)^{0,13} \end{aligned}$$

$$= 2,9156677 \text{ in} = 0,243 \text{ ft}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 3 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 3,068 in
- OD = 3500 in
- A = 0,0513 ft²

e. *Nozzle untuk manhole*

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

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

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

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

- Nozzle A = Nozzle untuk pemasukan feed air
- Nozzle B = Nozzle untuk pemasukan feed garam (NaCl)
- Nozzle C = Nozzle untuk pengeluaran garam
- Nozzle D = Nozzle untuk Manhole
- NPS = Ukuran pipa nominal, in
- A = Diameter luar flange, in
- T = Ketebalan flange minimum, in
- R = Diameter luar bagian yang menonjol, in
- E = Diameter hubungan atas, in
- K = Diameter hubungan pada titik pengelasan, in

- L = Panjang julakan, in
- B = Diameter dalam flange, in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	3	7 1/2	1 1/3	5	4 1/4	3,50	2 3/4	3,07
B	1	4 1/4	1 1/2	2	4 1/4	1,32	2 1/5	2,07
C	3	7 1/2	1 1/3	5	2 5/16	3,50	2 3/4	1,38
D	20	27 1/2	1 1/16	23	22	20	5 1/16	19,25

6.5 Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Tangki

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

1. Gasket

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

- Bahan konstruksi : Flate metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
- Gasket factor (m) : 3,8
- min design seating stress (y) : 9000 psia

2. Bolting

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

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Allowable stress (f) : 15000

3. Flange

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

- Bahan komstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Allowable stress (f) : 18750
- Type flange : Ring flange loose type

6.5.1. Perhitungan Lebar Gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal. 226 :

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

Dimana :

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

Diketahui d_i gasket = d_o shell = 102 in = 8,5 ft

Maka didapatkan :

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

$$\frac{d_o}{8,5} = 1,001$$

$$d_o = 8,507 \text{ ft}$$

$$= 102,1 \text{ in}$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{(102,1 - 102) \text{ in}}{2}$$

$$= 0,04182 \approx \frac{1}{16} \text{ in}$$

$$\text{Diambil gasket (n)} = \frac{3}{16} \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter rata-rata gasket (G)} &= d_i + n \\ &= 102 \text{ in} + 0,1875 \text{ in} \\ &= 102,1875 \text{ in} = 8,515625 \text{ ft} \end{aligned}$$

6.5.2. Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (Bolting)

• Perhitungan beban baut

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

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y)

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

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

$$\begin{aligned} \text{Lebar setting gasket bawah} &= b_0 = n/2 \\ &= (0,1875/2) = 0,09375 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{karena } \leq 1/4 \text{ in, maka } b = b_0 = 0,0938 \text{ in}$$

- Sehingga didapatkan H_y :

$$H_y = W_{m2} = (\pi) \times (0,0938) \times (102,1875) \times (9000)$$

$$H_y = 270733,0078 \text{ lb}$$

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

Beban baut agar tidak bocor (H_p)

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

$$H_p = 2 \times (\pi) \times (0,0938) \times (102,1875) \times (3,75) \times (14,7)$$

$$H_p = 3316,479346 \text{ lb}$$

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

Beban karena tekanan dalam (H)

$$H = \pi/4 \cdot G^2 \cdot p$$

$$H = (\pi/4) \times (102,1875)^2 \times (14,7)$$

$$H = 120498,7496 \text{ lb}$$

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

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

$$W_{ml} = H + H_p$$

$$= 120498,7496 \text{ lb} + 3316,5 \text{ lb}$$

$$= 123815,2289 \text{ lb}$$

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

- *Perhitungan luas minimum bolting area*

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal. 240 :

$$A_{ml} = \frac{W_{ml}}{f_b}$$

$$= \frac{123815,2289}{15000}$$

$$= 8,2543486 \text{ in}^2 = 0,0573 \text{ ft}^2$$

▪ *Perhitungan Bolting Optimum*

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Ukuran baut = 1 in
- Root area = 0,551 in²

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bolting optimum} &= \frac{A_{ml}}{\text{root area}} = \frac{0,0562 \text{ in}^2}{0,551 \text{ in}^2} \\ &= 14,98067 \approx 15 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Bolt spacing = 2 1/4 in
- Minimum radial distance (R) = 1 3/8 in
- Edge distance (E) = 1 5/8 in
- Bolting circle diameter (C) :

$$C = \text{di shell} + 2 (14,5 \cdot G_o + R)$$

Dimana :

- di shell = 101,625 in
- $g_o = \text{tebal shell (ts)} = \frac{3}{16}$

Maka bolting circle diameter (C) :

$$\begin{aligned} C &= (101,625 \text{ in}) + 2 [(14,5) \cdot (3/16 \text{ in}) + (1 \ 3/8 \text{ in})] \\ &= 108,4375 \text{ in} \end{aligned}$$

- Diameter luar flange

$$\begin{aligned} \text{OD} &= C + 2 E \\ &= (108,4375 \text{ in}) + (2 \times 1 \ 5/8 \text{ in}) \\ &= 111,6875 \text{ in} \end{aligned}$$

- Check lebar gasket

$$A_b \text{ actual} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area}$$

$$A_b \text{ actual} = 15 \times 0,551 \text{ in}$$

$$A_b \text{ actual} = 8,265 \text{ in}^2$$

- Lebar gasket minimum

$$\begin{aligned} L &= A_b \text{ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G} \\ &= 8,265 \times \frac{15000}{2 \times 3,14 \times 9000 \times 102,0625} \end{aligned}$$

$$L = 0,0214652 \text{ in}$$

Karena $L < n = 0,02149 \text{ in}$, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi.

▪ *Perhitungan Moment*

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

$$W = \left(\frac{A_m + A_b}{2} \right) f_a \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.94 hal. 242})$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\frac{8,0872 + 8,265}{2} \right) \times 15000 \\ &= 185802,73 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$h_G = \frac{C - G}{2} \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.101 hal. 242})$$

$$\begin{aligned} h_G &= \frac{109,8125 - 102,0625}{2} \\ &= 3,125 \text{ in} \end{aligned}$$

- Moment flange (M_a) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$\begin{aligned} M_a &= W \cdot h_G \\ &= 185802,73 \times 3,125 \\ M_a &= 580633,5278 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

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

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{ml} = 123815,2289 \text{ lb}$$

- Hidrastic and force pada daerah dalam flange (H_b)

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal. 243 :

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

Dimana :

$$- B = d_o \text{ tangki} = 102 \text{ in}$$

$$- p = \text{tekanan operasi} = 15 \text{ lb/in}^2$$

Maka :

$$H_b = (0,785) \times (102 \text{ in})^2 \times (14,7 \text{ lb/in}^2)$$

$$H_b = 120056,958 \text{ lb}$$

- Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

Dari Brownell & Young, pers. 12.100 hal. 243 :

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

$$= \frac{109,8125 - 102}{2} = 3,2188 \text{ in}$$

- Moment M_D

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal. 242 :

$$M_D = H_D \times h_D$$

$$= (120056,958 \text{ lb}) \times (3,9063 \text{ in})$$

$$M_D = 386433,3336 \text{ lb.in}$$

- Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik total (H_C)

$$H_C = W - H$$

$$= (121308,2725 \text{ lb}) - (120204,1317 \text{ lb})$$

$$= 3316,4793 \text{ lb}$$

- Moment M_C

Dari Brownell & Young, pers. 12.98 hal. 242 :

$$M_C = H_C \times h_C$$

$$= (1104,1408 \text{ lb}) \times (3,875 \text{ in})$$

$$= 10363,998 \text{ lb.in}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal. 242 :

$$H_T = H - H_D$$

$$= (120204,1317 \text{ lb}) - (120056,958 \text{ lb})$$

$$= 441,79156 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.102 hal. 244 :

$$\begin{aligned} h_r &= \frac{h_D + h_C}{2} \\ &= \frac{1}{2} (3,9063 \text{ in} + 3,875 \text{ in}) \\ &= 3,171875 \text{ in} \end{aligned}$$

- Moment M_T

Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_r \\ &= (147,1737 \text{ lb}) \times (3,8906 \text{ in}) \\ M_T &= 1401,307606 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_o) :

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= (468972,4922 + 4278,5457 + 572,5977) \text{ lb.in} \\ &= 398198,6391 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_o < M_a$, maka $m_{\max} = M_a = 710271,1186 \text{ lb.in}$

6.5.3. Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, pers. 12.85 hal. 239 :

$$f_r = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B}$$

Sehingga didapatkan rumus :

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

$$k = A/B$$

Dimana :

- A = diameter luar flange = 111,6875 in
- B = diameter dalam flange = 102 in
- f = stress yang diijinkan untuk bahan flange (18750 psia)

Maka :

$$k = A/B = (113,0625) : (102)$$

$$k = 1,09498$$

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

$$- Y = 10$$

$$- M = 580633,5278 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{(10) \times (70837,904)}{(18750) \times (102)}} = \sqrt{\frac{5806335,28}{1912500}}$$

$$t = 1,742 \text{ in}$$

Kesimpulan Perancangan :

1. Flange

Bahan konstruksi	:	High Alloy Stell SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Allowable stress (f)	:	18750
Tebal flange (t)	:	1,7424 in
Diameter dalam (D _i) flange	:	102 in
Diameter luar (D _o) flange	:	111,69 in
Type flange	:	Ring flange loose type

2. Bolting

Bahan konstruksi	:	High Alloy Stell SA 193 Grade M type 347
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Ukuran baut	:	1 in
Jumlah baut	:	15 buah
Allowable stress (f)	:	15000

3. Gasket

Bahan konstruksi	:	asbestos filled
Gasket factor (m)	:	3,75
Min design seating stress (y)	:	9000 psia
Tebal gasket (n)	:	0,1875 in

6.6. Perhitungan Sistem Penyangga Tangki

Perencanaan :

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

- Berat tangki
- Berat tutup atas standart dishead
- Berat tutup bawah tangki
- Berat liquid dalam tangki
- Berat pengaduk dan perlengkapannya

Dasar Perhitungan :

□ *Berat tangki*

Rumus :

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

Dimana :

- W_s = berat tangki, lb
- d_o = diameter luar tangki = 102 in = 8,5 ft
- d_i = diameter dalam tangki = 101,63 in = 8,46875 ft
- H = tinggi tangki (L_s) = 130,65 in = 10,887728 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

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

Berat shell tangki :

$$\begin{aligned} W_s &= (\pi/4) \times [(8,5 \text{ ft})^2 - (8,46875 \text{ ft})^2] \times (10,8877 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 2216,234178 \text{ lb} \\ &= 1005,277228 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ *Berat tutup atas standart dishead*

Rumus :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 6,28 \cdot L \cdot h \quad (\text{Hesse, pers. 4-16 hal. 92})$$

Dimana :

- W_d = berat tutup atas tangki, lb
- A = luas tutup atas standart dishead, ft²

- t = tebal tutup atas (tha) = $3/16$ in = $0,1875$ ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- L = crown radius (r) = 96 in = 8 ft
- h = tinggi tutup atas reaktor (ha) = $20,209664$ in = $1,6841$ ft

Luas tutup atas :

$$A = (6,28) \times (102 \text{ in}) \times (20,2097 \text{ in})$$

$$= 12184,00199 \text{ in}^2 = 84,6111 \text{ ft}^2$$

Berat tutup atas :

$$W_d = (84,6111 \text{ ft}^2) \times (0,1875/12) \text{ ft} \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$W_d = 646,4818767 \text{ lb} = 293,2422556 \text{ kg}$$

□ Berat tutup bawah conical

Rumus :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

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

(Hesse, pers. 4-16 hal. 92)

Dimana :

- W_d = berat tutup bawah tangki, lb
- A = luas tutup bawah conical, ft²
- t = tebal tutup bawah (thb) = $3/16$ in = $0,188$ ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- D = diameter dalam silinder = $101,63$ in = $8,469$ ft
- h = tinggi tutup bawah tangki (hb) = $31,336611$ in = $2,6114$ ft
- m = flat spot diameter = $\frac{1}{2} D$ = $\frac{1}{2} 101,625$
= $50,8125$ in = $4,234375$ ft

Luas tutup bawah :

$$A = (0,785) \times (8,469 + 4,234375) \times \sqrt{(4 \times (2,6114)^2) + (8,469 - 4,2344)^2}$$

$$+ 0,78 \times (8,469)^2$$

$$A = 111,9242 \text{ ft}^2 = 16117,0848 \text{ in}^2$$

Berat tutup bawah :

$$W_d = (111,9242 \text{ ft}^2) \times (0,1875/12) \text{ ft} \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$W_d = 855,1708406 \text{ lb} = 387,9029487 \text{ kg}$$

□ **Berat liquid dalam tangki**

Rumus :

$$W_l = m \cdot t$$

Dimana :

- m = berat larutan dalam tangki = 39817,176 lb/jam
- t = waktu tinggal liquid dalam tangki = 1 jam

Maka :

$$\begin{aligned} W_l &= (39817,176 \text{ lb/jam}) \times (1 \text{ jam}) \\ &= 39817,1761 \text{ lb} \\ &= 18060,9526 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat poros pengaduk dalam tangki**

Rumus :

$$W_p = V \cdot \rho$$

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

Dimana :

- W_p = berat poros pengaduk dalam tangki, lb
- V = volume poros pengaduk, ft³
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- D = diameter poros pengaduk = 20,596 in = 1,716 ft
- L = panjang poros pengaduk = 115,29 in = 9,608 ft

Volume poros pengaduk :

$$\begin{aligned} V &= (\pi/4) \times (1,716 \text{ ft})^2 \times (9,608 \text{ ft}) \\ &= 22,217 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat poros pengaduk :

$$\begin{aligned} W_p &= (22,217 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 10864,1 \text{ lb} \\ &= 4927,94 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat impeller dalam tangki**

Rumus :

$$W_i = V \cdot \rho$$

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

$$\rho = D_i / 2$$

Dimana :

- W_i = berat impeller dalam tangki, lb
- V = volume dari total blades, ft³
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- p = panjang 1 kupingan blade, ft
- l = lebar 1 kupingan blade = 5,7588 in = 0,48 ft
- t = tebal 1 kupingan blade = 8,4688 in = 0,706 ft
- D_i = diameter pengaduk = 33,875 in = 2,823 ft

Volume impeller pengaduk :

- $p = D_i / 2$
= (2,823 ft) / 2 = 1,411458 ft
- $V = (4) \times (1,4115 \text{ ft}) \times (0,48 \text{ ft}) \times (0,706 \text{ ft})$
= 1,91211 ft³

Berat impeller pengaduk :

$$\begin{aligned} W_i &= (1,91211 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 935,022 \text{ lb} \\ &= 424,123 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat Attachment**

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

Dari Brownell & Young, hal. 157 :

$$W_a = 18\% W_s$$

Dimana :

- W_a = berat attachment, lb
- W_s = berat tangki = 2216,234178 lb = 1005,2772 kg

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_a &= (0,18) \times (2216,234178 \text{ lb}) \\ &= 398,922152 \text{ lb} \\ &= 180,9499011 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat total penyangga :

$$\begin{aligned} W_T &= W_s + W_d (\text{tutup atas}) + W_d (\text{tutup bawah}) + W_i + W_p + W_i + W_a \\ &= 25280,38405 \text{ kg} \\ &= 55733,13468 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= (1,1) \times (614649720 \text{ lb}) \\ &= 61306,44815 \text{ lb} = 27808,42246 \text{ kg} \end{aligned}$$

6.7. Perhitungan Kolom Penyangga Tangki (Leg)

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

□ *Beban tiap kolom*

Dari Brownell & Young, pers. 10.76 hal. 197 :

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

Dimana :

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

Tangki diletakkan di dalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol).

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

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

$$P = \frac{61306,44815}{4} = 15326,61204 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi tangki (H) = 115,29 in = 9,6075 ft
- Panjang penyangga = $\frac{1}{2}(H + L)$
 $= \frac{1}{2}(9,6075 + 5) \text{ ft}$
 $= 7,30375 \text{ ft} = 87,645 \text{ in}$

$$\text{Jadi panjang penyangga/ leg (l) = 7,3038 ft = 87,645 in}$$

□ *Trial ukuran I beam*

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

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

- Nominal size = 5 in
- Berat = 10 lb
- Area of section (A_y) = 2,9 in²
- Depth of beam (h) = 5 in
- Width of flange (b) = 3 in
- Axis (r) = 2,1 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

$$- l/r = (87,645 \text{ in}) / (2,1 \text{ in})$$

$$l/r = 42,7537$$

Karena l/r antara < 60 , maka :

$$- f_c = 15000 \text{ psi}$$

sehingga :

$$f_{\text{eksentrik}} = \frac{P(a + 0,5b)}{\frac{I_{1-1}}{0,5b}}$$

$$= \frac{15326,61204 (1,5 + 0,5(3))}{\frac{12,1}{0,5(3)}}$$

$$= 5699,9561 \text{ lb/in}^2$$

$$f_c \text{ aman} = f_c - f \text{ eksentrik}$$

$$= 15000 - 5699,956 = 9300,0439 \text{ psi}$$

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

$$A = \frac{P}{f_c} = \frac{15326,61204}{9300,04387}$$

$$= 1,64802 \text{ in}^2 < 2,9 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}$$

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

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- Ukuran I beam = 5 x 3 in
- Berat = 10,0 lb
- Jumlah penyangga = 4 buah
- Peletakan beban dengan beban eksentrik.

6.8. Base Plate

Perencanaan :

- Base plate yang dibuat memiliki toleransi panjang adalah 5 % dan toleransi lebar 20 %. (Hesse, hal. 163)
- Bahan konstruksi : Beton
- Ketahanan bearing terhadap stress (f_c) : 600 lb/in²
- kedalaman beam (h) : 5 in
- Lebar flange (b) : 3 in

Dasar Perhitungan :

□ Luas base plate

Rumus :

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

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate, in²

- P = beban dari tiap-tiap base plate = 15326,612 lb
- f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in²

Sehingga :

$$A_{bp} = \frac{15326,61204}{600}$$

$$= 25,5444 \text{ in}^2$$

□ **Panjang dan lebar base plate**

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

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate
= 25,5444 in²
- p = panjang base plate, in
= $2m + 0,95h$
- l = lebar base plate, in
= $2n + 0,8b$

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

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

$$h = 5 \text{ in}$$

Maka :

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

$$25,5444 = [2m + (0,95 \times 5)] \times [2n + (0,8 \times 3)]$$

$$= (2m + 4,75) \times (2m + 2,4)$$

$$25,5444 = 4m^2 + 14,3 m + 11,4$$

$$0 = 4m^2 + 14,3 m - 14,1444$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m_{1,2} = \frac{(-14,3) \pm \sqrt{(14,3)^2 - (4 \times 4) \cdot (-14,1444)}}{2 \times 4}$$

$$m_1 = 6,4557$$

$$m_2 = -35,056$$

Diambil $m = m_1 = 6,4557$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Panjang base plate (p)} &= 2m + 0,95h \\
 &= (2 \times 6,4557) + (0,95 \times 5) \\
 &= 17,6614 \text{ in} \approx 18 \text{ in} \\
 - \text{ Lebar base plate (l)} &= 2n + 0,8b \\
 &= (2 \times 6,4557) + (0,8 \times 3) \\
 &= 15,3114 \text{ in} \approx 16 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 18 in dan lebar base plate 16 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 18 x 16 in dengan luas (A) = 288 in².

□ *Peninjauan terhadap harga m dan n*

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

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in²
- P = beban tiap kolom = 15326,61204 lb
- A = luas base plate = 228 in²

Maka :

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{15326,61204}{228} \\
 &= 67,22198262 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

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

□ *Peninjauan terhadap harga m dan n*

- Panjang base plate (p)

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

$$17,66 = 2m + (0,95 \times 5)$$

$$m = 6,4557$$

- Lebar base plate (l)

$$17,66 = 2n + 0,8b$$

$$17,66 = 2n + (0,8 \times 3)$$

$$n = 7,6$$

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

□ *Tebal base plate*

Dari Hesse, pers. 7-12 hal. 163 :

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

Dengan :

- t = tebal base plate, in
- f = actual unit pressure yang terjadi pada base plate = 67,22 psi
- n = 7,6 in

Tebal base plate

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{0,00015 \times 67,22 \times (7,6)^2} \\ &= 0,29121 \text{ in} \approx 1 \text{ in} \end{aligned}$$

Jadi digunakan tebal base plate 1 in

□ *Ukuran baut*

Beban tiap baut :

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{P}{n_{\text{baut}}} \\ &= \frac{15326,61204}{4} \\ &= 3831,653009 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

Dimana f_{baut} = stress tiap baut max = 15000 lb/in²

$$A_{\text{baut}} = \frac{3831,653009}{15000}$$

$$A_{\text{baut}} = 0,2554435 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{\pi \times d_{\text{baut}}^2}{4}$$

$$0,255 = \frac{3,14 \times d_{\text{baut}}^2}{4}$$

$$d_{\text{baut}}^2 = 0,325$$

$$d_{\text{baut}} = 0,5704435 \text{ in}$$

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

- Ukuran baut : 1 in
- Root area : 0,551
- Bolt spacing min : 2 1/4 in
- Min. Radial distance : 1 3/8 in
- Edge distance : 1 1/16 in
- Nut dimension : 1,0625 in
- Max filled radius : 7/16 in

6.9. Perhitungan Lug dan Gusset

Perencanaan :

- Digunakan 2 buah plate horisontal (untuk lug) dan 2 buah plate vertikal (untuk gusset).
- Type : Double gusset plate
- Bahan : High Alloy Steel SA 193 Grade B8t type 321
- Max Allowable stress (f) 15000 psia
- μ steel : 0,3

Dasar Perhitungan :

Dari gambar 10.6, hal 191, Brownell diperoleh :

a. Lebar Lug

$$\begin{aligned} A &= \text{lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ &= 1 + 9 \text{ in} \\ &= 10 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \text{jarak antar gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\ &= 1 + 8 \text{ in} \\ &= 9 \text{ in} \end{aligned}$$

b. Lebar Gusset

$$\begin{aligned} L &= \text{lebar gusset} = 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \times \text{ukuran baut}) \\ &= 2 (4 - 0,5 \times 1) \\ &= 7 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar lug atas} &= a = 0,5 (L + \text{ukuran baut}) && (\text{Brownell \& Young Hal 193}) \\
 &= 0,5 (7 + 1) \\
 &= 4 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perbandingan tebal base plate} &= \frac{B}{L} \\
 &= \frac{9}{7} = 1,2857143 = 1,3
 \end{aligned}$$

Dari tabel 10.6, hal 192, Brownell didapat $\gamma_1 = 0,2805$

$$\begin{aligned}
 e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\
 &= 0,5 \times 1,063 \\
 &= 0,53125 \text{ in}
 \end{aligned}$$

c. Tebal Plate Horizontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari persamaan 10.40, hal 192, Brownell :

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
 P &= \text{beban tiap baut} = 3831,65 \text{ lb} \\
 \mu &= \text{posson's ratio} = 0,3 \text{ (untuk baja)} \\
 L &= \text{panjang horisontal plate bawah} = 7 \\
 e &= 0,5 \times \text{nut dimension} = 0,53125 \text{ in} \\
 \gamma_1 &= 0,2805
 \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned}
 M_y &= \frac{3831,653009}{4\pi} \left[(1 + 0,3) \times \ln \frac{2 \times 7}{\pi \times 0,5313} + (1 - 0,2805) \right] \\
 &= 1063,181273 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

M_y disubstitusikan ke persamaan 10.41, hal 193, Brownell diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{thp} &= \sqrt{\frac{6 \times 1063,1813}{15000}} \\
 &= 0,65213 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Maka digunakan plate dengan tebal 0,65213 in

d. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

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

$$\begin{aligned} \text{gusset minimal} &= \frac{3}{8} \times \text{thp} \\ &= \frac{3}{8} \times 0,652129 = 0,2445485 \end{aligned}$$

e. Tinggi Gusset

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Gusset : hg} &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 10 + 1 \\ &= 11 \text{ in} \end{aligned}$$

f. Tinggi Lug

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Lug} &= hg + 2 \text{ thp} \\ &= 11 + 2 (0,65213) \\ &= 12,304258 \text{ in} \end{aligned}$$

g. Kesimpulan perencanaan lug dan gusset :

◇ Lug

- Lebar = 10 in
- Tebal = 0,6521292 in
- Tinggi = 12,304258 in

◇ Gusset

- Lebar = 7 in
- Tebal = 0,2445485 in
- Tinggi = 11 in

6.10. Perhitungan Pondasi

Perencanaan :

- Beban total yang harus ditahan pondasi :
 - Berat tangki pelarut total
 - Berat kolom penyangga
 - Berat base plate

- Ditentukan :
 - Masing-masing penyangga diberi pondasi
 - Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan :

$$\square W = 61306,448 \text{ lb} = 27808,42246 \text{ kg}$$

\square *Beban yang harus ditanggung tiap kolom*

Rumus :

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

Dimana :

- p = panjang base plate = 18 in = 1,5 ft
- l = lebar base plate = 16 in = 1,33 ft
- t = tebal base plate = 1 in = 0,083333 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= (1,5 \text{ ft}) \times (1,33 \text{ ft}) \times (0,0833 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 81,5 \text{ lb} \end{aligned}$$

\square *Beban tiap penyangga*

Rumus :

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

Dimana :

- L = tinggi kolom = 7,3038 ft
- A = luas kolom I beam = 3 in² = 0,0199 ft²
- F = faktor koreksi = 3,4
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned} W_p &= (7,3038 \text{ ft}) \times (0,0199 \text{ ft}^2) \times (3,4) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 242,021 \text{ lb} \end{aligned}$$

\square *Beban total*

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 61306,4 + 82 + 242 \\ &= 61629,96917 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

- Luas atas = 20 x 20 in
- Luas bawah = 40 x 40 in
- Tinggi = 25 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$A = \left(\frac{20 \times 40}{20 \times 40} \right) + \left(\frac{20 \times 40}{20 \times 40} \right) = 800 \text{ in}^2$$

Volume pondasi :

$$\begin{aligned} V &= A \times t \\ &= (800 \text{ in}^2) \times (25 \text{ in}) \\ &= 20000 \text{ in}^3 = 11,574 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

- Berat pondasi :

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

$$\rho = \text{densitas semen} = 144 \text{ lb/ft}^3$$

Maka :

$$\begin{aligned} W &= (11,5741 \text{ ft}^3) \times (144 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 1666,6667 \text{ lb} \\ &= 755,99504 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Tekanan tanah :

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

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

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb} \times 1 \text{ ft}}{1 \text{ ton} \times 144 \text{ in}^2} \\ &= 155,5555556 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- W = berat beban total + berat pondasi

$$- A = \text{luas bawah pondasi} = (40 \times 40)\text{in}^2 = 1600 \text{ in}^2$$

Sehingga :

$$P = \frac{61629,969 + 1666,667}{1600}$$

$$P = 39,5603974 \text{ lb/in}^2 < 155,56 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran (20 x 20) in untuk luas atas dan (40 x 40) in untuk luas bawah dengan tinggi pondasi 25 in dapat digunakan.

Dimensi Peralatan :

1. Dimensi tangki :

- Bahan konstruksi = High Alloy Stell SA 240 Grade M type 316
- Do (diameter luar) = 102 in
- Di (diameter dalam) = 101,63 in
- ts (tebal silinder) = 3/16 in
- L_s (tinggi silinder) = 130,65 in
- tha (tebal tutup atas) = 3/16 in
- ha (tinggi tutup atas) = 20,21 in
- thb (tebal tutup bawah) = 3/16 in
- hb (tinggi tutup bawah) = 31,337 in
- Tinggi tangki = 182,2 in

2. Dimensi pengaduk :

- Jenis pengaduk = axial turbin 4 blades sudut 45°
- Bahan impeller = High Alloy Stell SA 240 Grade M type 316
- Diameter impeller (Di) = 33,875 in
- Tinggi impeller (Zi) = 44,038 in
- Panjang impeller (L) = 8,4688 in
- Lebar impeller (W) = 5,7588 in
- Daya pengaduk = 7 Hp
- Diameter poros = 20,596 in
- Panjang poros = 115,29 in
- Jumlah pengaduk = 1 buah

3. Nozzle untuk pemasukan feed Air

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 2 in
- Diameter luar flange (A) = 7,5 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 1 1/3 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 5 in
- Diameter hubungan atas (E) = 4 1/4 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 3,5 in
- Panjang julakan (L) = 2 1/5 in
- Diameter dalam flange (B) = 3,07 in

4. Nozzle untuk pemasukan feed garam (NaCl)

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 2 in
- Diameter luar flange (A) = 7,5 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 1 1/3 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 5 in
- Diameter hubungan atas (E) = 4 1/4 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 3,5 in
- Panjang julakan (L) = 2 1/5 in
- Diameter dalam flange (B) = 3,07 in

5. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran larutan garam

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 3 in
- Diameter luar flange (A) = 7 1/2 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 1 1/3 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 5 in
- Diameter hubungan atas (E) = 2 ⁵/₁₆ in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 3,5 in
- Panjang julakan (L) = 2 3/4 in
- Diameter dalam flange (B) = 1,38 in

7. Nozzle untuk Man Hole

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 20 in

- Diameter luar flange (A) = 27 ½ in
- Ketebalan flange minimum (T) = 1 1/16 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 23 in
- Diameter hubungan atas (E) = 22 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 20 in
- Panjang julakan (L) = 5 1/16 in
- Diameter dalam flange (B) = 19,3 in

9. Flange

- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
- Tensile strength minimum = 75000 psia
- Allowable stress (f) = 18750
- Tebal flange = 1,7424 in
- Diameter dalam (D_i) flange = 102 in
- Diameter luar (D_o) flange = 111,69 in
- Type flange = Ring flange loose type

10. Bolting

- Bahan konstruksi = H A S SA 193 Grade B8c type 347
- Tensile strength minimum = 75000 psia
- Ukuran baut = 1 in
- Jumlah baut = 15 buah
- Allowable stress (f) = 15000

11. Gasket

- Bahan gasket = Asbestos filled
- Lebar (L) = 0,0625 in
- Tebal gasket (n) = 1/16 in
- Gasket faktor (m) = 3,75
- Diameter rata-rata = 102,19 in

12. Sistem Penyangga

- Jenis = Kolom I beam
- Jumlah = 4 buah
- Panjang (L) = 87,645 in
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 5 in
- Area of section (A_y) = 2,87 in

- Depth of beam (h) = 12 in
- Width of flange (b) = 3 in
- Axis (r) = 2,05 in

13. Base Plate

- Panjang (p) = 11 in
- Lebar (l) = 9 in
- Tebal (t) = 1 in
- Ukuran baut = 1 in
- Jumlah baut = 4 buah
- Bahan = Cast iron

14. Lug

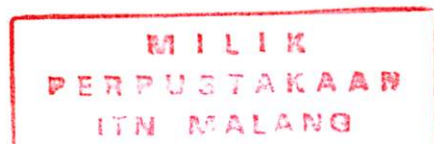
- Lebar = 10 in
- Tebal = 0,6521 in
- Tinggi = 12,304 in

15. Gusset

- Lebar gusset = 7 in
- Tebal gusset = 0,2445 in
- Tinggi gusset = 11 in

16. Sistem Pondasi

- Luas atas = 20 in x 20 in
- Luas bawah = 40 in x 40 in
- Tinggi Pondasi = 25 in
- Bahan = Cemen Sand dan Gravel



BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1. Instrumentasi

Dalam rangka pengoperasian pabrik, pemasangan alat-alat instrumentasi sangat dibutuhkan dalam memperoleh hasil produksi yang optimal. Pemasangan alat-alat instrumentasi disini bertujuan sebagai pengontrol jalannya proses produksi dari peralatan-peralatan pada awal sampai akhir produksi. dimana dengan alat instrumentasi tersebut, kegiatan maupun aktifitas tiap-tiap unit dapat tercatat kondisi operasinya sehingga sesuai dengan kondisi operasi yang dikehendaki, serta mampu memberikan tanda-tanda apabila terjadi penyimpangan selama proses produksi berlangsung.

Instrumentasi yang ada dipasaran dapat dibedakan dari jenis pengoperasian alat instrumentasi tersebut, yaitu alat instrumentasi manual atau otomatis. Pada dasarnya alat-alat kontrol yang otomatis lebih disukai dikarenakan pengontrolannya tidak terlalu sulit, kontinyu, dan efektif, sehingga menghemat tenaga kerja dan waktu. Akan tetapi mengingat faktor-faktor ekonomis dan investasi modal yang ditanamkan pada alat instrumentasi berjenis otomatis ini, maka pada perencanaan pabrik ini sedianya akan menggunakan kedua jenis alat instrumentasi tersebut.

Tujuan penggunaan instrumentasi ini ialah agar tercapai hal-hal berikut ini :

1. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan kondisi-kondisi yang telah ditentukan sehingga diperoleh hasil yang optimum.
2. Proses produksi berjalan sesuai dengan efisiensi yang telah ditentukan dan mendapatkan rate produksi yang diinginkan.
3. Membantu mempermudah pengoperasian alat.
4. Mendeteksi situasi bahaya dengan membuat tanda bahaya dan memutus hubungan secara otomatis.

Adapun variabel proses yang diukur dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Variabel yang berhubungan dengan energi, seperti temperatur, tekanan, dan radiasi.
2. Variabel yang berhubungan dengan kuantitas dan laju, seperti pada kecepatan aliran fluida, ketinggian liquid dan ketebalan.

3. Variabel yang berhubungan dengan karakteristik fisika dan kimia, seperti densitas, kandungan air.

Faktor – faktor yang perlu diperhatikan didalam pemilihan alat instrumentasi adalah :

- Level, Range dan Fungsi dari alat instrumentasi.
- Akurasi hasil pengukuran.
- Bahan konstruksi material
- Pengaruh yang ditimbulkan terhadap kondisi operasi proses yang berlangsung.
- Faktor ekonomi dan mudah diperoleh di pasaran.
- Mudah dipergunakan dan mudah diperbaiki jika rusak.

Jenis - jenis pengendali proses meliputi :

1. Indikator yaitu : alat yang dapat menunjukkan/ mencatat kondisi operasi suatu daerah tertentu dari suatu peralatan
2. Controller yaitu : alat yang dapat menunjukkan kondisi operasi dan mengendalikannya sehingga sesuai dengan yang diinginkan.

Macam instrumentasi yang banyak digunakan dalam industri :

1. Temperatur Controller (TC)
Fungsi : untuk mengendalikan atau mengatur temperatur operasi sesuai dengan kondisi yang diminta.
2. Temperatur Indikator (TI)
Fungsi : untuk mengetahui temperatur operasi dengan pembacaan langsung pada alat ukur tersebut
3. Temperatur Recorder Controller (TRC)
Fungsi : untuk mencatat dan mengendalikan temperatur operasi secara terus menerus sesuai kondisi yang diminta
4. Pressure Indikator (PI)
Fungsi : untuk mengendalikan tekanan operasi secara terus menerus sesuai dengan kondisi yang diminta
5. Pressure Controller (PC)
Fungsi : untuk mengendalikan tekanan operasi sesuai dengan kondisi yang diminta
6. Pressure Recorder Controller (PRC)

Fungsi : untuk mencatat dan mengatur tekanan operasi secara terus menerus sesuai kondisi yang diminta

7. Flow Recorder Controller (FRC)

Fungsi : untuk mencatat dan mengatur debit aliran cairan secara terus menerus

8. Level Indikator (LI)

Fungsi : untuk mengetahui tinggi cairan dalam suatu alat

9. Level Controller (LC)

Fungsi : untuk mengendalikan tinggi cairan dalam suatu alat sehingga tidak melebihi dari batas yang ditentukan

10. Level Recorder Controller (LRC)

Fungsi : untuk mencatat dan mengatur, serta mengendalikan tinggi cairan dalam suatu alat

11. Weight Controller (WC)

Fungsi : untuk mengatur berat bahan yang masuk agar sesuai dengan yang telah ditentukan.

Tabel 7.1. Instrumentasi pada pabrik

NO	NAMA ALAT	KODE	INSTRUMENTASI
1.	Sel Elektrolisis	R-110	(TC, FC)
2.	Bin NaCl	F-114	(WC)
3.	Tanki Pelarut	M-115	(FC)
4.	Heat Exchanger	E-117	(TC)
5.	Evaporator	V-120A/B	(TC, PC, LC)
6.	Rotary Vakum Filter	H-122	(FC)
7.	Heat Exchanger	E-123	(TC)
8.	Barometric Condensor	E-124	(TC)
9.	Heat Exchanger	E-126	(TC)
10.	Tangki Penampung Produk	F-127	(FC)

7.2. Keselamatan Kerja

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

Tindakan penjagaan keselamatan dan keamanan suatu pabrik tidak hanya ditujukan kepada para pekerjanya saja, tetapi juga ditujukan pada peralatan pabrik itu sendiri. Bagi para pekerja dituntut rasa kedisiplinannya maupun berhati-hati dalam melakukan pekerjaan, demikian pula peralatan yang ada di dalam pabrik tersebut harus kuat, tidak mudah rusak, tidak mudah bocor dan tidak mudah terbakar.

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.

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

1. Bahaya kebakaran.
2. Bahaya mekanik.

3. Bahaya terhadap zat-zat kimia.
4. Bahaya terhadap kesehatan dan jiwa manusia.

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

7.2.1. Bahaya Kebakaran

Pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan peledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kecelakaan terhadap pekerja maupun kerusakan peralatan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Terjadinya bahaya ini dapat disebabkan oleh :

1. Terjadi hubungan singkat (korsleting) pada saklar, stop kontak, atau alat listrik lainnya baik pada peralatan instrumentasi maupun pada peralatan listrik sederhana seperti lampu, radio, komputer, mesin fax, dll.
2. Kebakaran yang diakibatkan percikan api pada furnace yang berbahan bakar fuel oil.

Cara untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran antara lain :

1. Penempatan alat-alat utilitas yang cukup jauh dari *power plant* tetapi praktis dari unit proses
2. Bangunan seperti workshop, laboratorium dan kantor sebaiknya diletakkan sejauh mungkin dari unit proses
3. Pemasangan pipa air melingkar (water hydrant) di seluruh areal pabrik.
4. Pemasangan alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau di setiap tempat rawan ledakan dan kebakaran, terutama di sekitar alat-alat proses bertekanan dan bersuhu tinggi.
5. Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang mudah menimbulkan kebakaran.
6. Untuk mencegah atau mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, dipakai isolasi-isolasi panas atau isolasi listrik dan pada tempat yang bertegangan tinggi diberi penghalang atau pagar.

7. Pemasangan alat-alat listrik harus diatur sedemikian rupa agar tidak berdekatan dengan sumber panas.
8. Membuat *Standar Operational Procedures (SOP)*, plakat-plakat dan slogan-slogan safety pada setiap proses yang salah satu isinya menerangkan bahaya dari proses atau alat yang bersangkutan.
9. Penempatan bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak di tempat yang tertutup dan jauh dari sumber api

7.2.2. Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjan konstruksi yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan, sehingga dapat mempengaruhi kenyamanan serta keamanan para pekerja dalam melaksanakan tugasnya. Bentuk kerusakan yang umum adalah karena panas dan ledakan. Kejadian ini selain mengakibatkan kerugian material juga dapat mengakibatkan cacat atau meninggalnya pekerja.

Secara umum tindakan pencegahan yang dilakukan untuk menghindari bahaya mekanik antara lain adalah sebagai berikut :

- Perencanaan tangki dan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain-lain.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai serta pemberian alat pengaman bagi proses-proses yang berbahaya.
- Sistem penerangan yang baik.
- Pemasangan tanda-tanda bahaya dan instruksi keselamatan kerja ditempatkan di tempat yang dianggap berbahaya.
- Pengaturan peralatan sedemikian rupa sehingga para pekerja dapat mengoperasikannya dengan aman.

Adapun beberapa kemungkinan kecelakaan mekanik yang dapat terjadi antara lain:

a. 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-faktor korosi dan lain-lain.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu *pressure* kontrol, level kontrol dan temperatur kontrol.

b. Reaktor

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan karena reaktor adalah sebagai berikut :

- 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, temperatur kontrol, *pressure control*, *flow control* dan lain-lain.

c. Perpipaan

Kecelakaan yang terjadi karena perpipaan antara lain karena kebocoran zat-zat yang berbahaya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kebocoran perpipaan antara lain :

- Pemasangan pipa hendaknya pada tempat tinggi atau ditempat-tempat yang jarang dilalui pekerja dan diusahakan pemasangan pipa tidak didalam tanah karena menimbulkan kesulitan bila terjadi kebocoran.
- Sebelum dipakai hendaknya dicoba kekuatan tekanan dan kekuatan terhadap suhu, terutama pada daerah sambungan.
- Pemasangan valve yang mudah terjangkau.
- Pemasangan isolasi yang baik untuk mencegah kecelakaan luka bakar karena tersentuh pipa aliran panas, juga untuk mencegah lolosnya panas dalam proses.

Kerusakan yang disebabkan secara mekanis terutama karena pengaruh panas maupun tekanan yang tinggi dapat dicegah dengan pemasangan alat-alat pengaman seperti *safety valve*, isolator panas dan lain-lain.

7.2.3. Bahaya Karena Bahan Kimia

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

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

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

Secara spesifik pabrik ini menghasilkan produk samping klorin yang merupakan bahan berbahaya, beracun, korosif yang bila terhirup dapat menyebabkan luka bakar saluran pernafasan atau jika kontak pada kulit. klorin berwarna kuning kehijauan dan jika tertelan bisa menyebabkan batuk, tersedak, mual, muntah, sakit kepala, pusing, sulit bernapas dan bisa menyebabkan kematian.

Klorin tidak termasuk gas yang mudah terbakar, namun merupakan oksidator kuat yang sangat reaktif dengan bahan yang mudah terbakar membentuk suatu campuran yang mudah meledak.

Prosedur-prosedur darurat jika terjadi kecelakaan dalam hal penanganan klorin ialah sebagai berikut ;

1. Kasus kebocoran gas klor, seperti silinder bocor, matikan semua pengapian di area sekitar (jika waktu memungkinkan), segera lakukan evakuasi di area tersebut dan isolasi area. Dan segera lakukan proses penanganan kebocoran.
2. Hal kontak dengan kulit, segera cuci dengan sabun dan air dan bersihkan pakaian yang terkontaminasi. Segera hubungi medis jika terjadi iritasi.
3. Kasus kontak mata, segera cuci dengan jumlah berlebihan air selama 20 menit. Segera hubungi bagian medis.
4. Kasus terhirup gas klorin, pindahkan korban ke udara segar dan segera panggil bantuan medis.

Deteksi kebocoran klorin ialah sebagai berikut ;

1. Kebocoran dapat dideteksi dengan melewatkan kain yang dibasahi amonia atas area penyimpanan. Asap putih yang muncul menunjukkan adanya gas klor yang lepas.
2. Pemasangan piranti pemantau atmosfer yang disertai alarm untuk segera memberi peringatan ketika ada kebocoran gas klor. Detektor tetap harus ditempatkan di dekat sistem untuk memberikan pembacaan yang akurat.

7.2.4. Bahaya terhadap Kesehatan dan Jiwa Manusia

Untuk menjaga keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik dan efektif sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan orang lain. Oleh karena itu pengetahuan tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) perlu diketahui oleh seluruh karyawan dari mulai karyawan operator proses sampai karyawan administrasi. Perusahaan akan mengadakan semacam pelatihan atau penyuluhan pada seluruh karyawan terutama karyawan baru agar sosialisasi K3 lebih efektif tercipta di lingkungan kerja. Pelatihan atau penyuluhan K3 akan berbeda bagi setiap karyawan tergantung pada bagian mana dia bekerja. Apabila operator proses, karyawan wajib mengetahui cara-cara pemakaian alat-alat pelindung diri (APD) seperti masker, topi, safety belt, sepatu, sarung tangan, dll. dan mengetahui bahaya-bahaya yang akan terjadi dari mulai tangki bahan baku sampai tangki storage. Sedangkan karyawan gudang wajib mengetahui prosedur penggunaan

kendaraan pengangkut (forklift dan hand lift) sampai cara penyusunan kemasan produk.

Selain itu pembuatan ventilasi setiap ruangan harus disesuaikan standar yang berlaku agar lingkungan kerja yang sehat dapat meningkatkan produktifitas karyawan dalam bekerja.

Untuk mencegah kecelakaan kerja diperlukan alat-alat pelindung keselamatan kerja seperti terlihat pada tabel berikut

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk, Laboratorium
2.	Helm pengaman	Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk
3.	Sarung tangan	Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk, Laboratorium
4.	Sepatu karet	Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk
5.	Isolasi panas	Reaktor, Heater, Perpipan, Evaporator
6.	Pemadam kebakaran	Semua unit
7.	P3K	Kantor, Gudang, Bagian proses, Gudang bahan baku/produk, Laboratorium
8.	Jas laboratorium	Laboratorium
9.	Pagar Pelindung	Alat transportasi (Belt Conveyor, Screw Conveyor, Gear Box)

BAB VIII

UTILITAS

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

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 3 unit, yaitu :

1. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)

- Air proses
- Air pendingin
- Air umpan boiler (penghasil steam)
- Air sanitasi

2. Unit penyediaan tenaga listrik

3. Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Pengolahan Air (*Water Treatment*)

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

8.1.1. Air Proses

Air proses yang digunakan pada pra-rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini sebesar 14668,9962 kg/jam, digunakan pada Tangki Pelarut NaCl (M-115) sebesar 13247,3507 kg/jam, Elektrolisa (R-110) sebesar 1420,4421 kg/jam, dan pada Rotary Vakum Filter sebesar 1,2034 kg/jam.

8.1.2. Air Pendingin

Berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Menggunakan air sebagai media pendingin ini disebabkan karena :

- air merupakan materi yang mudah didapat
- mudah dikendalikan dan dikerjakan
- dapat menyerap panas
- tidak mudah menyusut karena pendinginan
- tidak mudah terkondensasi

Selain sebagai media pendingin air harus memenuhi persyaratan tertentu yaitu tidak mengandung :

- besi penyebab korosi
- silika penyebab kerak
- minyak penyebab menurunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

Air pendingin pada pra-rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini sebesar 4828,6421 kg/jam, digunakan pada Barometrik Kondensor (E-124) sebesar 220,8437 kg/jam dan Cooler (E-126) sebesar 4607,7984 kg/jam.

8.1.3. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pabrik Natrium Hidroksida sebesar 1143,7804 kg/jam, dengan temperatur 120 °C dan tekanan 28,796 psia. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20 % sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5 % dan faktor keamanan 10 %. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak 2330,1797 kg/jam.

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

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

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

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan Lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

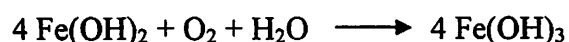
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

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

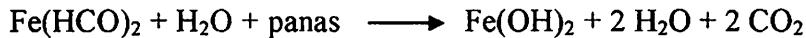


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



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





Air untuk keperluan ini harus memenuhi spesifikasi tertentu agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari *Perry's 6th ed, hal. 976*, didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

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

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

1. Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
2. Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut.

8.1.4. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

a. Syarat fisik

- Berada di bawah suhu udara
- Warnanya jernih
- pH netral
- Tidak berbusa
- Kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO_2
- Tidak berasa

- Tidak berbau
- b. Syarat kimia
 - Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
 - Tidak mengandung zat-zat kimia beracun
- c. Syarat mikrobiologis

Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 L/hari/orang
2. Untuk laboratorium dan taman.

Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan.
3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.

Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air untuk karyawan, laboratorium dan taman.

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini sebesar 2509,1136 kg/jam.

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air kawasan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler. Proses pengolahan air kawasan tersebut adalah :

➤ Pengolahan air sanitasi

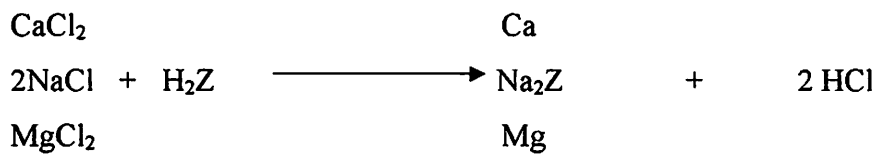
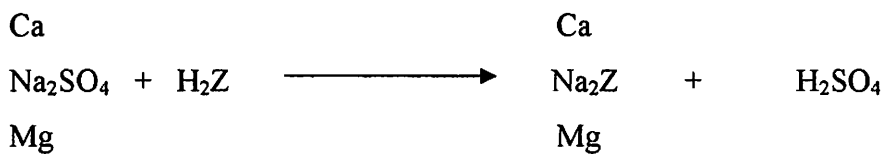
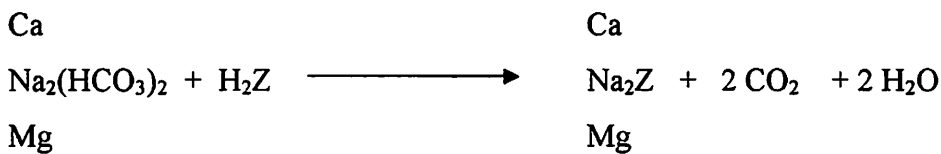
Air dari bak penampung air kawasan (F-210) dialirkan dengan pompa (L-212) menuju bak klorinasi (F-212) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung ke dalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-214) dengan menggunakan pompa (L-215) dan siap untuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

➤ Pelunakan air umpan Boiler

Pelunakan air Boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-221 A) dan anion

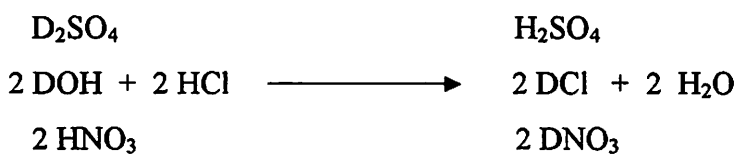
exchanger (D-221 B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah de-acidite (DOH).

Air dari bak penampung air kawasan (F-210) dialirkan dengan pompa (L-212) menuju kation exchanger (D-221 A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 dan HCl . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-221 B) untuk dihilangkan anion-anion yang tidak dikehendaki.

Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



Sehingga keluaran dari tangki demineralisasi adalah garam-garam kalsium, natrium dan magnesium yang terikat pada kation *exchanger* dalam bentuk CaZ , NaZ dan MgZ . Sedangkan H_2SO_4 , HCl dan HNO_3 terikat pada anion *exchanger* dalam bentuk D_2SO_4 , DCl dan DNO_3 . Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion-ion pengganggu.

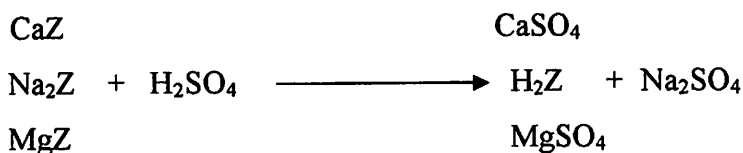
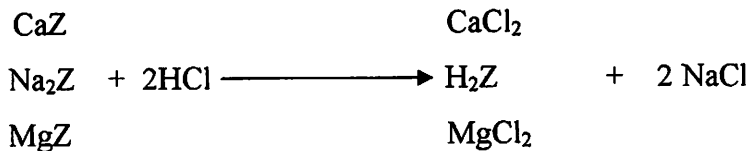
Setelah keluar dari tangki demineralisasi, air lunak ini digunakan sebagai air umpan Boiler. Untuk memenuhi kebutuhan umpan Boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-220) yang selanjutnya dipompa (L-227) ke deaerator (F-228) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air siap diumpankan ke Boiler (Q-230) dengan pompa (L-229). Steam yang dihasilkan Boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

➤ Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin dari bak air lunak (F-220), air dipompa (L-223) ke bak air pendingin (F-224) kemudian dialirkan ke peralatan dengan pompa (L-227). Setelah digunakan air direcycle ke cooling tower (P-228) dan selanjutnya dari cooling tower, air di recycle ke bak air pendingin kembali.

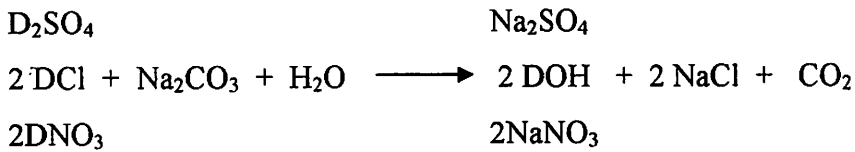
➤ Proses regenerasi resin:

Reaksi yang terjadi :



Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hidrogen *exchanger* dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Sedangkan regenerasi anion *exchanger* dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH .

Reaksi yang terjadi :



8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini adalah meliputi :

- Peralatan proses Industri = 694 Hp = 517,5158 kW
- Daerah pengolahan air = 11 Hp = 8,2027 kW
- Listrik untuk penerangan = 104,8769 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila suplai listrik dari PLN mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 841 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 2724,9476 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viscositasnya relatif lebih rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari tabel 9.9 dan fig. 9-9, Perry 6th ed, spesifikasi bahan bakar didapat :

- Flash point = 38°C (100 °F)
- Pour point = -6°C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft³
- Heating value = 19000 Btu/lb

Pengolahan Limbah

Pada pra-rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan melalui pemantauan, analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik Natrium Hidroksida adalah :

Limbah Gas.

Limbah gas yang dihasilkan berasal dari elektrolisa (R-110) dan pembakaran bahan bakar yang digunakan pada unit utilitas. Untuk mengatasinya, asap yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprot dengan air untuk menangkap abu dan gas yang berbahaya, sehingga tidak mengganggu lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

Limbah Cair

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

a. Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. Pengolahan Pertama (Primery Treatment)

Pada tahap pengolahan ini bertujuan untuk mengendapkan padatan-padatan dan zat-zat yang terlarut yang tidak dapat mengendap secara grafitasi, dengan menambahkan zat kimia tertentu sebagai flokulan dan koagulan.

c. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

Pengolahan kedua menggunakan proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada tahap ini juga dilakukan aerasi yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair tersebut. Proses aerasi ini dilakukan hingga didapatkan nilai BOD, COD, dan DO yang memenuhi standard yang telah ditetapkan pemerintah.

d. Pengolahan Ketiga (Tertiary Treatment)

Pengolahan ketiga dilakukan untuk menetralkan pH limbah cair dan membunuh bakteri dengan cara menambahkan zat penetral dan desinfektan ke dalamnya. Dalam proses ini juga digunakan karbon aktif dan ion exchanger untuk menyerap ion-ion yang terlarut dalam limbah.

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Dalam perencanaan suatu pabrik, penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Hal tersebut sangat berpengaruh pada kelangsungan hidup pabrik yang akan didirikan. Selain itu pemilihan dan penentuan tata letak komponen-komponen dan fasilitas pabrik juga menentukan efisiensi dari proses produksi yang akan dilakukan.

Penentuan tata letak dan lokasi pabrik juga dapat membantu memperkirakan biaya seakurat mungkin sebelum mendirikan pabrik, maupun desain secara terperinci dimasa yang akan datang yaitu meliputi desain sistem perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan serta kelistrikan maupun utilitas.

Oleh karena itu, perlu diadakan seleksi dan evaluasi sehingga lokasi pabrik benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek. Adapun faktor-faktor yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua yaitu faktor utama dan khusus, antara lain :

9.1.1. Faktor Utama

Faktor utama meliputi :

a. Bahan Baku

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

- Letak sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber bahan baku tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan.

Dalam hal ini bahan baku yang digunakan berasal dari produk import. Jadi tidak terlalu menjadi faktor penentu pemilihan lokasi pabrik.

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut.

Hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Tempat produk yang akan dipasarkan.
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang.
- Pengaruh persaingan yang ada.
- Jarak pemasaran dari lokasi, dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran

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

c. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

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

- Ada tidaknya jumlah tenaga listrik yang tersedia didaerah tersebut.
- Harga tenaga listrik di daerah tersebut.
- Harga tenaga listrik dan bahan bakar dimasa yang akan datang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.
- Persediaan tenaga listrik dimasa yang akan datang.

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

d. Persediaan Air

Air merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu Industri Kimia. Dalam hal ini air digunakan sebagai sanitasi, pencegahan bahaya kebakaran, media pendingin, steam serta untuk air proses.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Berapa jauh sumber atau sungai ini dapat dijangkau dari pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air yang diperlukan oleh pabrik.

Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai, dan air dari PDAM. Air sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan dan digunakan untuk keperluan pabrik, sarana dan prasarana. Sedangkan air kawasan dan air PDAM hanya bersifat cadangan.

e. Iklim dan Alam sekitar

Iklim dan alam sekitar merupakan bagian yang tidak dapat diabaikan, selain pabrik diharapkan ramah lingkungan, iklim juga berpengaruh bagi konstruksi bangunan, spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Keadaan alamnya, alam yang menyulitkan konstruksi bangunan dan mempengaruhi spesifikasi peralatan, serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin (kecepatan dan arah angin) pada situasi terburuk yang pernah terjadi di tempat itu (lokasi pabrik).
- Bahaya alam (gempa bumi, banjir) yang pernah terjadi di lokasi pabrik.
- Kemungkinan untuk perluasan di masa mendatang

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

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Salah satu faktor khusus yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pabrik adalah faktor transportasi, baik untuk bahan baku maupun untuk produk-produk yang dihasilkan.

Karena itu perlu diperhatikan faktor-faktor yang ada, seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor.
- Jalur kereta api.
- Adanya pelabuhan laut dan lapangan udara.

- Sungai atau laut yang dapat dilalui perahu atau kapal.
- Jarak sumber bahan baku maupun dengan daerah pemasaran.

Masalah transportasi tidak mengalami kesulitan karena tersedianya sarana perhubungan yang baik. Fasilitas pengangkutan darat dapat dipenuhi dengan adanya jalan raya (jalan tol Surabaya - Manyar) yang dilalui oleh kendaraan yang bermuatan berat dan fasilitas pengangkutan laut dapat dipenuhi dengan tersedianya pelabuhan di sekitar Surabaya. Untuk transportasi udara dapat dipenuhi melalui bandara udara di Surabaya.

b. Buangan Pabrik dan Pembuangan Limbah

Buangan pabrik dan pembuangan limbah merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan, sebab apabila buangan pabrik (*waste disposal*) memiliki sifat berbahaya bagi kehidupan disekitarnya maka harus diolah terlebih dahulu. Beberapa hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

- Cara menentukan bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah polusi atau efek samping dari polusi yang mungkin timbul.

Untuk pembuangan limbah industri harus memperhatikan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padatan dengan memperhatikan ketentuan dari pemerintah maupun peraturan-peraturan yang telah disepakati oleh dunia internasional, khususnya menyangkut ISO 14001 (*Environmental Protection*).

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

c. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar atau tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan dari masyarakat dan tenaga kerja juga mendukung pendirian pabrik ini. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia.

- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.
- Karakteristik dari lokasi.

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

d. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

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

e. Karakteristik dari lokasi

Struktur tanah cukup baik dan juga daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik dan pondasi jalan. Lokasi pabrik bebas sawah dan rawa.

f. Faktor lingkungan sekitar pabrik

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

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

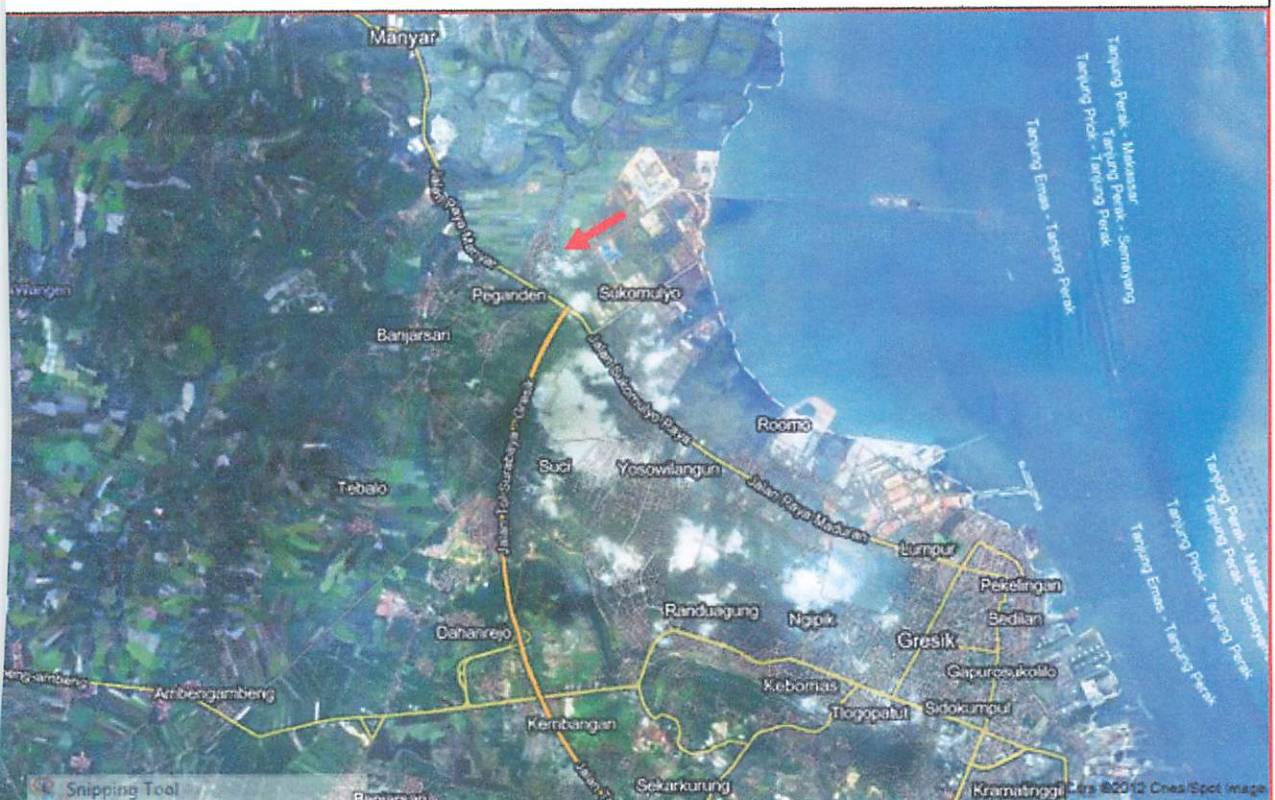
Setelah mempelajari dan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi tersebut, maka pabrik yang direncanakan ini didirikan di Desa Sukomulyo Kecamatan Manyar, Gresik.



PETA INDONESIA

PETA JAWA TIMUR

PETA KABUPATEN GRESIK (LOKASI PABRIK)



Skala 1 : 80.000

Gambar 9.1.2 Peta Lokasi Pabrik Natrium Hidroksida

9.2. Tata letak pabrik

Tata letak pabrik adalah pengaturan atau peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan dan areal material sedemikian rupa sehingga pabrik dapat beroperasi secara efektif dan efisien. Tujuan utama dari tata letak pabrik adalah :

- Untuk mengatur alat-alat serta fasilitas produksi
- Untuk menjaga keselamatan
- Supaya pemeliharaan dapat diatur dengan mudah
- Pembiayaan dapat ditekan seminimal mungkin
- Fungsi dari peralatan dan bangunan dapat dipakai seefisien mungkin

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi 2 bagian :

1. Tata letak bangunan
2. Tata letak peralatan

9.2.1. Tata Letak Bangunan Pabrik

Pengaturan tata letak ruangan dari unit-unit bangunan dalam suatu pabrik yang meliputi areal proses, areal penyimpanan dan areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik adalah :

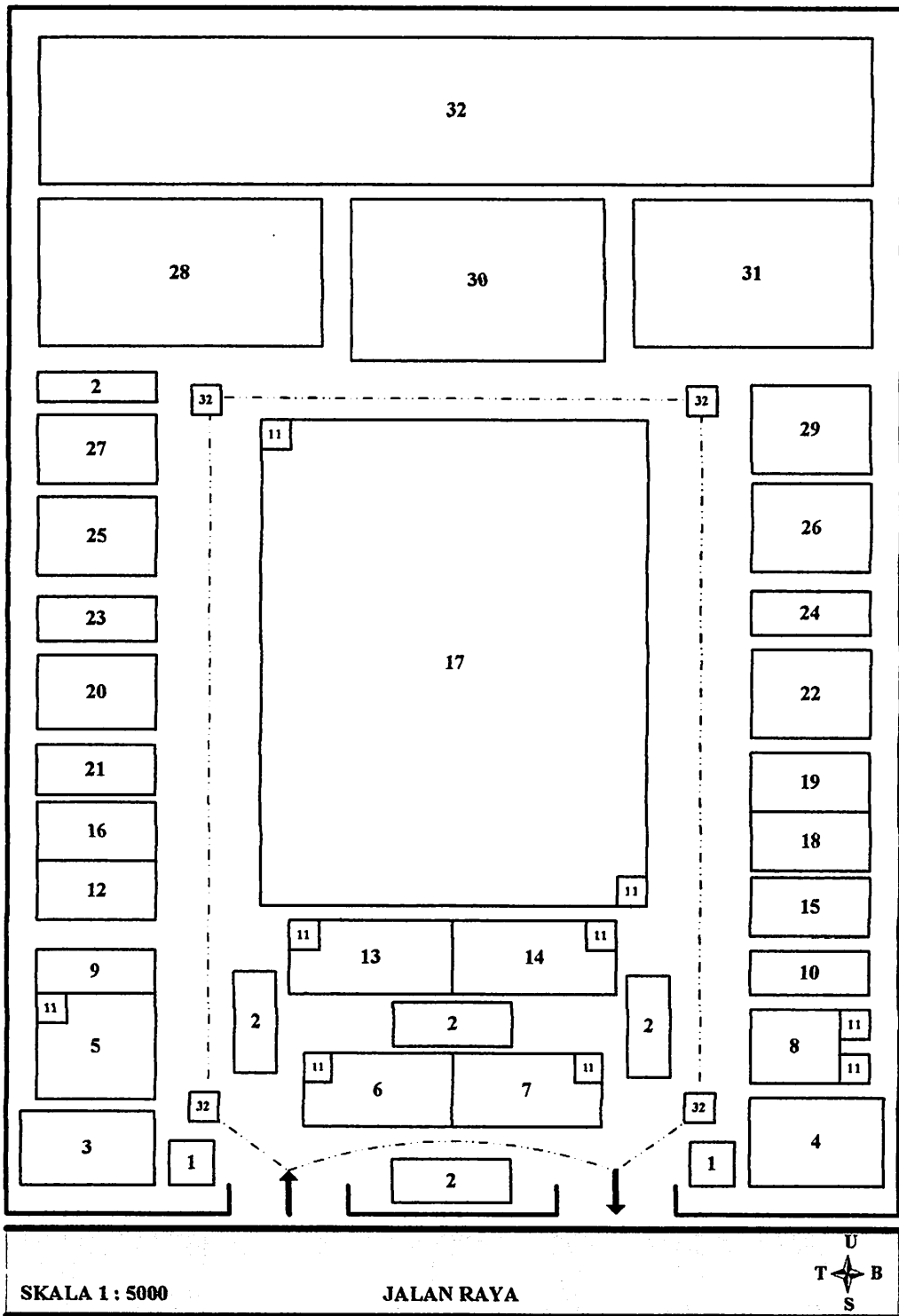
- Pemakaian areal tanah sekecil mungkin.
- Letak bangunan sesuai dengan urutan proses.
- Letak bangunan kantor dan bangunan untuk proses harus terpisah, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya bahaya yang mungkin timbul.
- Bahan baku dan produk dapat diangkut dengan mudah.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti ledakan, kebakaran, timbulnya gas atau asap dan lain-lain.
- Pengalokasian tanah untuk area jalan.
- Kemungkinan perluasan pabrik di masa mendatang.
- Ventilasi dan penerangan yang cukup pada bangunan pabrik.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik adalah sebagai berikut :

Tabel 9.2.1. Perincian Luas Bangunan Pabrik

Jenis Bangunan	Ukuran (m)		Luas (m ²)	Jumlah	Luas Total	
	p	L			(m ²)	(ft ²)
Pos Keamanan	6	2	12	2	24	258,3276
Taman	19	2	38	3	114	1227,056
Parkir Tamu	8	3	24	1	24	258,3276
Parkir Karyawan	20	5	100	1	100	1076,365
Aula	12	10	120	1	120	1291,638
<i>Main Office Building A</i>	12	10	120	1	120	1291,638
<i>Main Office Building B</i>	12	10	120	1	120	1291,638
Mushola	9	5	45	1	45	484,3642
Perpustakaan	5	3	15	1	15	161,4547
Poliklinik	5	5	25	1	25	269,0912
Toilet	36	2	72	9	72	774,9827
Ruang Kontrol	8	5	40	1	40	430,5459
Kantor Pusat Divisi Teknik	20	7	140	1	140	1506,911
Kantor Pusat Divisi Produksi	20	7	140	1	140	1506,911
Kantin	15	2	30	1	30	322,9095
Laboratorium	20	20	400	1	400	1614,547
Area Proses Produksi	100	75	7500	1	7500	80727,36
Garasi	10	6	60	1	60	645,8189
Bengkel	10	6	60	1	60	645,8189
Storage Cl ₂	10	8	80	1	80	14351,53 13
Storage H ₂	10	8	80	1	80	14351,53 13
Gudang Bahan Bakar	20	20	400	1	400	71757,65 76
<i>Industrial Safety dan Pemadam Kebakaran</i>	15	10	150	1	150	26909,12 16
Timbangan Truk	10	8	80	1	80	14351,53 15

Area Utilitas	20	5	100	1	100	17939,41 44
Pengolahan Air	50	30	1500	1	1500	269091,2 160
Gudang NaCl	50	30	1500	1	1500	269091,2 160
Cooling Tower	50	50	2.500	1	2.500	26.909
Gudang NaOH	50	50	1.500	1	1.500	269091,2 160
Area <i>Waste Water Treatment</i>	10	50	100	1	100	8969,707 2
Area Perluasan Pabrik	100	30	3.000	1	3.000	4484,853 6
Halaman dan Jalan	100	30	3.000	1	3.000	269091,2 160
				43	23.139	137217 4,918



Gambar 9.2.1 Tata Letak Pabrik

Keterangan :

1. Pos Keamanan
2. Taman
3. Parkir Tamu
4. Parkir Karyawan
5. Aula
6. *Main Office Building A* (Kantor Pusat Divisi *Marketing* dan Divisi Keuangan)
7. *Main Office Building B* (Kantor Pusat Divisi Administrasi dan Divisi *Human Resources Management*)
8. Musholla
9. Perpustakaan
10. Poliklinik
11. Toilet
12. Ruang Kontrol
13. Kantor Pusat Divisi Teknik
14. Kantor Pusat Divisi Produksi
15. Kantin
16. Laboratorium
17. Area Proses Produksi
18. Garasi
19. Bengkel
20. Storage Cl₂
21. Storage H₂
22. Gudang Bahan Bakar
23. *Industrial Safety* dan Pemadam Kebakaran
24. Timbangan Truk
25. Area Utilitas
26. Pengolahan Air
27. Gudang NaCl
28. Cooling Tower

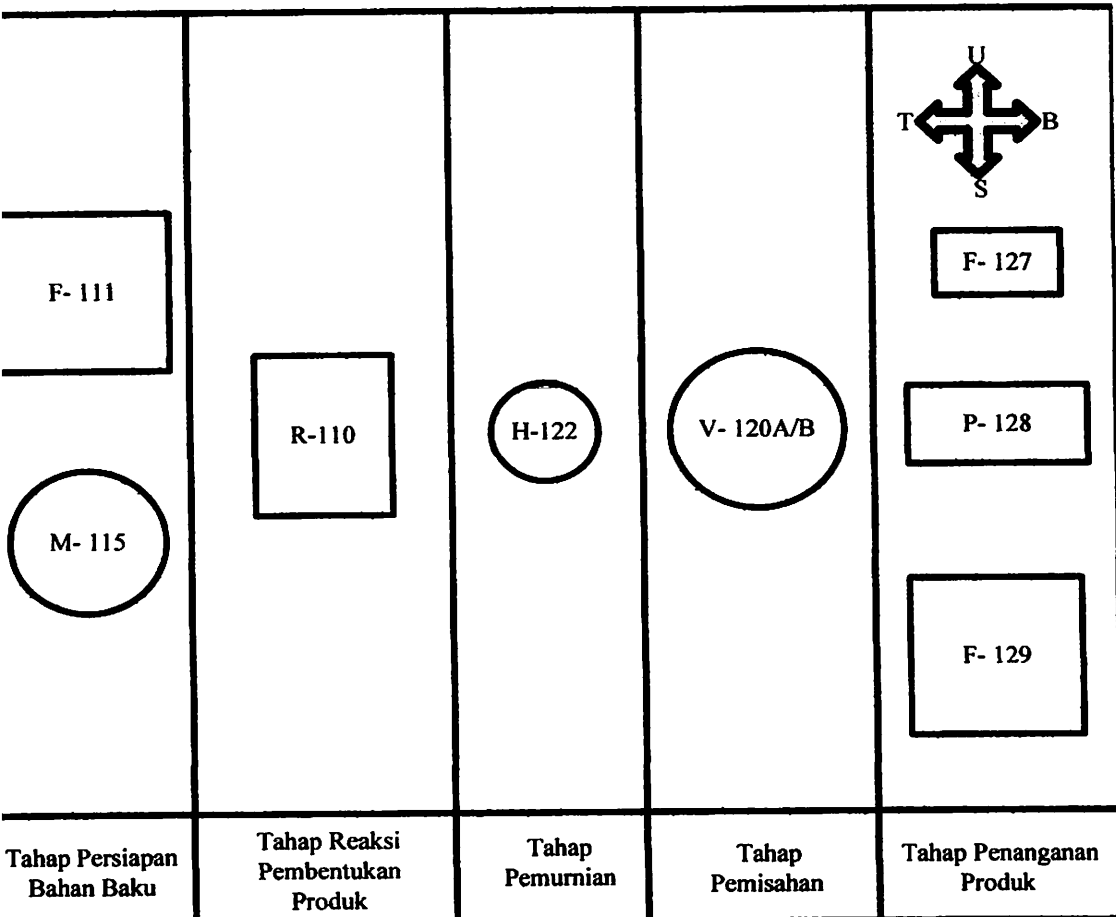
29. Gudang NaOH
30. *Area Waste Water Treatment*
31. Area Perluasan Pabrik
32. Halaman dan Jalan

9.2.1. Tata Letak Peralatan Pabrik

Tata letak peralatan adalah cara menempatkan peralatan-peralatan didalam pabrik sedemikian rupa sehingga pabrik dapat bekerja secara efektif dan efisien. Perencanaan yang baik dalam tata letak pabrik harus mencakup arus proses, storage dan *material handling* yang efisien serta diharapkan adanya kombinasi yang sempurna. Dalam menentukan tata letak dari peralatan perlu diperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi, antara lain :

- a. Pengaturan jarak antara peralatan proses yang satu dengan yang lain sehingga mempermudah pengontrolan peralatan.
- b. Pengaturan sistem yang ada pada tempat yang tepat agar tidak mengganggu aktifitas kerja serta pemberian warna yang jelas pada aliran proses.
- c. Peletakkan alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau.
- d. Peletakkan alat kontrol sehingga mudah diawasi oleh operator.
- e. Peralatan diusahakan tersusun berurutan sehingga memudahkan pemeriksaan dan pengawasan.
- f. Ruangan harus cukup untuk peralatan.
- g. Bila sekiranya ada alat yang diletakkan diatas maka dapat disusun sesuai dengan prosesnya.

Gambar tata letak peralatan proses Pra Rencana Pabrik NaOH dapat dilihat pada gambar 9.2.2. berikut ini :



Gambar 9.2.2. Tata Letak Peralatan Proses (*Process Layout*)

eterangan gambar :

1. Tangki Pelarut Natrium Klorida (M-115)
2. Reaktor (R-110)
3. Rotary Vacuum Filter (H-122)
4. Evaporator (V-120A/B)
5. Bin Penampung (F-127)
6. Pengemasan (P-128)
7. Gudang Penyimpanan Produk (F-129)

BAB X

STRUKTUR 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.

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

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

0.1. Dasar Perusahaan

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lokasi pabrik : Kawasan Industri Maspion di Desa Sukomulyo, Kecamatan Manyar, Kota Gresik, Jawa Timur
- Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun
- Status investasi : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN).

0.2. Bentuk Perusahaan

Pabrik Natrium Hidroksida ini direncanakan berstatus perusahaan swasta asional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan :

Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.

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.

Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.

Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.

Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya.

0.3. Struktur Organisasi

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

Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus

Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik

Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal

Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas 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 staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

Di samping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi staf dan garis 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.

Dari kelebihan-kelebihan sistem organisasi garis dan staf di atas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini, yaitu menggunakan sistem organisasi garis dan staf. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya tiap divisi dibagi lagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manajer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manajer yang dibantu oleh asisten divisi manajer.

1.4. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi (Job Description)

Pemegang Saham

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

Dewan Komisaris

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung/sesuai dengan besarnya modal yang ditanamkan, sedangkan

kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a. Bertanggung jawab terhadap pabrik secara umum dan memberikan laporan pertanggungjawaban kepada para pemegang saham dalam RUPS
- b. Menerima pertanggungjawaban dari para manager pabrik.

Direktur Utama

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

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.
- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.
- c. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan atau target perusahaan yang telah direncanakan.
- d. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi.
- e. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
- f. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris semua anggaran pembelanjaan dan pendapatan perusahaan.
- g. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam segala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan. Dan harus berkonsultasi kepada dewan komisaris setiap akan melakukan tindakan perusahaan yang krusial seperti peminjaman uang ke Bank, memindah tangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll.

Penelitian dan Pengembangan (R&D).

Divisi R&D bersifat independent. Divisi ini bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama. Divisi R&D bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi dan pemasaran sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

Direktur Produksi dan Teknik

Direktur Produksi dan Teknik diangkat dan diberhentikan oleh Direktur Utama. Direktur Produksi dan Teknik bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran produksi, mulai dari perencanaan produksi, perencanaan bahan baku, perangkat produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengontrol, dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dari mulai bahan baku sampai menghasilkan produk.

Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari Manager produksi dan teknik. Direktur administrasi dan keuangan bertanggung jawab atas segala kegiatan kerja diluar produksi. Semua manajemen perusahaan diatur dan dijalankan oleh bagian administrasi, termasuk strategi pemasaran, pengaturan keuangan perusahaan, hubungan masyarakat, dan mengatur masalah ketenagakerjaan.

Departemen Produksi

Kepala Dept. Produksi bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan, termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku agar target produksi terpenuhi dengan membawahi 3 divisi yaitu :

a. Divisi Proses

Divisi Proses bertanggung jawab kepada kepala Departemen Produksi atas kelancaran proses. Divisi ini juga mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.

b. Divisi Gudang

Divisi Gudang bertanggung jawab kepada kepala Departemen Produksi atas ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan sesuai kebutuhan, serta mencatat dan mengatur distribusi barang yang keluar masuk gudang dan menjaga kondisi gudang sedemikian rupa sehingga barang tidak rusak..

c. Divisi Quality Control dan Laboratorium.

Divisi Quality Control dan Laboratorium bertanggung jawab kepada kepala Dept. Produksi dan bertugas mengawasi dan mengendalikan kualitas bahan baku, produk utama dan produk samping, sehingga didapat produk dengan standard kualitas yang diinginkan dengan melakukan analisa dan pengujian

terhadap bahan mentah yang dipasok serta produk ammonium klorida dan produk samping untuk mengetahui kualitasnya.

Departemen Teknik

Kepala Departemen Teknik bertanggung jawab atas kelancaran alat-alat proses selama produksi berlangsung, termasuk pemeliharaan alat proses dan instrumentasinya. Apabila ada keluhan pada alat penunjang produksi maka dept. teknik langsung mengatasi masalahnya.

a. Divisi Utilitas

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

b. Divisi Bengkel dan Perawatan

Bertugas memperbaiki alat-alat atau instrumen yang rusak baik alat produksi maupun peralatan utilitas. Divisi ini juga diharapkan menciptakan alat-alat yang inovatif untuk menunjang kelancaran produksi.

Departemen Keuangan dan Administrasi

Kepala Dept. Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca keuangan perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik pemasukan maupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan dan akhir pekan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Dept. Keuangan dan Akuntansi membawahi 3 divisi yaitu :

Divisi Pembukuan (Akuntansi)

Divisi ini bertugas membuat neraca keuangan dengan melakukan pencatatan dan pembukuan mengenai semua pemasukan dan pengeluaran keuangan perusahaan.

Divisi Administrasi

Divisi ini bertugas untuk menjalankan kegiatan administrasi perusahaan, mulai dari surat menyurat, absensi karyawan, pendataan sampai pendistribusian gaji.

Divisi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Keuangan dan Administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat

mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

Departemen Umum dan Sumber Daya Manusia.

Kepala Dept. Umum dan SDM bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum dan ketenagakerjaan. Departemen ini mengatur masalah administrasi, keamanan dan keselamatan, lingkungan, logistik serta hubungan antara perusahaan dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain. Departemen ini membawahi 4 divisi :

Divisi Humas dan Personalia

Divisi Personalia bertugas untuk menyaring dan menyeleksi calon pegawai/pekerja baru serta mendistribusikan pekerja sesuai dengan keahlian dan kemampuan yang dimilikinya selain itu juga bertugas menjalin hubungan kemasyarakatan baik di dalam perusahaan, antar instansi ataupun dengan masyarakat setempat maupun dengan pihak pemerintah, sehingga diharapkan dengan kerjasama yang baik dapat menunjang kelangsungan dan kelancaran kegiatan operasional perusahaan.

Divisi Keamanan dan Keselamatan

Divisi keamanan bertanggungjawab kepada kepala Departemen Umum dan Sumber Daya Manusia dan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pemberian ijin orang luar keluar masuk perusahaan, pengontrolan setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

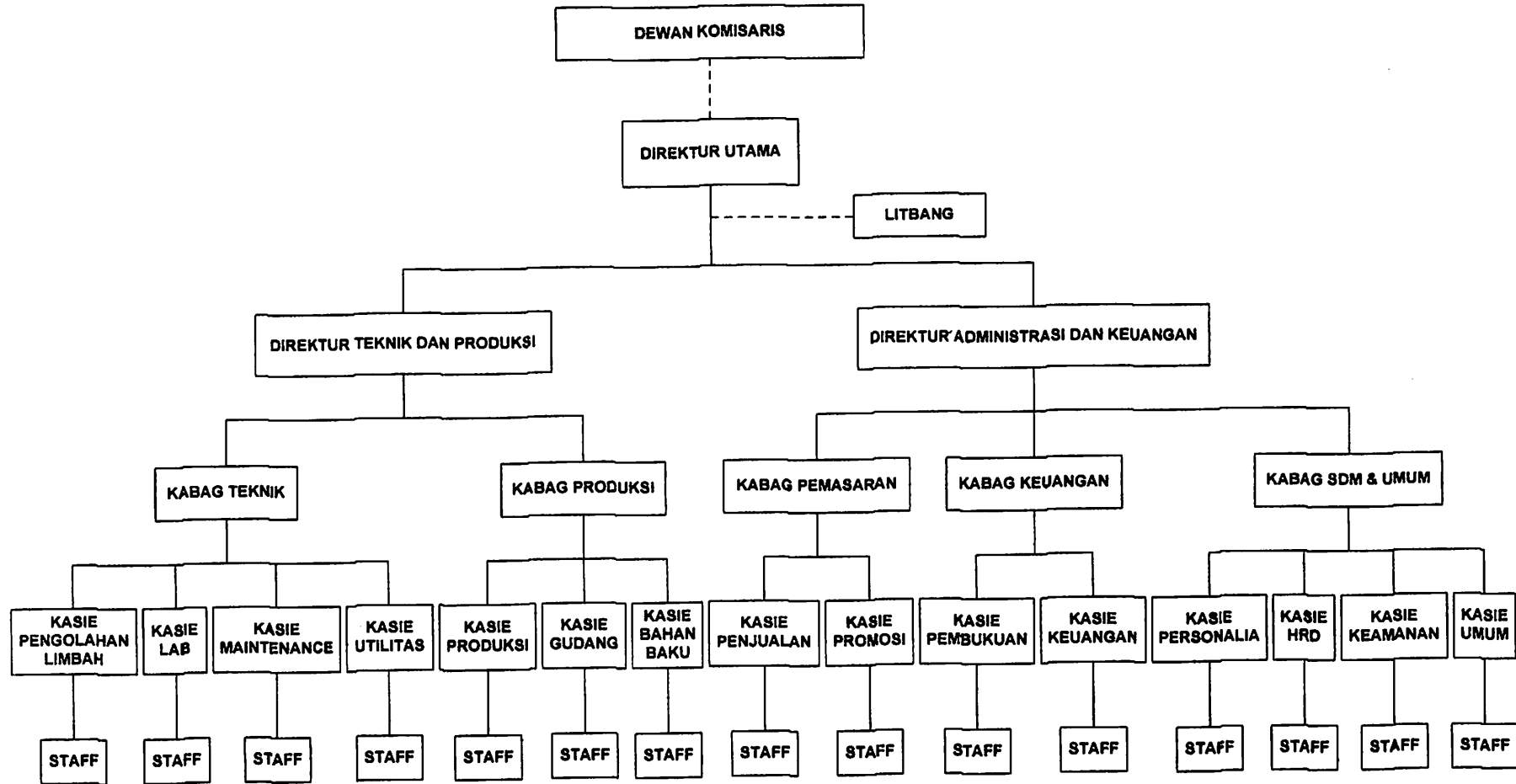
Divisi Kebersihan dan Logistik

Divisi Kebersihan dan Logistik bertugas menjaga kebersihan, dan keindahan perusahaan mulai dari ruang perkantoran, taman, toilet sampai gudang dan ruang produksi, serta bertugas menyediakan kebutuhan logistik karyawan perusahaan dan pada kegiatan-kegiatan tertentu pada perusahaan.

Divisi Transportasi.

Divisi ini mengatur penggunaan transportasi mulai dari penyediaan bahan baku sampai ke transportasi untuk pemasaran produk-produk yang dihasilkan dan masalah parkir kendaraan karyawan dan tamu.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.4.1.



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida

0.5. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

a. Tunjangan

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

b. Fasilitas

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

c. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan dengan ketentuan sebagai berikut :

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

d. Insentif atau bonus

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

Cuti

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

0.6. Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik Natrium Hidroksida ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi, atau yang dikenal dengan istilah shut down.

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 40 jam per minggu) sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya : direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinyu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin - Kamis : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jum'at : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

b. Untuk pegawai shift

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya : kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

- Shift I : 07.00 -- 15.00
- Shift II : 15.00 -- 23.00
- Shift III : 23.00 -- 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam empat minggu dan empat kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada tabel 10.6.1.

Tabel 10.6.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

R E G U	HARI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

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

10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

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

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia
2. Manager
 - a. Manager produksi : Sarjana Teknik Kimia.
 - b. Manager administrasi dan keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
3. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA)
4. Kepala Bagian
 - a. Bagian produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Bagian teknik : Sarjana Teknik Mesin
 - c. Bagian pemasaran : Sarjana Ekonomi
 - d. Bagian keuangan : Sarjana Ekonomi
 - e. Bagian Umum : Sarjana Teknik Industri

Kepala divisi

- a. Divisi bahan baku : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Divisi utilitas : Sarjana Teknik Mesin
 - c. Divisi Laboratorium : Sarjana Kimia (MIPA)
 - d. Divisi Proses : Sarjana Teknik Kimia
 - e. Divisi Pemeliharaan : Sarjana Teknik
 - f. Divisi Penjualan : Sarjana Ekonomi
 - g. Divisi Promosi Periklanan : Diploma Public Relation & Promotion
 - h. Divisi pengelolaan limbah : Sarjana Teknik kimia/MIPA
 - i. Divisi Keuangan : Sarjana Ekonomi
 - j. Divisi Pembukuan : Sarjana Ekonomi
 - k. Divisi Personalia : Sarjana Hukum dan Psikologi
 - l. Divisi Keamanan : Diploma / SMU / SMK
 - m. Divisi Gudang : Diploma / SMU / SMK
6. Karyawan : Diploma / SMU / SMK.

10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Step dalam proses = 5 tahap

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi (P)} &= (50.000 \text{ ton/th}) / (330 \text{ hari/tahun}) \\ &= 151,51 \text{ ton/hari.} \end{aligned}$$

Berdasarkan *Vilbrant, fig. 6.35, hal. 235*, didapatkan :

$$M = 15,2 (P)^{0,25} \text{ untuk } \textit{average conditions}$$

$$M = 15,2 \times (151,51)^{0,25}$$

$$M = 53,33 \text{ (orang jam/hari. Tahapan proses)}$$

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 5 tahap, maka :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 53,33 \text{ orang jam/hari.tahapan} \times 5 \text{ tahap} \\ &= 266,65 = 267 \text{ orang.jam/hari} \end{aligned}$$

Karena satu hari terdapat 3 shift kerja, maka :

$$\text{Karyawan Proses} = \frac{267 \text{ orang jam/hari}}{3 \text{ shift/hari}} = 89 \text{ orang jam/shift}$$

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

$$\text{Karyawan proses} = \frac{89 \text{ orang.jam/shift}}{8 \text{ jam/hari}} = 11,125 \approx 12 \text{ orang hari/shift}$$

Karena karyawan shift terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :

$$\text{Jumlah karyawan proses keseluruhan} = 12 \text{ orang hari/shift} \times 4 \text{ regu}$$

$$= 48 \text{ orang setiap hari (untuk 4 regu).}$$

$$\text{Jumlah karyawan dan staf} = 192 \text{ orang}$$

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Natrium Hidroksida adalah 240 orang.

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.8.1.

Tabel 10.8.1. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja.

No.	Jabatan (Tugas)	JUMLAH
1.	Direktur utama	1
2.	Manager produksi dan teknik	1
3.	Manager administrasi dan keuangan	1
4.	Staf LITBANG (R&D)	4
5.	Kepala bagian produksi	1
6.	Kepala bagian teknik	1
7.	Kepala bagian umum	1
8.	Kepala bagian keuangan	1
9.	Kepala bagian pemasaran	1
10.	Kepala seksi proses	1
11.	Kepala seksi laboratorium	1
12.	Kepala seksi bahan baku	1
13.	Kepala seksi utilitas	1
14.	Kepala seksi pemeliharaan	1
15.	Kepala seksi personalia (SDM)	1
16.	Kepala seksi keamanan	1
17.	Kepala seksi pengelolaan limbah	1
18.	Kepala seksi pembukuan	1
19.	Kepala seksi keuangan	1
20.	Kepala seksi penjualan	1

21.	Kepala seksi gudang	1
22.	Kepala seksi iklan dan promosi	1
23.	Karyawan devisi proses	48
24.	Karyawan devisi QC	10
25.	Karyawan devisi bahan baku	8
26.	Karyawan devisi utilitas	20
27.	Staf devisi bengkel & perawatan	10
28.	Karyawan devisi personalia	5
29.	Karyawan devisi keamanan	15
30.	Karyawan devisi administrasi	10
31.	Karyawan devisi pembukuan	4
32.	Karyawan devisi keuangan	6
33.	Karyawan devisi penjualan	10
34.	Karyawan devisi gudang	10
35.	Karyawan devisi kesehatan	5
36.	Karyawan devisi kebersihan	25
37.	Sopir	10
38.	Sekretaris	5
39.	Karyawan pemadam kebakaran	8
40.	Dokter	2
JUMLAH		240

10.9. Status Karyawan dan Sistem upah (Gaji)

Pabrik Natrium Hidroksida ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan.
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status

pegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

Karyawan reguler

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

Karyawan borongan

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

Karyawan harian

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

Tabel 10.9.1. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	
			Per orang	Total
1	Direktur Utama	1	30.000.000	20.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	10.000.000	10.000.000
3	Direktur Keuangan dan Adm.	1	10.000.000	10.000.000
4	Staf Litbang	4	2.500.000	10.000.000
5	Kepala Bagian Produksi	1	6.000.000	6.000.000
6	Kepala Bagian Teknik	1	5.000.000	5.000.000
7	Kepala Bagian Umum	1	5.000.000	5.000.000
8	Kepala Bagian Keuangan	1	5.000.000	5.000.000
9	Kepala Bagian Pemasaran	1	5.000.000	5.000.000
10	Kepala Seksi Proses	1	4.000.000	4.000.000
11	Kepala Seksi Laboratorium	1	3.500.000	3.500.000
12	Kepala Seksi Bahan Baku	1	3.500.000	3.500.000
13	Kepala Seksi Utilitas	1	3.500.000	3.500.000
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	3.000.000	3.000.000
15	Kepala Seksi Personalialia (SDM)	1	3.000.000	3.000.000

16	Kepala Seksi Keamanan	1	2.500.000	2.500.000
17	Kepala Seksi Pengelolaan Limbah	1	3.000.000	3.000.000
18	Kepala Seksi Pembukuan	1	3.000.000	3.000.000
19	Kepala Seksi Keuangan	1	3.000.000	3.000.000
20	Kepala Seksi Penjualan	1	3.000.000	3.000.000
21	Kepala Seksi Gudang	1	3.000.000	3.000.000
22	Kepala Seksi Iklan dan Promosi	1	3.000.000	3.000.000
23	Karyawan Devisi Proses	48	1.800.000	86.400.000
24	Karyawan Devisi QC	10	1.800.000	18.000.000
25	Karyawan Devisi bahan baku	8	1.750.000	14.000.000
26	Karyawan Devisi Utilitas	20	1.750.000	35.000.000
27	Staf Devisi Bengkel & Perawatan	10	1.500.000	15.000.000
28	Karyawan Devisi Personalia	5	1.800.000	9.000.000
29	Karyawan Devisi Keamanan	15	1.500.000	24.000.000
30	Karyawan Devisi Administrasi	10	1.800.000	18.000.000
31	Karyawan Devisi Pembukuan	4	1.500.000	6.000.000
32	Karyawan Devisi Keuangan	6	1.800.000	10.800.000
33	Karyawan Devisi Penjualan	10	1.600.000	16.000.000
34	Karyawan Devisi Gudang	10	1.500.000	15.000.000
35	Karyawan Devisi Kesehatan	5	1.500.000	7.500.000
36	Karyawan Devisi Kebersihan	25	1.000.000	25.000.000
37	Sopir	10	1.200.000	12.000.000
38	Sekretaris	5	1.500.000	7.500.000
39	Karyawan pemadam Kebakaran	8	1.250.000	10.000.000
40	Dokter	2	2.000.000	4.000.000
Jumlah		240	Total	450.200.000

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Natrium Hidroksida tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Natrium Hidroksida adalah sebagai berikut :

1. *Return of Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Break Even Point (BEP)*
4. *Internal Rate of Return (IRR)*

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

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

1.1. Faktor - Faktor Penentu

1.1.1. Penaksiran Modal Investasi Total (TCI)

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

a. Modal Tetap (FCI)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik, FCI dibagi menjadi :

1943

RESEARCH RESULTS

The first part of the report deals with the general principles of the research and the methods used. It is followed by a description of the experimental work and the results obtained. The third part contains a discussion of the results and a comparison with the results of other workers in the field.

- 1. The first part of the report deals with the general principles of the research and the methods used.
- 2. It is followed by a description of the experimental work and the results obtained.
- 3. The third part contains a discussion of the results and a comparison with the results of other workers in the field.

The second part of the report deals with the results of the research. It is divided into two sections, one dealing with the results of the first part of the research and the other with the results of the second part.

- 1. The first section of the second part of the report deals with the results of the first part of the research.
- 2. The second section of the second part of the report deals with the results of the second part of the research.
- 3. The third section of the second part of the report deals with the results of the third part of the research.
- 4. The fourth section of the second part of the report deals with the results of the fourth part of the research.
- 5. The fifth section of the second part of the report deals with the results of the fifth part of the research.
- 6. The sixth section of the second part of the report deals with the results of the sixth part of the research.
- 7. The seventh section of the second part of the report deals with the results of the seventh part of the research.
- 8. The eighth section of the second part of the report deals with the results of the eighth part of the research.
- 9. The ninth section of the second part of the report deals with the results of the ninth part of the research.
- 10. The tenth section of the second part of the report deals with the results of the tenth part of the research.

The third part of the report deals with the conclusions of the research. It is divided into two sections, one dealing with the conclusions of the first part of the research and the other with the conclusions of the second part.

- 1. The first section of the third part of the report deals with the conclusions of the first part of the research.
- 2. The second section of the third part of the report deals with the conclusions of the second part of the research.

The fourth part of the report deals with the references. It is divided into two sections, one dealing with the references of the first part of the research and the other with the references of the second part.

a. Direct Cost

Yaitu modal yang dikeluarkan untuk pembelian atau pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Harga peralatan
- Instrumentasi dan alat kontrol
- Isolasi
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Angkutan kapal laut
- Asuransi
- Biaya angkut ke plant
- Pemasangan alat
- Bangunan
- Service Facilities
- Tanah

b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi

b. Modal Kerja (WCI)

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 : $TCI = FCI + WCI$

1.1.2. Penentuan 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 Pengeluaran Umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

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

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

1.1.2. Penelitian Bidang Terapan

Adalah jenis yang dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh ilmu pengetahuan yang

berupa :

1. Penelitian terapan

Yaitu penelitian yang menggunakan metode ilmiah untuk memperoleh

- Hasil yang dapat diaplikasikan (R&D)

- Penelitian terapan (R&D)

- Penelitian terapan (R&D)

2. Penelitian terapan

Yaitu jenis yang dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

3. Penelitian terapan yang dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh

hasil yang dapat diaplikasikan

Jenis penelitian yang dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh ilmu pengetahuan yang

berupa : Jenis penelitian yang dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

4. Penelitian terapan (R&D)

Jenis penelitian yang dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh ilmu pengetahuan yang

berupa : jenis penelitian

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

- Hasil yang dapat diaplikasikan

1.1.3. 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 Natrium Hidroksida ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari (www.che.com-Capital Cost Estimation 2011), (<http://www.matche.com/EquipCost/index.htm> - 2012), Peters and Klaus (1999), D.Timmerhaus, Gael D.Ulrich.

1.1.4. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

Harga peralatan (E) = Rp 21.608.237.058,-

a. Biaya Langsung (DC)

- Instrumentasi dan kontrol (20 % E) = Rp. 4.321.647.412,-
- Isolasi (8% E) = Rp. 1.728.658.965,-
- Perpipaan terpasang (20 % E) = Rp. 4.321.647.412,-
- Listrik terpasang (15 %E) = Rp. 3.241.235.559,-
- Ongkos angkutan kapal laut = Rp. 5.293.213.961,-
- Biaya asuransi = Rp. 405.046.404,-
- Biaya angkut barang ke Plant = Rp. 6.136.453.015,-
- Pemasangan alat (45% E) = Rp. 9.723.706.676,-
- Bangunan pabrik (25% E) = Rp. 5.402.059.264,-
- Service facilities (50% E) = Rp. 10.804.118.529,-
- Tanah (5% E) = Rp. 1.080.411.853,-
- Total DC = Rp. 74.056.436.105,-**

b. Biaya Tak Langsung (IC)

- Engineer dan supervisi (10 % DC) = Rp. 7.405.643.611,-
- Konstruksi (10 % DC) = Rp. 7.405.643.611,-
- Total IC = Rp. 14.811.287.221,-**

c. Fixed Capital Investment (FCI)

FCI = DC + IC = Rp. 88.867.723.326,-

d. Working Capital Investment (WCI)

WCI = 15 % × FCI = Rp. 13.330.158.499,-

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\text{TCI} = \text{FCI} + \text{WCI} = \text{Rp. } 102.197.881.825,-$$

f. Modal Perusahaan

$$\text{Modal sendiri (MS)} = 60\% \text{ TCI} = \text{Rp. } 61.318.729.095,-$$

$$\text{Modal pinjaman (MP)} = 40\% \text{ TCI} = \text{Rp. } 40.879.152.730,-$$

g. Penentuan Total Capital Investment (TPC)**a. Biaya Produksi Langsung (DPC)**

$$\text{- Bahan baku} = \text{Rp. } 36.598.777.966,-$$

$$\text{- Tenaga kerja (TK)} = \text{Rp. } 10.104.000.000,-$$

$$\text{- Supervisi (15\% TK)} = \text{Rp. } 1.515.600.000,-$$

$$\text{- Pemeliharaan \& perbaikan (PP) (7\% FCI)} = \text{Rp. } 6.220.740.633,-$$

$$\text{- Penyediaan operasi (15\% PP)} = \text{Rp. } 933.111.095,-$$

$$\text{- Laboratorium (15\% PP)} = \text{Rp. } 933.111.095,-$$

$$\text{- Patent dan royalti (1\% TPC)} = \text{Rp. } 137.859.852,-$$

$$\text{Total DPC} = \text{Rp. } 69.450.170.065,-$$

b. Biaya Tetap (FC)

$$\text{- Depresiasi alat (10\% FCI)} = \text{Rp. } 8.886.772.333,-$$

$$\text{- Depresiasi bangunan (10\% FCI)} = \text{Rp. } 8.886.772.333,-$$

$$\text{- Pajak kekayaan (20\% FCI)} = \text{Rp. } 17.773.544.665,-$$

$$\text{- Asuransi (0,6\% FCI)} = \text{Rp. } 533.206.340,-$$

$$\text{- Bunga bank (12,5\% MP)} = \text{Rp. } 5.109.894.091,-$$

$$\text{Total FC} = \text{Rp. } 41.190.189.762,-$$

c. Biaya Overhead Pabrik

$$\text{Biaya Overhead} = 70\% \text{ TK} + \text{PP} = \text{Rp. } 13.293.540.633,-$$

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

$$\text{- Administrasi (15\% PP)} = \text{Rp. } 139.966.664,-$$

$$\text{- Distribusi dan pemasaran (5\% TPC)} = \text{Rp. } 6.892.992.618,-$$

$$\text{- Litbang (5\% TPC)} = \text{Rp. } 6.892.992.618,-$$

$$\text{Total GE} = \text{Rp. } 13.925.951.900,-$$

e. Biaya produksi total (TPC)

$$\text{TPC} = \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} = \text{Rp. } 137.859.852.360,-$$

C. Analisa Profitabilitas

Asumsi yang diambil :

- a. Modal yang digunakan terdiri dari :
 1. Modal sendiri (60 %)
 2. Modal pinjaman (40 %).
- b. Bunga kredit = 12,5 % per tahun
- c. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- d. Umur pabrik 10 tahun
- e. Kapasitas produksi
 - Tahun I = 60 % dari produksi total
 - Tahun II = 80 % dari produksi total
 - Tahun III = 100 % dari produksi total
- f. Pajak penghasilan = 40 % per tahun.

1. Laba Perusahaan

Total penjualan per tahun = Rp. 199.999.999.584,- (kapasitas 100 %)

Laba kotor = Total penjualan – Biaya produksi
 = Rp. 199.999.999.584 – Rp. 137.859.852.360
 = Rp. 62.140.147.224,-

Pajak penghasilan = 40% × Laba kotor
 = 40% × Rp. Rp. 62.140.147.224
 = Rp. 24.856.058.890,-

Laba bersih = Laba kotor – Pajak penghasilan
 = Rp. Rp. 62.140.147.224 – Rp. 21.955.703.023
 = Rp. 37.284.088.335,-

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak (C_A)

C_{Abt} = Laba kotor + Depresiasi alat
 = Rp. 62.140.147.224 + Rp. 8.886.772.333
 = Rp. 37.284.088.335,-

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_A)

C_{Aat} = Laba bersih + Depresiasi alat
 = Rp. 37.284.088.335 + Rp. . 8.886.772.333

$$= \text{Rp. } 46.170.860.667,-$$

Laju Pengembalian Modal (ROI)

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

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\ &= 61 \% \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\ &= 36\% \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari labayang dihitung, dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

$$\begin{aligned} \text{POT} &= \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 2 \text{ tahun (App. E)} \end{aligned}$$

Break Even Point (BEP)

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

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

Dimana :

$$\text{FC} = \text{Rp. } 41.190.189.762,-$$

$$\text{VC} = \text{Rp. } 62.957.256.307,-$$

$$\text{SVC} = \text{Rp. } 48.304.653.879,-$$

$$\text{S} = \text{Rp. } 199.999.999.584,-$$

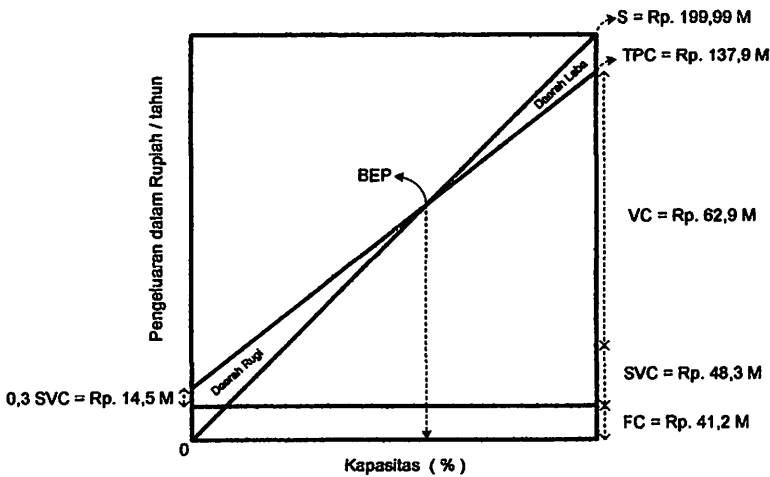
Maka, didapatkan :

$$\text{BEP} = 53,94 \% \text{ (App. E)}$$

Titik BEP terjadi pada kapasitas = 53,94 % × 50.000 ton/tahun

$$= 26.970 \text{ ton/tahun}$$

Nilai BEP untuk Pabrik Natrium Hidroksida adalah 30% - 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.



Grafik 11.1. Break Even Point

Untuk produksi tahun I kapasitas pabrik 60% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

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

Dimana : PB_i = keuntungan pada %kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

$\%Kap$ = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PB_i = \text{Rp } 22.718.138,-$$

sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$C_A = \text{laba bersih tahun pertama} + \text{depresiasi}$$

$$= \text{Rp } 22.178.138 + \text{Rp } 8.886.772.333$$

$$= \text{Rp } 8.909.490.471$$

Untuk produksi tahun II kapasitas pabrik 80% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

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

Dimana : PB_i = keuntungan pada %kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

БДГ = квадратична функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$

Визначимо: БДГ = квадратична функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$ (вигляду $f(x) = (x-1)^2$)

$$\frac{БДГ}{БДГ} = \frac{(x-1)^2}{(100 - 100x) - (100 - 20000x + 10000x^2)}$$

квадратична функція:

функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$ (вигляду $f(x) = (x-1)^2$)

$$= x^2 - 2x + 1$$

$$= x^2 - 2x + 1 = (x-1)^2$$

$f(x) = (x-1)^2$ (вигляду $f(x) = (x-1)^2$)

квадратична функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$ (вигляду $f(x) = (x-1)^2$)

$$БДГ = x^2 - 2x + 1$$

функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$ (вигляду $f(x) = (x-1)^2$)

$$f(x) = x^2 - 2x + 1$$

$$БДГ = x^2 - 2x + 1$$

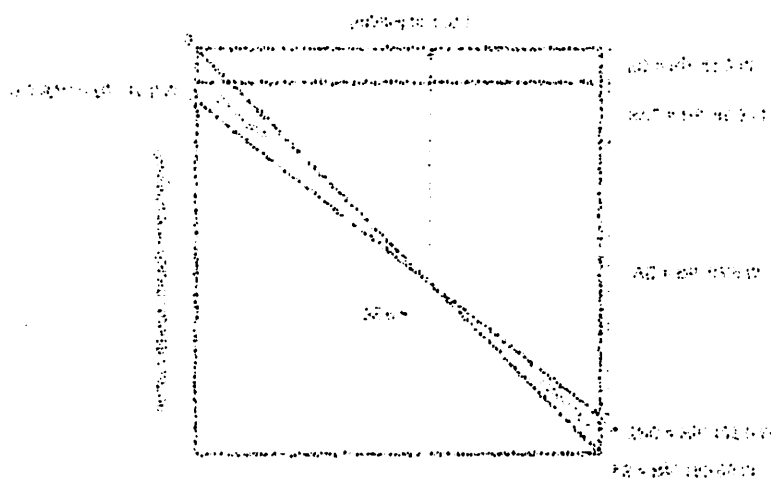
Визначимо: БДГ = квадратична функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$ (вигляду $f(x) = (x-1)^2$)

$$\frac{БДГ}{БДГ} = \frac{(x-1)^2}{(100 - 100x) - (100 - 20000x + 10000x^2)}$$

квадратична функція:

функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$ (вигляду $f(x) = (x-1)^2$)

Рис. 1.1. Функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$



функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$

Визначимо: БДГ = квадратична функція $f(x) = x^2 - 2x + 1$ (вигляду $f(x) = (x-1)^2$)

$$= x^2 - 2x + 1$$

%Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

PBi = Rp 298.272.707,-

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$\begin{aligned}
 C_A &= \text{laba bersih tahun pertama} + \text{depresiasi} \\
 &= \text{Rp } 298.272.707 + \text{Rp } 8.886.772.333 \\
 &= \text{Rp } 9.185.045.039
 \end{aligned}$$

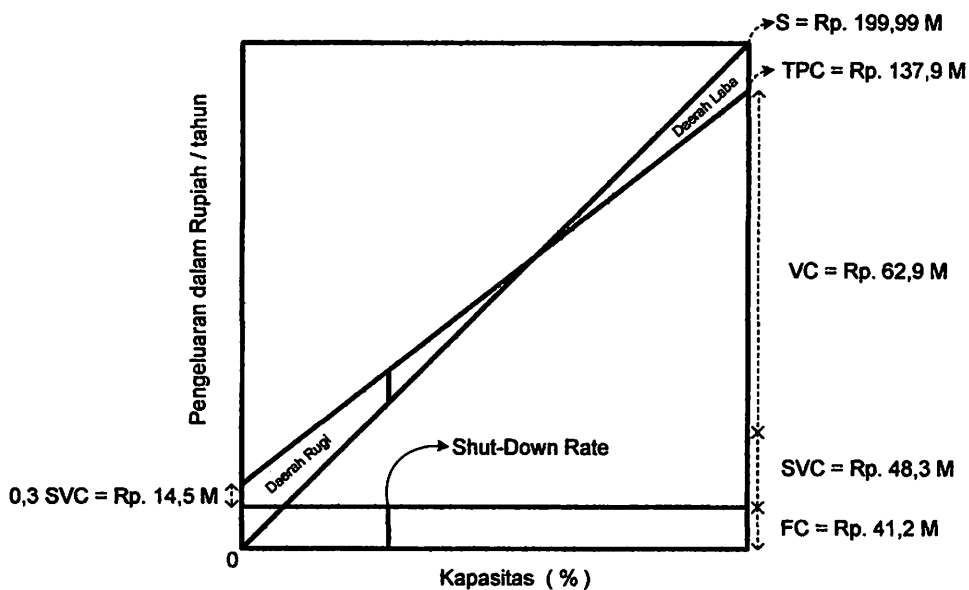
5. Shut Down Point (SDP)

SDP adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik yang masih boleh beroperasi.

$$\begin{aligned}
 \text{SDP} &= \frac{0,3\text{SVC}}{S - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= 14,04 \% \text{ (App. E)}
 \end{aligned}$$

Titik shut down point terjadi pada kapasitas penjualan

$$\begin{aligned}
 &= 14,04 \% \times \text{Rp. } 199.999.999.584 \\
 &= \text{Rp. } 28.076.079.339
 \end{aligned}$$



Grafik 11.2. Kapasitas pada Keadaan Shut Down Rate

6. Net Present Value (NPV)

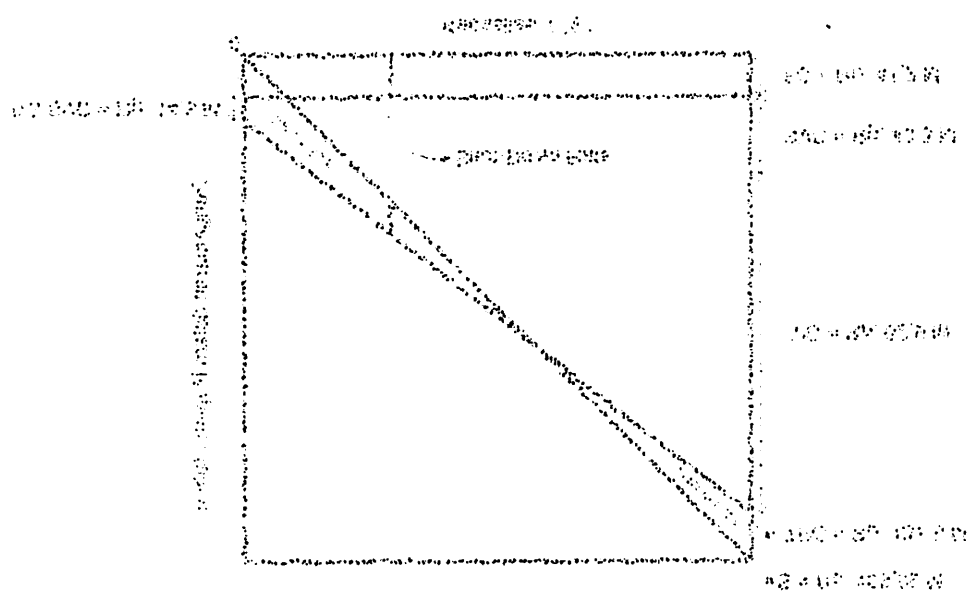
Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

հրահանգները լրացրե՛ք:

Գտնել \vec{a} և \vec{b} վեկտորների մասին անհայտները՝ տրված ընդհանուր կոորդինատները օգտագործելով:

$$\vec{a} = 2\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 \quad \text{և} \quad \vec{b} = 4\vec{e}_1 + \vec{e}_2$$

ՏՐՎԱԾ 11.7 Գրանցված կոորդինատներով վեկտորների գծապատկեր:



$$= 4\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_1 + \vec{e}_2$$

$$= 5\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 = 5\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 0\vec{e}_3$$

Այսպիսով, վեկտոր $\vec{a} + \vec{b}$ կոորդինատները գտնվում են հետևյալ կերպ:

$$\vec{a} + \vec{b} = 5\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 0\vec{e}_3$$

$$\vec{a} + \vec{b} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix} + 0\vec{e}_3$$

Գրանցե՛ք:

Վեկտոր \vec{a} և \vec{b} վեկտորների մասին անհայտները գտնելով, գտնե՛ք $\vec{a} + \vec{b}$ վեկտորի կոորդինատները:

Ձե՛զ համար հարցեր կանո՞ւյն:

$$= 4\vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 + \vec{e}_1 + \vec{e}_2$$

$$= 5\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 = 5\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 0\vec{e}_3$$

Այսպիսով, վեկտոր $\vec{a} + \vec{b}$ կոորդինատները գտնվում են հետևյալ կերպ:

Այսպիսով, վեկտոր $\vec{a} + \vec{b}$ կոորդինատները գտնվում են հետևյալ կերպ:

$$\vec{a} + \vec{b} = 5\vec{e}_1 + 4\vec{e}_2 + 0\vec{e}_3$$

Գտնել \vec{a} և \vec{b} վեկտորների մասին անհայտները:

$$\vec{a} + \vec{b} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix} + 0\vec{e}_3$$

Langkah – langkah menghitung NPV :

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

$$C_{A-2} = 40\% \times FCI \times (1+i)^2$$

$$= \text{Rp } 44.989.284.934,- \text{ (App. E)}$$

$$C_{A-1} = 60\% \times FCI \times (1+i)^1$$

$$= \text{Rp } 59.985.713.245,- \text{ (App. E)}$$

$$C_{A-0} = -(C_{A-1} - C_{A-2}) = - \text{Rp } 104.974.998.179,-$$

- b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times F_d$$

Dimana : $F_d = \text{faktor diskon} = 1/(1+i)^n$ $C_A = \text{cash flow setelah pajak}$

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

Tabel 11.1 Cash flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow (C_A) (Rp)	F_d $i = 12,5\%$	NPV (Rp)
0	-104.974.998.179	1	-104.974.998.179
1	8.909.490.471	0,8889	7.919.547.085
2	9.185.045.039	0,7901	7.257.319.537
3	46.170.860.667	0,7023	32.427.271.141
4	46.170.860.667	0,6243	28.824.241.014
5	46.170.860.667	0,5549	25.621.547.568
6	46.170.860.667	0,4933	227.774.708.949
7	46.170.860.667	0,4385	20.244.185.733
8	46.170.860.667	0,3897	17.994.831.762
9	46.170.860.667	0,3464	15.995.406.011
10	46.170.860.667	0,3079	14.218.138.677
WCI			13.330.158.499
Total			101.632.357.797

Karena harga NPV = (+) maka pabrik *Natrium Hidroksida* layak untuk didirikan.

См. также приложение 1 к плану работы на 2004-2005 гг. по теме "Исследования"

Исследования		Исследования	
Исследования		Исследования	
10	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
9	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
8	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
7	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
6	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
5	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
4	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
3	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
2	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
1	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
0	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...
Итого -	Исследования в области...	Исследования в области...	Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области... (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

Исследования в области...

7. IRR (Internal Rate of Return)

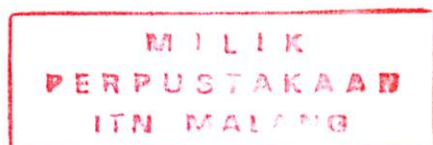
Tabel 11.2 Cash flow untuk IRR

Tahun ke -	Cash Flow (C _A) (Rp)	NPV ₁ (Rp) i = 0,22	NPV ₂ (Rp) i = 0,23
0	-104.974.998.179	-104.974.998.179	-104.974.998.179
1	8.909.490.471	7.302.861.041	7.243.488.187
2	9.185.045.039	6.171.086.428	6.071.151.457
3	46.170.860.667	25.426.610.965	24.811.478.019
4	46.170.860.667	20.841.484.397	20.171.933.349
5	46.170.860.667	17.083.183.932	16.399.945.812
6	46.170.860.667	14.002.609.781	13.333.289.278
7	46.170.860.667	11.477.549.000	10.840.072.584
8	46.170.860.667	9.407.827.050	8.813.067.141
9	46.170.860.667	7.711.333.647	7.165.095.237
10	46.170.860.667	6.320.765.285	5.825.280.680
	WCI	13.330.158.499	13.330.158.499
	Total	34.100.471.846	29.029.962.066

$$\text{IRR} = i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1)$$

$$= 28,73 \%$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (12,5 %) maka Pabrik Natrium Hidroksida ini layak untuk didirikan.



BAB XII

KESIMPULAN DAN SARAN

2.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Kawasan Industri Maspion Desa Sukomulyo Kecamatan Manyar, Kota Gresik, Propinsi Jawa Timur. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Daerah ini merupakan kawasan industri yang berkembang dan strategis.
- Tersedianya air sungai dan air PDAM yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas.
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

b. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Natrium Hidroksida ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

c. Aspek Ekonomi

- Di Indonesia kebutuhan Natrium Hidroksida semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri kimia yang menggunakannya sebagai bahan baku ataupun bahan penunjang.
- Dapat mengurangi kebutuhan import Natrium Hidroksida yang selama ini masih berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik Natrium Hidroksida di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara.

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

TCI = Rp. 102.197.881.825,-

ROI_{BT} = 61 %

ROI_{AT} = 36 %

POT = 2 tahun

BEP = 53,94 %

IRR = 28,73 % > bunga bank : 12,5 % (layak untuk didirikan)

Aspek Pemasaran

Produksi Natrium Hidroksida dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan Natrium Hidroksida semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri.

2. Saran

Diharapkan Indonesia dapat mengembangkan industri Natrium Hidroksida mengingat kebutuhan akan bahan tersebut sangat penting bagi industri kimia lainnya.

Diharapkan agar penggunaan Natrium Hidroksida bisa dikembangkan lagi dalam industri kimia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_Hydroxide.
- Anonymous, <http://webdev.bps.go.id/tabel/>.
- Anonymous, <http://www.jgangchem.com>.
- Anonymous, <http://file:///C:/Users/Home/Documents/sodium-hydroxide.htm>
- Anonymous, <http://www.ppg.com/chemicals/chloralkali/products/Documents/CausticSodamanual2008.pdf>.
- Anonymous. <http://www.matche.com>.
- Austin. George. T, 1975 "Shreve Chemical Process Industries" 5th edition, McGraw Hill Book Company. Singapore.
- Badger, W.L. and Banchero, J.T., 1955, "Introduction to Chemical Engineering", Inted, McGraw-Hill Book Company Inc., N.Y.
- Brownell, L., E. Young, 1959, "Process Equipment Design", John Wiley & Sons Inc., N.Y.
0. Brown, Georad Gragger, 1978, Unit Operation, John Wiley and Sons, Inc, New York
1. Geankoplis, Christie J, 1997, "Transport Process and Unit Operations", edisi 3 Prentice Hall of India, New Delhi.
2. Coulson and Richardson, 1994, "Chemical Engineering", 6th ed, Pergamon Press, Oxford.
3. Hawley, G. Gessner, 1981, "The Condensed Chemical Dictionary", 1^{ed} Van Nostrand Reinhold Company, New York.
4. Hesse, H.C.J. Henry R, 1962, "Process Equipment Design", 8th print, Van Nostrand Reinhold Company Inc., New Jersey.
5. Himmelblau, D.M., 1989, "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering", 5 ed, Prentice-Hall International, Singapore.
6. Hugot. E, 1972, "Handbook Of Cane Sugar Engineering", 2^{ed} p. 490, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
7. Keyes. Donald.B., Clark and Faith.W.L, 1975, Industrial Chemicals, John Wiley & Sons Inc., New York.

18. Kern, Donald, Q, "Process Heat Transfer", International Student Edition, Mc Graw Hill Books Company, Inc, Aucland, 1965.
19. Kurt, C. Jürgen Bittner., 2005, "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry", Weinheim: Wiley-VCH.
20. McCabe, W.L., 1956, "Unit Operation of Chemical Engineering", McGraw-Hill Book Company Inc., Tokyo.
21. McKetta, Cunningham, W.A., "Encyclopedia Of Chemical Processing And Design", Vol 14, Marcell Dekker Inc. New York.
22. Othmer, Kirk. 1993. Encyclopedia of Chemical Technology 4th Ed. Volume 1. John Wiley & Sons Inc. New York.
23. Othmer, Kirk. 1993. Encyclopedia of Chemical Technology 4th Ed. Volume 21. John Wiley & Sons Inc. New York.
24. Othmer, Kirk. 1993. Encyclopedia of Chemical Technology 4th Ed. Volume 24. John Wiley & Sons Inc. New York.
25. Perry, Robert H, 1997, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 6th, Mc Graw-Hill Book Company Inc., Singapore.
26. Perry, Robert H, 1999, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 7th, Mc Graw-Hill Book Company Inc., N.Y.
27. Peter, M.S, Timmerhaus, K.D, 1991, "Plant Design and Economic for Chemical Engineers", 4th edition, Mc Graw Hill, Inc, New York.
28. Ulrich, G.D, 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Wiley and Sons, Inc, New York.
29. Vilbrant and Dryden, "Chemical Engineering Plant Design", 4th ed, Mc. Graw Hill Kogakusa, LTD.
30. Van Ness, H.C., Smith J.M., 1987, "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 5 ed, McGraw-Hill Book Company, Singapore.