

PRA RENCANA PABRIK

**ASAM OKSALAT DARI ENCENG GONDOK DENGAN PROSES
PELEBURAN ALKALI SELULOSA
KAPASITAS PRODUKSI 1.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR BERPENGADUK**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

TUO RIDZAL

0814007



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

2013

INSTRUKSI KEPERAWATAN KEPERAWATAN

KEPERAWATAN KEPERAWATAN

KEPERAWATAN KEPERAWATAN

100.000.000

100.000.000

100.000.000

100.000.000

KEPERAWATAN KEPERAWATAN
KEPERAWATAN KEPERAWATAN

KEPERAWATAN KEPERAWATAN
KEPERAWATAN KEPERAWATAN

KEPERAWATAN KEPERAWATAN
KEPERAWATAN KEPERAWATAN

KEPERAWATAN KEPERAWATAN

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

ASAM OKSALAT DARI ENCENG GONDOK DENGAN PROSES PELEBURAN ALKALI SELULOSA KAPASITAS PRODUKSI 1.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR BERPENGADUK

SKRIPSI

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

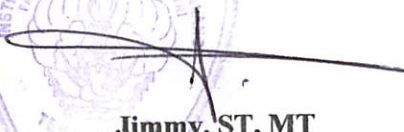
Disusun Oleh:

TUO RIDZAL 0814007

Malang, 4 Agustus 2012

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT
NIP. Y 1039900330

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT
NIP. 19580802.199103.2001

RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED

RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED

RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11

RECEIVED 1965 OCT 11
RECEIVED 1965 OCT 11

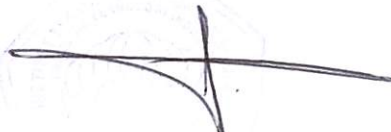
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : TUO RIDZAL
NIM : 08.14.007
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK ASAM OKSALAT DARI
ENCENG GONDOK DENGAN PROSES PELEBURAN
ALKALI SELULOSA

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

Hari : RABU
Tanggal : 08 AGUSTUS 2012
Nilai : B+

Ketua,



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

Sekretaris,



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

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



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

Penguji Kedua,



Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP.Y. 103 0000 351

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : TUO RIDZAL
NIM : 08.14.007
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

ASAM OKSALAT DARI ENCENG GONDOK DENGAN PROSES PELEBURAN ALKALI SELULOSA KAPASITAS PRODUKSI 1.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR BERPENGADUK

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

Malang, Agustus 2012

Yang membuat pernyataan,



TUO RIDZAL
08.14.007

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ***Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat Dari Enceng Gondok Dengan Proses Peleburan Alkali Selulosa Dengan Kapasitas 1.000 Ton/Tahun.***

Skripsi ini diajukan sebagai syarat dalam menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata Satu (S – 1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Atas terselesaikannya skripsi ini saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Soeparno Djiwo, MT., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. Sidik Noertjahjono, MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Jimmy, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT selaku pembimbing skripsi. Terima kasih atas bimbingan dan pengertiannya selama membimbing saya.
5. Bapak Elvianto Dwi Daryono, ST MT selaku pembimbing penelitian saya.
6. Dosen-Dosen Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan besar dalam terselesaikannya skripsi ini.
7. Terima kasih yang sebesar-besarnya buat Hj. Jumriah dan H. Saini selaku orang tua saya yang telah mempercayakan dan tak pernah putus harapan kepada saya.
8. Kakak saya, Patmawati dan kak Indra serta anak-anaknya yang lucu yang menemani saya selama di Kota Malang. Terima kasih atas perhatian kalian selama ini.
9. Keluarga besar angkatan 2008, pemberi dukungan dan semangat terbesar buat saya. the best group i ever had.
10. Adik-adik tingkat Teknik Kimia yang penuh semangat, yang selalu membuat saya tersenyum.
11. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, yang membantu dan mendukung terselesaikannya skripsi ini.

Tidak lupa saya memohon maaf bila selama ini ada sikap atau kata-kata yang tidak berkenan. Penyusun mengharapkan agar skripsi ini dapat berguna, terutama bagi

seluruh mahasiswa Jurusan Teknik Kimia. Penyusun menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penyusun harapkan.

Malang, 15 Agustus 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II – 1
BAB III NERACA MASSA.....	III – 1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN.....	V – 1
BAB VI RANCANGAN 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 ORGANISASI PERUSAHAAN.....	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI – 1
BAB XII KESIMPULAN DAN SARAN.....	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA.....	
APPENDIKS	
A PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	A – 1
B PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	B – 1
C SPESIFIKASI ALAT.....	C – 1
D UTILITAS.....	D – 1
E PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	E – 1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.1.	Data Import Asam Oksalat di Indonesia	I – 2
Tabel 1.1.2.	Data Produksi Ubi Kayu di Indonesia	I – 2
Tabel 1.5.1.	Data Produksi Asam Oksalat di Indonesia	I – 8
Tabel 6.6.1.	Dimensi Flange pada masing-masing Pipa	IV – 14
Tabel 6.6.2.	Dimensi Diameter Flange	IV – 15
Tabel 7.1.	Alat-alat Kontrol Pada Peralatan Proses	VII – 4
Tabel 7.2.	Alat-alat Keselamatan Kerja pada Pabrik Asam Oksalat .	VII – 7
Tabel 9.2.1.	Luas Bangunan Pabrik Asam Oksalat	IX – 8
Tabel 10.6.1.	Jadwal Kerja Karyawan	X – 16
Tabel 10.7.1.	Jabatan dan Tingkat Pendidikan Tenaga Kerja	X – 17
Tabel 10.9.1.	Daftar Gaji Karyawan Pabrik Asam Oksalat	X – 20
Tabel 11.6.1.	<i>Cash Flow</i> untuk NPV selama 10 Tahun	XI – 14
Tabel 11.6.2.	<i>Cash Flow</i> untuk IRR	XI – 15
Tabel D.1.	Kebutuhan Steam pada Peralatan	APP D – 2
Tabel D.2.	Kebutuhan Air Pendingin pada Peralatan	APP D – 7
Tabel D.3.	Kebutuhan Air Proses pada Peralatan	APP D – 8
Tabel D.4.	Kebutuhan Total Air	APP D – 8
Tabel D.5.	Pemakaian Listrik pada Peralatan Proses.....	APP D – 64
Tabel D.6.	Pemakaina Listrik pada Daerah Pengolahan Air	APP D – 65
Tabel D.7.	Pemakaian Listrik untuk Penerangan	APP D – 66
Tabel E.1.	Tabel Indeks Harga Alat	APP E – 2
Tabel E.2.	Harga Peralatan Proses	APP E – 5
Tabel E.3.	Harga Peralatan Utilitas	APP E – 6
Tabel E.4.	Daftar Gaji Pegawai	APP E– 10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1.	Pembuatan Asam Oksalat dengan cara Sintesis Na-Formiat.	II – 2
Gambar 2.1.2.	Pembuatan Asam Oksalat dengan cara Fermentasi	II – 3
Gambar 2.1.3.	Pembuatan Asam Oksalat dengan cara Peleburan Alkali	II – 4
Gambar 2.1.4.	Pembuatan Asam Oksalat dengan cara Fermentasi	II – 5
Gambar 9.1.1.	Peta Lokasi Pabrik Asam Oksalat.....	IX – 6
Gambar 9.2.1.	Denah Pabrik Asam Oksalat	IX – 9
Gambar 9.3.1.	<i>Lay Out Pilot Plant</i> Peralatan Proses.....	IX – 12
Gambar 10.3.1.	Struktur Organisasi Pabrik Asam Oksalat	X – 12
Gambar 11.6.1.	<i>Break Event Point</i> Pabrik Asam Oksalat	XI – 12
Gambar E.1.	Grafik Hubungan Indeks Harga Alat	APP E – 3

ABSTRAK

Asam Oksalat merupakan senyawa organik yang mudah larut dalam air, eter dan alkohol dengan rumus molekul $(\text{COOH})_2$. Kegunaan asam oksalat antara lain untuk membersihkan logam secara umum, untuk industri lilin, tekstil, kulit, dan lain-lain. Proses yang dilakukan pada pembuatan asam oksalat ini adalah proses peleburan alkali selulosa dan sebagai bahan baku menggunakan enceng gondok yang merupakan tanaman pengganggu yang mengotori sungai dan waduk. Selulosa yang terkandung didalam enceng gondok akan direaksikan dengan NaOH untuk membentuk natrium oksalat yang selanjutnya diolah menjadi asam oksalat.

Pabrik asam oksalat ini direncanakan didirikan di daerah Semarang-Jawa Tengah dengan kapasitas produksi sebesar 1000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2015. Mode operasi yang diterapkan adalah sistem kontinu dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Struktur organisasi adalah garis dan staff dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT). Ditinjau dari segi ekonomi, pabrik ini layak didirikan dengan penilaian investasi sebagai berikut : $\text{TCI} = \text{Rp } 123.737.973.311$, $\text{BEP} = 31,18 \%$, $\text{POT} = 4,6$ Tahun, $\text{IRR} = 19,89 \%$, $\text{ROI}_{\text{AT}} = 19 \%$.

Kata kunci: *pra rencana pabrik asam oksalat, asam oksalat, enceng gondok, peleburan alkali selulosa*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia saat ini berusaha meningkatkan kemajuan dibidang industri. Untuk memenuhi hal tersebut, sebagian kebutuhan masih diimpor dari negara lain, khususnya bahan kimia. Setiap tahun kebutuhannya semakin meningkat seiring berkembangnya industrialisasi di Indonesia. Industri tekstil, pelapisan logam, penyamakan kulit, pemurnian logam, dan banyak lagi industri yang membutuhkan asam oksalat. Secara umum asam oksalat akan dibutuhkan pada industri di bidang agrochemical, pharmaceutical dan derivat kimia lainnya.

Dalam mengatasi hal tersebut, maka perlu adanya suatu pemanfaatan maksimal terhadap sumber daya yang ada sehingga diharapkan dapat mendukung industri-industri dalam negeri dalam melaksanakan proses produksinya serta mampu menarik tenaga kerja di Indonesia. Kebutuhan asam oksalat di Indonesia akan meningkat setiap tahunnya. Saat ini Indonesia masih mengimpor asam oksalat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Untuk mengurangi ketergantungan tersebut, maka perlu didirikan pabrik asam oksalat dengan kapasitas yang memadai.

Pemakaian asam oksalat di Amerika Serikat pada tahun 1979 sudah mencapai 10.000 ton/tahun. Asam oksalat sangat dibutuhkan untuk pewarna dalam industri tekstil, pemucat warna (bleaching), pembersih dan pelindung logam dari korosif dan pewarna untuk tinta.

Asam oksalat, "*Ethanedioic Acid*" merupakan salah satu anggota dari asam karboksilat yang mempunyai rumus molekul $C_2H_2O_4$ tidak berbau, higroskopis, berwarna putih sampai tidak berwarna dan mempunyai berat molekul 90,04 gr/mol. Secara komersial asam oksalat dikenal dalam bentuk padatan dihidrat yang mempunyai rumus molekul $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$ dan berat molekulnya 126,07 gr/mol.

Ada beberapa proses pembuatan asam oksalat yang dapat digunakan, salah satunya adalah peleburan alkali selulosa. Donald F. Othmer telah mewujudkan

proses ini dengan menggunakan serbuk gergaji sebagai bahan bakunya. Salah satu bentuk pemanfaatan sumber daya alam yaitu pemanfaatan enceng gondok yang ketersediaannya cukup melimpah dan kurang begitu termanfaatkan dalam industri kimia sebagai bahan baku pembuatan asam oksalat. Di Indonesia salah satu bahan baku yang cukup berpotensi untuk dijadikan asam oksalat adalah tanaman air enceng gondok. Enceng gondok mengandung selulosa hingga 64%.

Enceng gondok hidup mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tingginya sekitar 0,4-0,8 meter. Tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Enceng gondok tumbuh di kolam-kolam dangkal, tanah basah dan rawa, aliran air yang lambat, danau, tempat penampungan air dan sungai.

Di Indonesia, enceng gondok adalah tanaman air yang sangat mengganggu, terutama bagi pengembang budidaya ikan dan menghambat transportasi air. Enceng gondok juga mengakibatkan pendangkalan air yang dapat mengganggu pembangkit listrik jika tumbuh di lokasi waduk seperti yang terjadi di daerah Cihampelas, Bandung. Di daerah Jawa Barat dan Jawa Tengah dapat memproduksi enceng gondok hingga puluhan ton/hari. Telaga Rawa pening di Semarang mengklaim dapat menghasilkan 50-60 ton enceng gondok setiap harinya. Belum termasuk daerah lain disekitarnya. Akan sangat berguna bila ini dimanfaatkan sebagai bahan baku. Selain membuat enceng gondok ini lebih berharga, ini juga dapat meningkatkan perekonomian daerah sekitar.

1.2. Sejarah

Asam oksalat pertama kali disintesis oleh Carl W. Scheele pada tahun 1776 dengan cara mengoksidasi gula dengan asam nitrat. Pada tahun 1829, Gay Lussac menemukan bahwa asam oksalat dapat diproduksi dengan cara meleburkan serbuk gergaji dalam larutan alkali, lalu di aplikasikan oleh Dale di tahun 1856. Bahan - bahan yang mempunyai kandungan selulosa cukup besar dapat disintesis menjadi asam oksalat dengan meleburnya dalam larutan alkali. serbuk gergaji, batang padi, tongkol jagung dan pati termasuk bahan yang sangat baik untuk pembuatan asam

oksalat. Di India dan beberapa negara, asam oksalat di produksi secara komersial dengan bahan baku dari gula tebu, glyserol, serbuk gergaji dan bahan lain yang mengandung selulosa. Tetapi, enceng gondok adalah bahan baku yang paling murah saat ini. Terdapat 4 macam teknologi yang telah dikembangkan untuk sintesis asam oksalat secara komersial, yaitu peleburan selulosa oleh alkali, oksidasi karbohidrat dengan asam nitrat, fermentasi gula dan sintesis dari sodium format.

1.3. Kegunaan

Asam oksalat merupakan bahan kimia yang sangat dibutuhkan keberadaannya, antara lain yaitu :

- a. Sebagai pembersih dan pelapis logam-logam secara umum.
- b. Sebagai pemutih (*bleaching agent*) pada industri lilin dan tekstil.
- c. Pada industri kulit dibutuhkan dalam proses penyamakan.
- d. Pembuatan blue print paper dalam bentuk besi oksalat.
- e. Dalam industri kimia digunakan untuk membuat tinta, bahan kimia dalam fotografi, pemurnian gliserol dan sebagai bahan warna.
- f. Untuk produksi cobalt, selluloid, dan rayon.
- g. Pemoles marmer.

1.4. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Sifat-sifat Bahan Utama

Enceng gondok

Komposisi enceng gondok :

- Abu	: 12,00 %
- Silika	: 5,56 %
- Lignin	: 7,69 %
- Pentosan	: 10.24 %
- Sellulosa	: 64,51 % ^[5]

Sifat Fisika

- Berwarna hijau
- Dapat menyerap logam berat dan senyawa sulfida

1.4.4. Sifat-sifat produk samping

A. kalsium sulfat (CaSO_4)

Sifat fisika :

- Berbentuk serbuk berwarna putih
- Spesific gravity : 2,31 – 2,33
- Titik leleh : 1450°C
- Berat molekul : 172,17

Sifat kimia :

- Rumus molekul : CaSO_4
- Tidak beracun

B. Asam Asetat (CH_3COOH)

Sifat fisika :

- Larutan tidak berwarna
- Bau menyengat
- Spesific gravity : $1,049^{20/4}$
- Titik didih : 118°C
- Berat molekul : 60,05
- Larut dalam air, alkohol dan ether

C. Na_2CO_3 (Natrium karbonat)

Sifat Fisika

- Berat Molekul : 106
- Spesifik Gravity : $2,54 \text{ g/cm}^3$
- Kelarutan : 21,6 g pada 20°C
: 450 g pada 100°C
- Boiling Point : 1633°C

1.5. Penentuan Kapasitas Produksi

Berdasarkan tabel 1.5. maka didapatkan data impor asam oksalat di Indonesia, yaitu seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 1.5. Data impor Asam oksalat di Indonesia

- Kemurnian : 50 %

Sifat Kimia

- Korosif
- Termasuk asam kuat
- Dapat bereaksi dengan berbagai macam campuran organik untuk produksi yang berguna
- Dapat melarutkan logam
- Merupakan pengoksidasi kuat
- Bersifat higroskopis
- Dengan air akan membentuk hidrat $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sambil mengeluarkan panas

1.4.3. Sifat-sifat Produk

A. produk utama

Asam oksalat dihidrat ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Sifat Fisika

- Berwarna putih, kristal tak berbau, dihidrat agar mudah larut dalam air
- Melting Point : $101,5^\circ\text{C}$
- Densitas : $1,653 \text{ g/cm}^3$

Sifat Kimia

- Higroskopis
- $\Delta H_f(18^\circ\text{C})$: -1422 kJ/mol pada 18°C
- PH (0,1 M) : 1,3
- Rumus molekul : $\text{C}_2 \text{H}_2 \text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
- Berat molekul : $126,07 \text{ g/mol}$
- Kelarutan dalam air : $9,5 \text{ g/100 ml}$ (15°C)
: $14,3 \text{ g/100 ml}$ (25°C)
: 120 g/100 ml (100°C)
- Kelarutan dalam ethanol : $23,7 \text{ g/100 ml}$ (15°C)
- Kelarutan dalam dietil eter : $1,37 \text{ g/100 ml}$ (15°C)

1.4.4. Sifat-sifat produk samping

A. kalsium sulfat (CaSO_4)

Sifat fisika :

- Berbentuk serbuk berwarna putih
- Spesific gravity : 2,31 – 2,33
- Titik leleh : 1450°C
- Berat molekul : 172,17

Sifat kimia :

- Rumus molekul : CaSO_4
- Tidak beracun

B. Asam Asetat (CH_3COOH)

Sifat fisika :

- Larutan tidak berwarna
- Bau menyengat
- Spesific gravity : $1,049^{20/4}$
- Titik didih : 118°C
- Berat molekul : 60,05
- Larut dalam air, alkohol dan ether

C. Na_2CO_3 (Natrium karbonat)

Sifat Fisika

- Berat Molekul : 106
- Spesifik Gravity : $2,54 \text{ g/cm}^3$
- Kelarutan : $21,6 \text{ g pada } 20^\circ\text{C}$
: $450 \text{ g pada } 100^\circ\text{C}$
- Boiling Point : 1633°C

1.5. Penentuan Kapasitas Produksi

Berdasarkan tabel 1.5. maka didapatkan data impor asam oksalat di Indonesia, yaitu seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 1.5. Data impor Asam oksalat di Indonesia

Tahun	jumlah	% kenaikan
2006	1.770,963	-
2007	1.436,055	-18,91
2008	1.108,102	-22,84
2009	1.033,880	-6,70
2010	1.498,327	44,92
2011	1.202,762	-19,73
jumlah =	8.050,089	-23,25
rata-rata =	1.150,012	-3,87

Sumber : Biro Pusat Statistik Surabaya

Berdasarkan tabel 1.5.1. diatas, maka diperoleh rata-rata persentase impor asam oksalat adalah sebesar 3,87 %. Berdasarkan persentase tersebut, maka produksi asam oksalat pada tahun 2015 dapat diperkirakan dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 M &= Mo (1+i)^n \\
 &= 1312,36 (1-0,0387)^5 \\
 &= 1.400.308 \quad \text{Kg} \\
 &= 1400,308 \quad \text{Ton}
 \end{aligned}$$

Pada tahun 2015 diharapkan Indonesia tidak lagi bergantung pada impor asam oksalat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga tidak dilakukan ekspor terlebih dahulu, sehingga dengan pertimbangan mengatasi sebagian kebutuhan dalam negeri maka diputuskan untuk mendirikan pabrik dengan kapasitas 1000 ton/tahun pada tahun 2015.

1.6. Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi yang akan dipilih untuk pembangunan pabrik ini adalah di Kawasan Industri Terboyo, Semarang, Jawa Tengah. alasan pemilihan lokasi ini :

a. Ditinjau dari lokasi sumber bahan baku

Lokasi ini dipilih karena berdekatan dengan sumber bahan baku (enceng gondok). Didaerah sekitar telaga Rawa Pening, kabupaten Semarang dapat menghasilkan 8-10 ton enceng gondok setiap harinya, atau 168.000 ton setiap tahunnya. Pengambilan secara besar-besaran tidak dikhawatirkan mengalami kehabisan

bahan baku karena pertumbuhannya yang sangat pesat. Bahan baku juga akan dipasok dari daerah Indramayu, cihampelas dan batujajar, Bandung Barat.

b. Ditinjau dari area pemasaran produk

Terdapat banyak berdiri industri yang membutuhkan asam oksalat disekitar Kota Semarang dan sekitar Jawa Tengah serta Jawa Barat.

c. Alat angkutan (transportasi)

Transportasi dapat optimal ditinjau dari segi biaya dan jarak angkut yang ditempuh.

d. Buruh dan tingkat upahnya

Diharapkan dapat diperoleh tenaga kerja yang lebih murah dengan kualitas yang diinginkan.

e. Sumber air

Lokasi yang dipilih dekat dengan sumber air yang mana sangat diperlukan dalam proses produksi.



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

2.1. Macam Proses

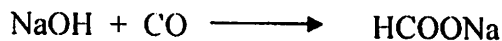
Secara umum ada 4 macam proses pembuatan asam oksalat dengan bahan dasar yang berbeda, yaitu :

1. Proses sintesis dari Natrium Formiat
2. Proses fermentasi glukosa
3. Dengan cara peleburan alkali pada bahan yang mengandung selulosa
4. Oksidasi karbohidrat dengan HNO_3

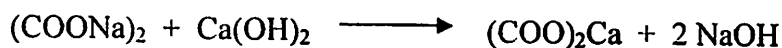
2.1.1. Proses dari Natrium Formiat

Natrium formiat merupakan salah satu bahan untuk membentuk asam oksalat dengan proses sintesis. Dalam proses ini bahan yang dipakai adalah CO , Ca(OH)_2 , H_2SO_4 dan NaOH .

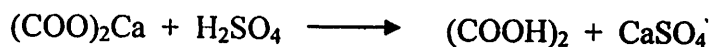
Natrium formiat dapat diperoleh dari reaksi antara NaOH dan CO dengan reaksi sebagai berikut :



Natrium formiat direaksikan dengan kapur membentuk kalsium oksalat dan NaOH . Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

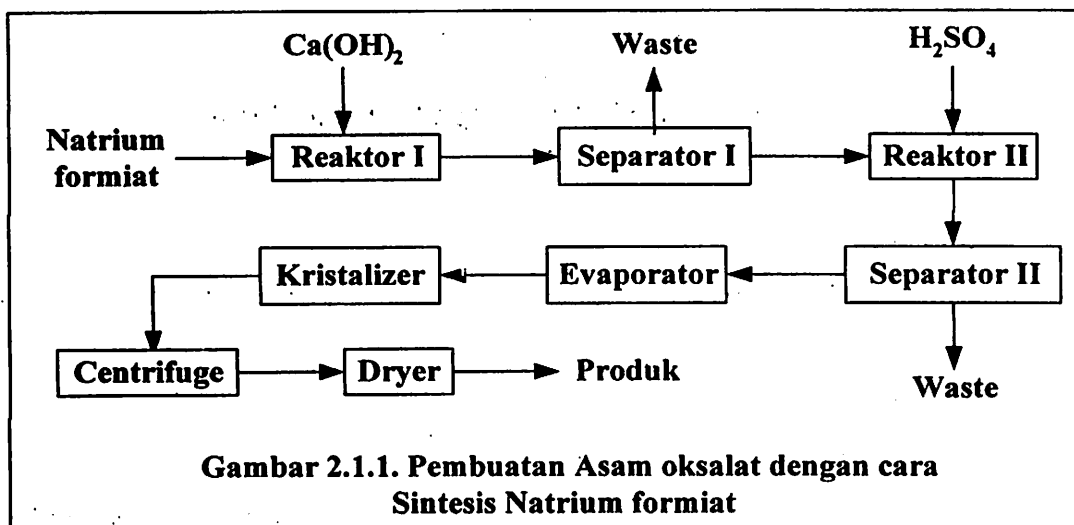


Produk ini kemudian dipisahkan dan kalsium oksalat yang diperoleh kemudian direaksikan dengan asam sulfat.



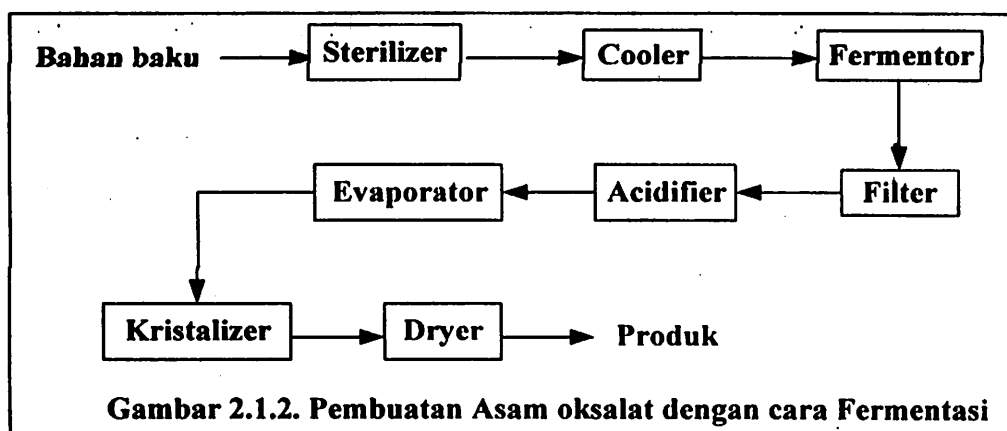
Hasil yang didapat kemudian dipisahkan, ditingkatkan konsentrasinya, dikristalkan dan dikeringkan.

Kondisi operasi yang digunakan pada proses ini yaitu suhu operasi 360°C . dan tekanan 1 atm. Dengan kondisi tersebut, proses ini dianggap tidak ekonomis.



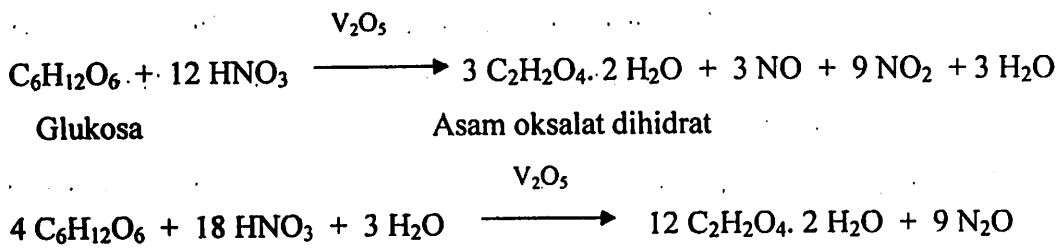
2.1.2. Proses Fermentasi

Asamoksalat dapat dihasilkan dengan menggunakan proses fermentasi gula dengan menggunakan jamur sebagai pengurainya. Produk yang diperoleh kemudian disaring, diasamkan dan dihilangkan warnanya. Setelah itu, produk dinaikkan konsentrasinya dengan evaporator dan hasilnya dikristalkan. Kemudian dilakukan pengeringan untuk memisahkan produk dengan airnya. Hasil dari asamoksalat tergantung dari nutrient (nitrogen) yang ditambahkan.

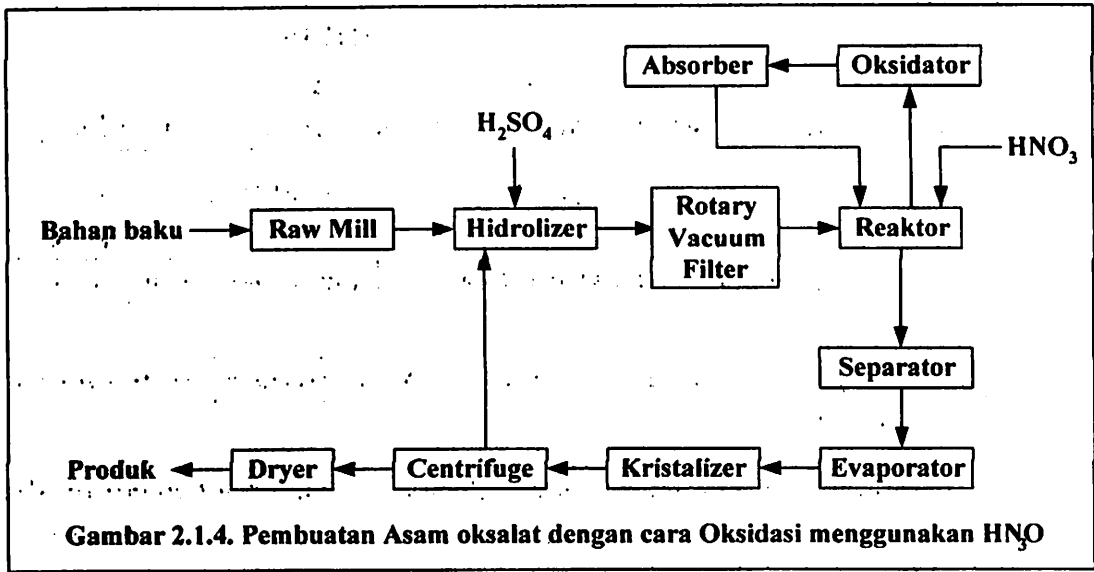


2.1.3. Dengan cara peleburan alkali

Proses ini menggunakan bahan baku berupa bahan yang mengandung selulosa tinggi, misal serbuk gergaji, kulit padi, tongkol jagung dan lain-lain. Bahan ini dilebur dengan sodium hidroksida atau potassium hidroksida atau campuran keduanya pada suhu 200 – 220 °C. Produk yang diperoleh kemudian direaksikan



Dalam pembuatan asamoksalat dengan proses ini bahan dasarnya mengandung ± 60 % larutan glukosa. Temperatur pada proses ini perlu dikontrol dan dijaga. Untuk menghindari terjadinya oksidasi asam oksalat menjadi karbon dioksida, maka ditanggulangi dengan penambahan H₂SO₄. Asam oksalat yang diperoleh kemudian dipisahkan, disaring dan dikristalisasi. Yield asam oksalat pada proses ini adalah 93 %. (Kirk Othmer, vol 17).



2.2. Seleksi Proses Pembuatan Asam Oksalat

Untuk lebih jelasnya mengenai proses-proses serta efisiensi dalam pembuatan asam oksalat dapat dilihat pada table 2.2.

Tabel 2.2. Perbandingan tiap metode-metode pembuatan asam oksalat.

Parameter	Macam Proses			
	Proses natrium formiat	Fermentasi	Peleburan dg alkali	Oksidasi, dg asam nitrat

Suhu	360 °C	-	210 °C	70 °C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Konversi	-	-	52 %	63 – 65 %

Berdasarkan aspek tersebut di atas; maka pada pembuatan asam oksalat ini dipilih proses **Peleburan Alkali Sellulosa** dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Proses lebih sederhana.
- Bahan baku yang tersedia cukup banyak.
- Dihasilkan CaSO_4 (gypsum), humus dan asam asetat dan asam format sebagai produk samping.
- Lebih hemat biaya karena tidak menggunakan katalis.

2.3 Uraian Proses

Dalam proses pembuatan asam oksalat dihidrat dengan proses peleburan alkali sellulosa ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

- Tahap persiapan bahan baku
- Tahap reaksi I
- Tahap reaksi II
- Tahap pemurnian
- Tahap penanganan produk

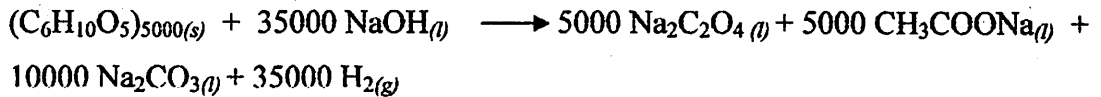
2.3.1. Tahap persiapan bahan baku

Pada proses pembuatan asam oksalat ini menggunakan bahan baku berupa sellulosa dan NaOH 50% dengan perbandingan 1:3. Secara garis besar, prosesnya terdiri dari :

Sebelumnya dibuat larutan NaOH 50% dengan melarutkan sejumlah NaOH dengan air didalam Mixer (M-117). Enceng gondok yang telah dikecilkan ukurannya dengan rotary cutter (C-114) dicampurkan dengan NaOH 50% dalam mixer (M-118) dengan perbandingan 3:1. Hasil campuran selanjutnya dialirkan melewati heater (E-119) untuk menaikkan suhunya hingga 200°C lalu ke reaktor (R-110).

2.3.2. Tahap Reaksi I

Dalam Reaktor (R-110) terjadi reaksi peleburan sellulosa dengan NaOH. Reaksi berlangsung pada suhu 200°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah :

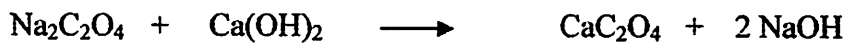


Keluaran dari reaktor (R-110) dialirkan melewati cooler (E-121) untuk menurunkan suhunya lalu menggunakan pompa (L-122) ke mixer (M-123) untuk diencerkan dengan penambahan air sebanyak 25% dari total feed. Selanjutnya dipisahkan dari fase solidnya dengan menggunakan *rotary vacuum filter* (H-124) dan dipisahkan dengan evaporator (V-120) hingga kadar air tersisa 38%. Slurry yang terbentuk menggunakan pompa sentrifugal (L-130) dialirkan ke sentrifuge (H-131) melewati cooler (E-129) untuk menurunkan suhunya. NaOH yang terpisah dari solidnya di recycle dan fase padatnya di angkut dengan bucket elevator (J-214) ke reaktor liming (R-210).

2.3.3. Tahap Reaksi II

Reaksi dalam reaktor liming (R-210) berlangsung pada suhu 100°C membentuk kalsium oksalat. Proses pembentukan kalsium oksalat ini terjadi dalam reaktor dengan mereaksikan antara natrium oksalat dengan kalsium hidroksida.

Reaksi dapat terlihat seperti di bawah ini :



Konsentrasi $Ca(OH)_2$ yang digunakan adalah 50%. Dibuat dengan cara melarutkan CaO dengan sejumlah air di didalam Mixer (M-215) sehingga didapatkan $Ca(OH)_2$ dengan konsentrasi 50% berat. CaC_2O_4 yang terbentuk berupa slurry yang dapat mengendap sedangkan NaOH merupakan filtratnya. Fase solid dipisahkan menggunakan *rotary vacuum filter* (H-217) dan filtratnya ditreatment untuk mendapatkan NaOH, asam asetat dan natrium karbonat.

Kalsium oksalat yang didapatkan di angkut dengan bucket elevator (J-323) ke reaktor asam (R-320). Dalam reaktor ini akan terjadi reaksi sebagai berikut:



Reaksi berlangsung eksotermis sehingga dibutuhkan pendingin pada reaktor (R-320). Selanjutnya asam oksalat yang didapat dipisahkan dari fase solidnya (CaSO_4) menggunakan filter press dan masuk ke tangki penampung asam oksalat (F-411).

2.3.4. Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Slurry asam oksalat dari tangki penampung (F-411) dialirkan ke dalam vaporator (V-410) untuk menaikkan konsentrasi asam oksalat hingga 70 %. Kemudian asam oksalat yang didapat dialirkan ke dalam kristaliser (X-420) untuk dikristalkan dengan cara menurunkan suhunya menjadi 30 °C dengan menggunakan air pendingin yang melewati jaket pada tangki kristaliser. Kristal yang terbentuk kemudian dipisahkan dari larutan induk dengan menggunakan centrifuge (H-423), dimana filtrat yang didapat direcycle ke reaktor asam (R-320). Sedangkan kristal yang terbentuk dialirkan ke dalam *rotary dryer* (B-510) untuk dikeringkan dengan menggunakan udara kering pada suhu 100 °C dan tekanan 1 atm, sehingga kadar impuritisnya menjadi 1%. Produk asam oksalat yang didapat ditampung dalam Bin produk (F-515).

2.3.5. Tahap Penanganan Produk

Produk asam oksalat dari Bin produk (F-515) dikemas dengan kemasan 50 kg (P-516) lalu disimpan dalam storage (F-517) dan siap untuk dipasarkan.

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas produksi : 1000 ton/tahun = 126,26263 kg/jam
Waktu operasi : 330 hari/tahun = 24 jam/hari
Basis perhitungan : 798,07313 kg/jam

1. REAKTOR (R-110)

Fungsi : Untuk mereaksikan selulosa dengan NaOH

Bahan masuk (kg/jam)		Bahan keluar (kg/jam)	
Dari bin eceng gondok		Ke tangki pengencer	
Abu	95,76878	Sebagai slurry	
Silika	44,37287	C ₆ H ₁₀ O ₅ sisa	246,40098
Lignin	61,37182	NaOH sisa	334,10967
Pentosan	81,7227	H ₂ O sisa	1596,14625
Sellulosa	514,83697	Abu	95,76878
Dari mixer NaOH 50%		Silika	44,37287
NaOH murni	798,07313	Lignin	61,37182
H ₂ O	1596,14625	Pentosan	81,72269
		CH ₃ COONa terbentuk	135,87501
		(COONa) ₂ terbentuk	222,03965
		Na ₂ CO ₃ terbentuk	351,28662
		H ₂	23,19817
Total	3192,2925	Total	3192,2925

2. MIXER (M-117)

Fungsi : Untuk memisahkan membuat larutan NaOH 50%

Komponen	Masuk	Keluar	Satuan
Larutan NaOH 50%			
- NaOH murni	798,07313	798,07313	kg/jam
- H ₂ O	1596,14625	1596,14625	kg/jam
Total	2394,21938	2394,21938	kg/jam

3. MIX BIN (M-119)

Fungsi : Untuk mencampur NaOH 50% dengan enceng gondok

Komponen	Masuk	Keluar	Satuan
Eceng gondok	798,07313	798,07313	kg/jam
Larutan NaOH 50%			
- NaOH murni	798,07313	798,07313	kg/jam
- H ₂ O	1596,14625	1596,14625	kg/jam
Total	3192,29251	3192,29251	kg/jam

4. EVAPORATOR (V-120)

Fungsi : Untuk memekatkan slurry menjadi 38% kandungan air

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
(COONa) ₂	222,03965	(COONa) ₂	222,03965
CH ₃ COONa	135,8750	CH ₃ COONa	135,87501
Na ₂ CO ₃	351,28662	HCOONa	351,28662
NaOH sisa	334,10967	NaOH sisa	334,1097
Air	3221,26945	air sisa	1702,24419
		Ke kondensor	
		Air	1519,02527

Total	4264,5804	Total	4264,5804
-------	-----------	-------	-----------

5. MIXER (M-123)

Fungsi : Untuk mengencerkan slurry

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Feed	3192,29251	Feed	3192,29251
Air	798,07313	Air	798,07313
Total	3990,3656	Total	3990,3656

6. ROTARY VACUUM FILTER (H-124)

Fungsi : Untuk memisahkan slurry dari filtratnya

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
C ₆ H ₁₀ O ₅ sisa	246,40098	(COONa) ₂	222,03965
NaOH sisa	334,10967	CH ₃ COONa	135,87501
Lignin	61,37182	HCOONa	351,28662
Pentosan	81,72269	NaOH sisa	334,10967
CH ₃ COONa	135,87501	H ₂ O	3221,26945
(COONa) ₂	222,03965	Ke Cake Bin	
HCOONa	351,28662	Lignin	61,37182
H ₂ O	2513,52427	C ₆ H ₁₀ O ₅ sisa	246,40098
Dari WP		Pentosan	81,72269
H ₂ O	798,07313	H ₂ O	90,32794
Total	4744,40384	Total	4744,40384

7. CENTRIFUGE (H-131)

Fungsi : Untuk memisahkan slurry dari sisa filtrat

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
(COONa) ₂	222,03965	(COONa) ₂	222,03965
CH ₃ COONa	135,87501	CH ₃ COONa	135,87501
Na ₂ CO ₃	351,2866	Na ₂ CO ₃	351,2866
NaOH sisa	334,1097	Ke Tangki Penampung	
Air	1702,24419	NaOH sisa	334,1097
		Air sisa	1702,24419
Total	2745,5551	Total	2745,5551

8. MIXER (M-215)

Fungsi : membuat larutan Ca(OH)₂ 50%

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
CaO	94,68642	Ca(OH) ₂	122,61891
impurities	1,89373	impurities	1,89373
H ₂ O	148,6577	H ₂ O	120,72518
Total	245,23783	Total	245,23783

9. REAKTOR LIMING (R-120)

Fungsi : Untuk mereaksikan sodium oksalat dengan kalsium hidroksida

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Liming Tank		Ke WT	
CaC ₂ O ₄	190,88782	CH ₃ COONa	135,87501
CH ₃ COONa	135,87501	Na ₂ CO ₃	351,28662
Na ₂ CO ₃	351,28662	NaOH	119,30489
NaOH	119,30489	(COONa) ₂ sisa	22,20397

9. MIXER (M-146)

Fungsi : Untuk membuat larutan kalsium hidroksida

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
CaO	94,68642	Ca(OH) ₂	122,61891
impurities	1,89373	impurities	1,89373
H ₂ O	148,6577	H ₂ O	120,72518
Total	245,23783	Total	245,23783

10. ROTARY VACUUM FILTER (H-152)

Fungsi : Untuk memisahkan kalsium oksalat dari filtratnya

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Liming Tank		Ke WT	
CaC ₂ O ₄	190,88782	CH ₃ COONa	135,87501
CH ₃ COONa	135,87501	Na ₂ CO ₃	351,28662
Na ₂ CO ₃	351,28662	NaOH	119,30489
NaOH	119,30489	(COONa) ₂ sisa	22,20397
(COONa) ₂ sisa	22,20397	Ca(OH) ₂ sisa	12,26189
Ca(OH) ₂ sisa	12,26189	Air pencuci	103,59957
Air pencuci	185,40863	Ke Reaktor	
		CaC ₂ O ₄	190,88782
		Air pada cake	81,80907
Total	1017,2288	Total	1017,2288

15. ROTARY DRYER (B-170)

Fungsi : Mengeringkan sisa air yang terbawa kristal asam oksalat

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Centrifuge		Ke Bin Produk	
Kristal H ₂ C ₂ O ₄	127,50710	Kristal H ₂ C ₂ O ₄	126,23203
H ₂ O	1,53009	H ₂ O	0,03060
H ₂ C ₂ O ₄ . 2H ₂ O	1,27507	Ke Cyclone	
Dari Blower udara			
Udara	2,58074	H ₂ C ₂ O ₄ . 2H ₂ O	1,27507
		Uap air	1,49948
		Udara	2,58074
Total	144,74983	Total	144,74983

Total	785,12132	Total	785,12132
--------------	------------------	--------------	------------------

13. EVAPORATOR (V-163)

Fungsi : Untuk memekatkan larutan asam oksalat menjadi 70% berat

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Filter Press		Ke Kristalizer	
H ₂ C ₂ O ₄	127,50710	H ₂ C ₂ O ₄	127,50710
H ₂ SO ₄	7,30742	H ₂ SO ₄	7,30742
H ₂ O	267,95622	H ₂ O	22,25292
		Ke Kondensor	
		H ₂ O	245,70330
Total	402,77075	Total	402,77075

14. CENTRIFUGE (H-167)

Fungsi : Untuk memisahkan kristal asam oksalat dari larutan induknya

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Kristalizer		Ke Rotarry Dryer	
Kristal H ₂ C ₂ O ₄	127,50710	Kristal H ₂ C ₂ O ₄	127,50710
H ₂ SO ₄ sisa	7,30742	H ₂ O dalam kristal	1,53009
H ₂ O	22,25292	Recycle ke Reaktor H₂SO₄	
		H ₂ SO ₄ sisa	7,30742
		H ₂ O	20,72283
Total	157,06744	Total	157,06744

15. ROTARY DRYER (B-170)

Fungsi : Mengeringkan sisa air yang terbawa kristal asam oksalat

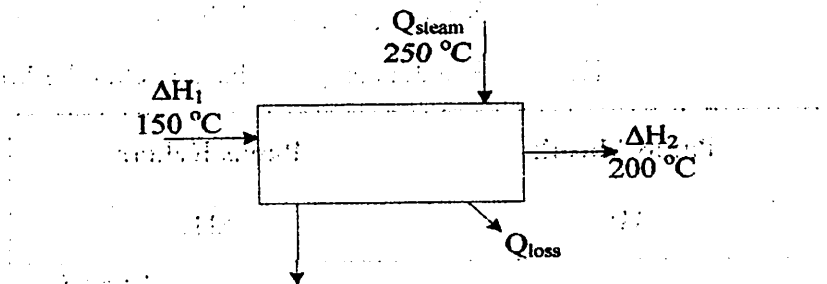
Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Centrifuge		Ke Bin Produk	
Kristal $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	127,50710	Kristal $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	126,23203
H_2O	1,53009	H_2O	0,03060
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,27507	Ke Cyclone	
Dari Blower udara			
Udara	2,58074	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,27507
		Uap air	1,49948
		Udara	2,58074
Total	144,74983	Total	144,74983

BAB IV

NERACA PANAS

Kapasitas produksi = 1.000 ton/tahun
 = 126,26263 kg/jam
 Suhu referensi = 25 °C
 Satuan = kkal/jam

1. REAKTOR (R-110)



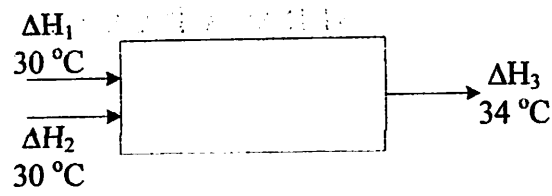
$$\Delta H_1 + \Delta H_f + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Dimana :

ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam eceng gondok yang masuk reaktor
 ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam larutan yang keluar reaktor
 ΔH_f = Panas Reaksi
 Q = Panas yang terkandung dalam steam
 Q_{loss} = Panas yang hilang

Aliran masuk		Aliran Keluar	
Komponen	Energi	Komponen	Energi
ΔH_1	25.269.277,5	ΔH_2	39.889.047,5
ΔH_f	-1.182.733,8	Q_{loss}	1.685.122,4
Q_{steam}	17.487.626		
Total	41.574.170	Total	41.574.170

2. MIXER (M-117)



Persamaan neraca panas :

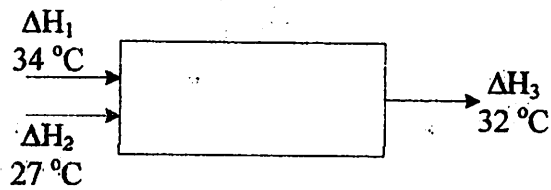
Panas masuk = Panas keluar

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

- Dimana :
- ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk (NaOH)
 - ΔH_2 = Kandungan panas bahan masuk (air)
 - ΔH_3 = Kandungan panas bahan keluar ke Mixer (M-118)

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1		ΔH_3	
Komponen	Energi (kcal)	Komponen	Energi (kcal)
NaOH	6584,1033	Lar. NaOH	35.348,2550
H ₂ O	47826,9264	50%	
Jumlah	54411,0297	Jumlah	35.348,2550
ΔH_s			
Komponen	Energi (kcal)		
Lar. NaOH	-19.062,7747		
50%			
Jumlah	-19.062,7747		
Total	35.348,2550	Total	35.348,2550

3. MIXER (M-118)



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar

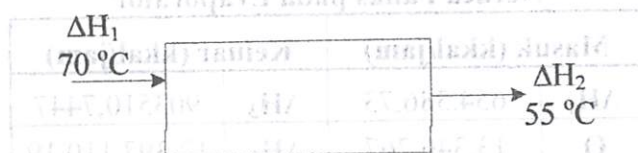
$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3$$

Dimana

- ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk (NaOH)
- ΔH_2 = Kandungan panas bahan masuk (enceng gondok)
- ΔH_3 = Kandungan panas bahan keluar ke Reaktor (R-110)

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1		ΔH_3	
Komponen	Energi (kcal)	Komponen	Energi (kcal)
NaOH 50%	35348,2550	Bahan Campuran	44.858,8769
Jumlah	35348,2550	Jumlah	44.858,8769
ΔH_2			
Komponen	Energi (kcal)		
enceng gondok	9.510,6220		
Jumlah	9.510,6220		
Total	44.858,8769	Total	44.858,8769

7. MIXER (M-123)



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar

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

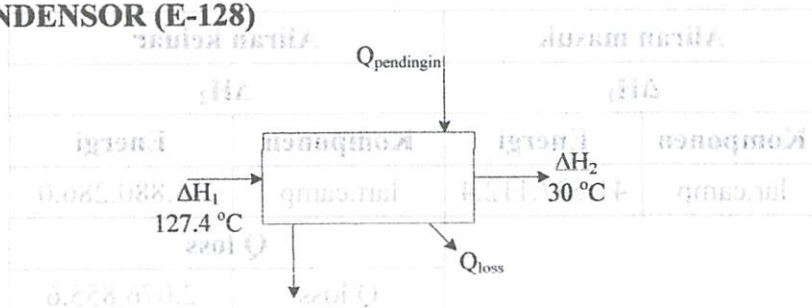
Dimana : - ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk

- ΔH_2 = Kandungan panas bahan masuk (air)

- ΔH_3 = Kandungan panas bahan keluar ke Rotary Filter (H-123)

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1		ΔH_3	
Komponen	Energi (kcal)	Komponen	Energi (kcal)
Feed masuk	4270857,2439	Lar. NaOH 50%	4.320.010,5678
ΔH_2			
Komponen	Energi (kcal)		
H ₂ O	49.153,3239		
Total	4.320.010,568	Total	4.320.010,568

8. KONDENSOR (E-128)



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar

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

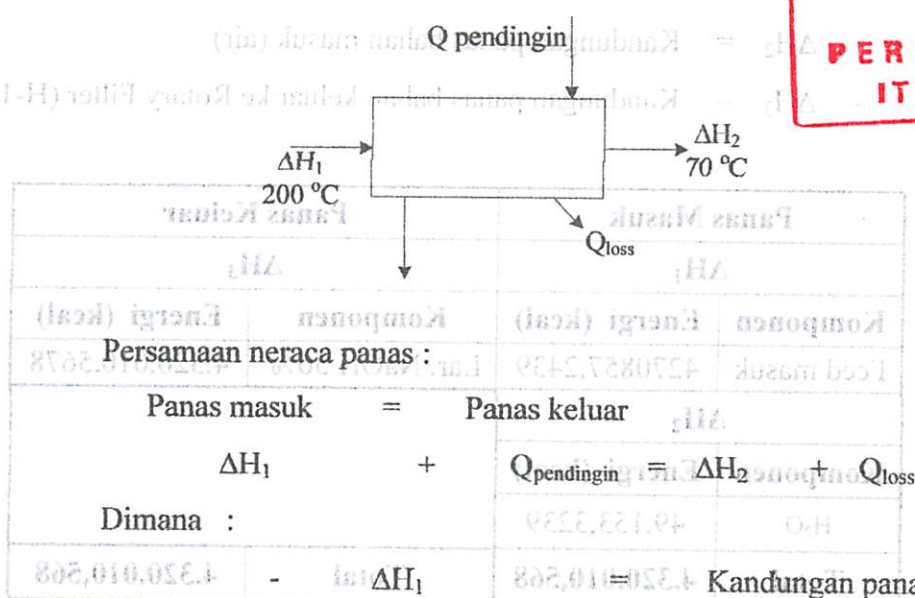
Dimana :

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas pada Evaporator

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	654.386,73	ΔH_3	903510,7447
Q	13.346.267	ΔH_2	12.397.110,19
		Q_{loss}	692.064
Total		Total	
=	14.000.653,62	=	13.992.685,35

6. COOLER (F-121)

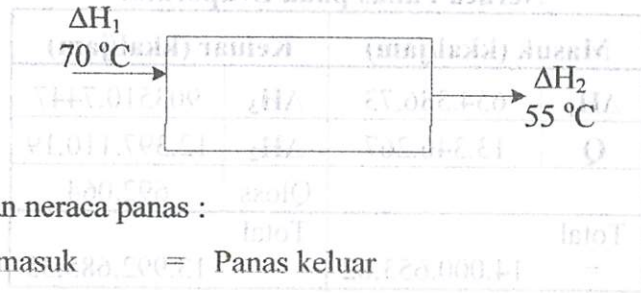


ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk

ΔH_2 = Kandungan panas bahan keluar

Aliran masuk		Aliran keluar	
ΔH_1		ΔH_2	
Komponen	Energi	Komponen	Energi
lar.camp	41.537.112,4	lar.camp	13.880.286,0
		Q loss	
		Q loss	2.076.855,6
		Q pendingin	
		Q pendingin	25.579.970,8
Total	41.537.112,4	Total	41.537.112,4

7. MIXER (M-123)



Persamaan neraca panas :

$$\text{Panas masuk} = \text{Panas keluar}$$

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

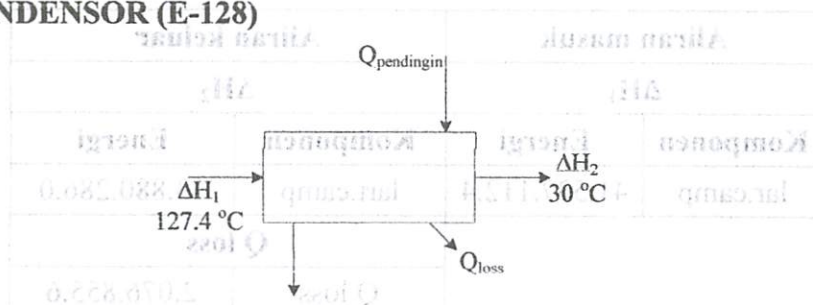
Dimana : - ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk

- ΔH_2 = Kandungan panas bahan masuk (air)

- ΔH_3 = Kandungan panas bahan keluar ke Rotary Filter (H-123)

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1		ΔH_3	
Komponen	Energi (kcal)	Komponen	Energi (kcal)
Feed masuk	4270857,2439	Lar. NaOH 50%	4.320.010,5678
ΔH_2			
Komponen	Energi (kcal)		
H ₂ O	49.153,3239		
Total	4.320.010,568	Total	4.320.010,568

8. KONDENSOR (E-128)



Persamaan neraca panas :

$$\text{Panas masuk} = \text{Panas keluar}$$

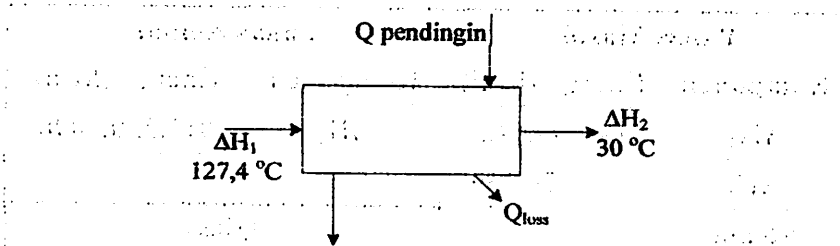
$$\Delta H_1 + Q_{\text{pendingin}} = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Dimana :

- ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk
- ΔH_2 = Kandungan panas bahan keluar

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
ΔH_1		ΔH_2	
Komponen	Energi (kkal)	Komponen	Energi (kkal)
H ₂ O	7.934.827,740	H ₂ O	340.264,2886
Jumlah	7.934.827,740	Jumlah	340.264,2886
		Q pendingin	7.197.822,064
		Q loss	396.741,3870
Jumlah	7.934.827,740	Jumlah	7.934.827,740

9. COOLER (E-131)



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar

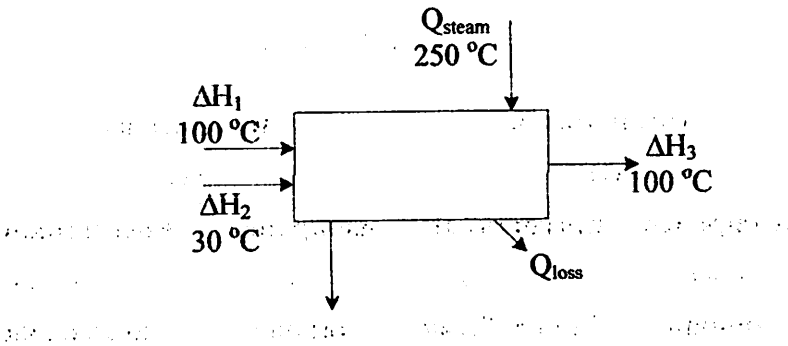
$$\Delta H_1 + Q_{\text{pendingin}} = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Dimana :

- ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk
- ΔH_2 = Kandungan panas bahan keluar

Aliran masuk		Aliran keluar	
ΔH_1		ΔH_2	
Komponen	Energi	Komponen	Energi
lar.camp	7.036.863,5	lart.camp	446.785,6
		Q loss	
		Q loss	351.843,2
		Q pendingin	
		Q pendingin	6.238.234,7
Total	7.036.863,5	Total	7.036.863,5

10. REAKTOR LIMING (R-140)



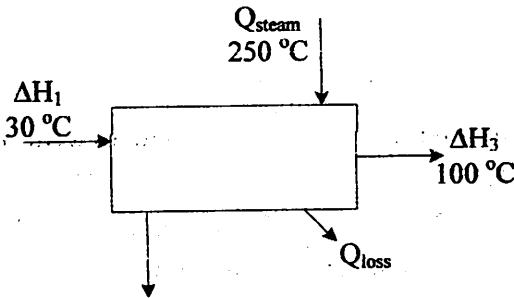
Dimana : - ΔH_1 = Kandungan panas yang terkandung pada bahan masuk dari Evaporator I

- ΔH_2 = Kandungan panas yang terkandung pada $(CaOH)_2$

- ΔH_3 = Kandungan panas bahan keluar reaktor

Panas Masuk		Panas Keluar	
Komponen	Energi (kcal)	Komponen	Energi (kcal)
ΔH_1	204.780,5423	ΔH_2	917.530,1098
ΔH_f	79,7596		
Steam		Q_{loss}	
Q_{steam}	717.789,322	Q_{loss}	5.119,5136
Total	922.649,6234	Total	922.649,6234

11. HEATER (E-145)



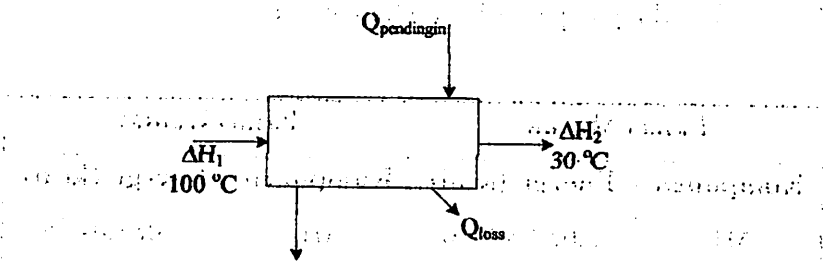
$$\Delta H_1 + Q_{steam} = \Delta H_2 + Q_{loss}$$

Dimana : - ΔH_1 = Kandungan panas Air proses masuk heater

- ΔH_2 = Kandungan panas Air proses keluar ke reaktor

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1		ΔH_2	
Komponen	Energi (kcal)	Komponen	Energi (kcal)
Air proses	839,0403	Air proses	200.001,410
Steam		Qloss	
Q _{steam}	204.183,381	Q _{loss}	5.021,0113
Total	205.022,421	Total	205.022,421

12. COOLER (E-151)



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar

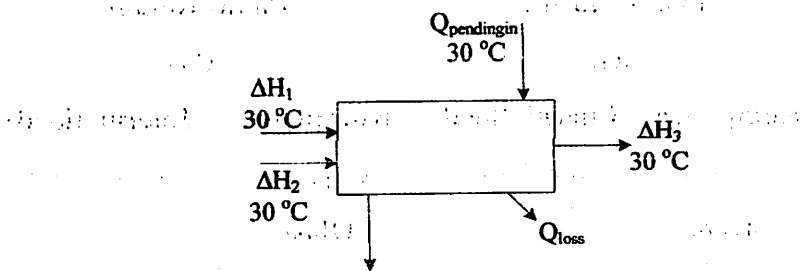
$\Delta H_1 + Q_{pendingin} = \Delta H_2 + Q_{loss}$

Dimana :

- ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk
- ΔH_2 = Kandungan panas bahan keluar

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Komponen	Energi (kkal)	Komponen	Energi (kkal)
ΔH_1	917.530,110	ΔH_2	91.530,69533
		Q pendingin	780.122,91
		Q loss	45.876,50549
Jumlah	917.530,110	Jumlah	917.530,110

13. REAKTOR ASAM (R-150)

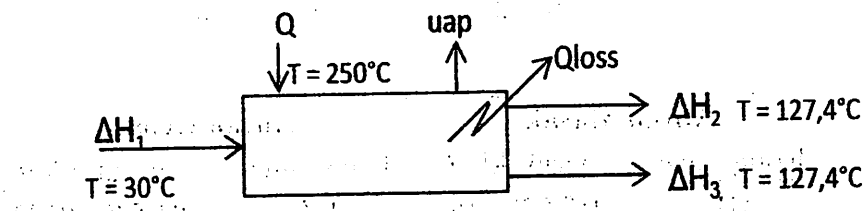


Dimana :

- ΔH_1 = Kandungan panas yang terkandung pada feed
- ΔH_2 = Kandungan panas yang terkandung pada H_2SO_4
- ΔH_3 = Kandungan panas bahan keluar reaktor

Panas Masuk		Panas Keluar	
Komponen	Energi (kcal)	Komponen	Energi (kcal)
ΔH_1	2.057,39616	ΔH_3	7.081,4475
ΔH_2	3.812,587	$Q_{\text{pendingin}}$	380.811,7
ΔH_f	402.507,6133	Q_{loss}	20.484,4818
Total	408.377,5968	Total	408.377,5968

14. EVAPORATOR (V-163)



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

Dimana:

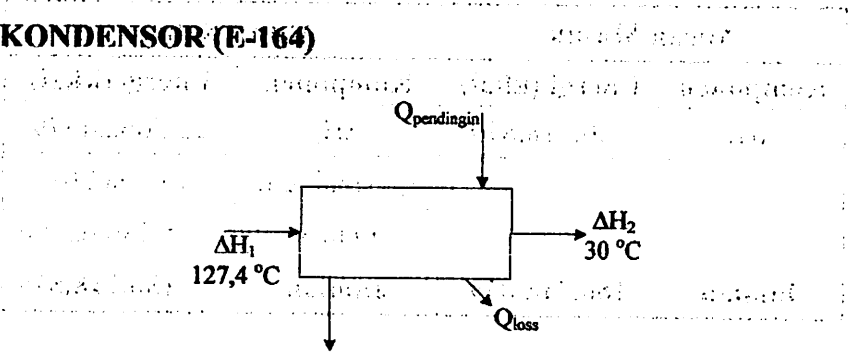
- ΔH_1 = panas bahan yang masuk
- ΔH_2 = panas bahan yang keluar
- ΔH_3 = panas yang keluar ke kondensor
- Q_s = panas steam yang dibutuhkan

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas pada Evaporator

Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	6.540,2258	ΔH_3	142224,7924
Q	2.074.563	ΔH_2	1.834.822,938
		Q_{loss}	104.055,142
Total =	2.081.102,87	Total =	2.081.102,87

15. KONDENSOR (E-164)



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar

$\Delta H_1 + Q_{pendingin} = \Delta H_2 + Q_{loss}$

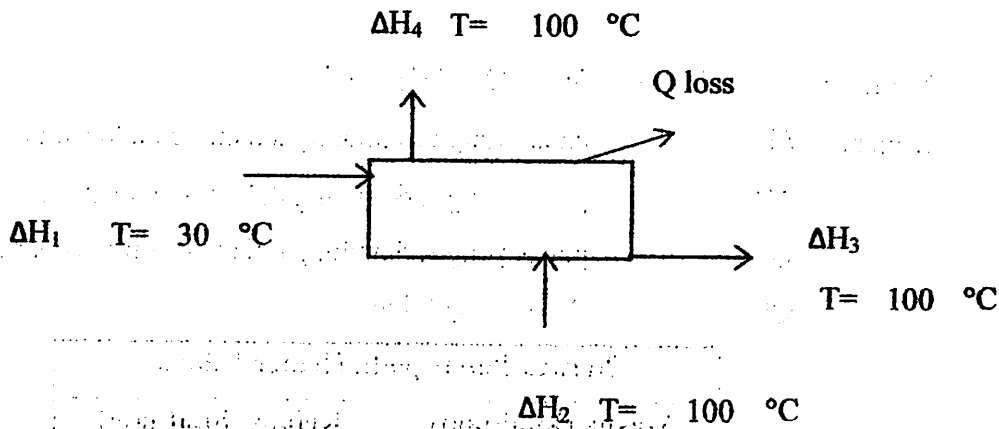
Dimana :

- ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk
- ΔH_2 = Kandungan panas bahan keluar

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
ΔH_1		ΔH_2	
Komponen	Energi (kkal)	Komponen	Energi (kkal)
H ₂ O	1.145.319,461	H ₂ O	49.114,02292
		Q pendingin	1.038.939,46
		Q loss	57.265,97304
Jumlah	1.145.319,461	Jumlah	1.145.319,461

		Q loss	91.741,1469
Jumlah	1.834.822,938	Jumlah	1.834.822,938

18. ROTARY DRYER (B-170)

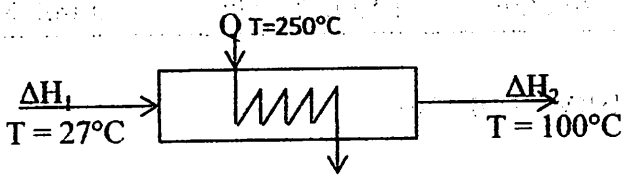


Neraca panas total = ΔH1 + ΔH2= ΔH3 + ΔH4 + Qloss

- Dimana : ΔH1 = Panas bahan masuk dari Belt Conveyor
- ΔH2 = Panas bahan udara masuk dari filter udara
- ΔH3 = Panas bahan keluar ke Belt Conveyor
- ΔH4 = Panas bahan udara keluar ke Udara Bebas
- Qloss = Panas yang hilang

Neraca Panas pada Heater Udara			
Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH1 =	21315,4331	ΔH3	567436,1377
ΔH2 =	1,4543	ΔH4	1,4543
Q =	547186,5490	Qloss	1065,844371
Total =	568503,4364	Total =	568503,4364

19. HEATER (E-173)

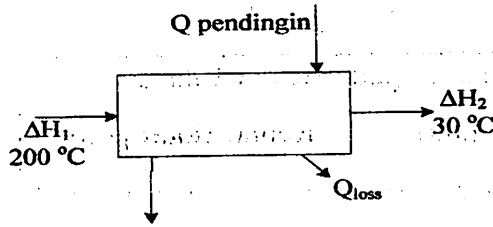


Neraca panas total = $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{loss}$

- Dimana: ΔH_1 = panas yang terkandung dalam udara kering masuk heater
 ΔH_2 = panas yang terkandung dalam udara kering keluar heater
 Q = panas yang terkandung dalam steam masuk heater
 Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca Panas pada Heater Udara			
Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	0,422662353	ΔH_2	15,84983823
Q	16,26137789	Q_{loss}	0,834202012
Total = 16,68404025		Total = 16,68404025	

20. COOLER (E-211)



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar
 $\Delta H_1 + Q_{pendingin} = \Delta H_2 + Q_{loss}$

Dimana :

- ΔH_1 = Kandungan panas bahan masuk
- ΔH_2 = Kandungan panas bahan keluar

Aliran masuk	Aliran keluar
ΔH_1	ΔH_2

Komponen	Energi	Komponen	Energi
H ₂	4.925.065,56	H ₂	135.338,08
		Q loss	246.253,28
		Q pendingin	
		Q pendingin	4.543.474,20
Total	4.925.065,56	Total	4.925.065,56

BAB V

SPEKIFIKASI PERALATAN

1. Gudang Enceng Gondok (F-111)

Fungsi : menyimpan bahan baku enceng gondok

Suhu Gudang : 30°C

tekanan : 1 atm

Waktu Tinggal : 7 Hari

Massa Bahan : 798,07313 Kg/jam

Densitas Bahan : 1,445 g/cm³

Volume bahan mengisi gudang diasumsikan 80% dari volume gudang

Luas : 22,9 m²

Panjang : 8 meter

Lebar : 4 meter

2. Bin NaOH (F-112)

fungsi : menyimpan NaOH padat.

Suhu Gudang : 30°C

tekanan : 1 atm

Waktu Tinggal : 7 Hari

Massa Bahan : 798,07313 Kg/jam

Densitas Bahan : 2,126 g/cm³

Volume bahan mengisi gudang diasumsikan 80% dari volume gudang

Luas : 4,6 m²

Panjang : 8 meter

Lebar : 4 meter

3. Belt Conveyor (J-113A)

Fungsi : Mengangkut enceng gondok dari storage (F-111)

Tipe : Throughed Belt on 20^o Idles

Kapasitas belt : 32 ton/jam

Panjang belt : 10 m

Kecepatan belt : 1,5213 m/menit

Daya : 0,5 hp

Lebar belt : 35 cm

Luas Area : 0,01 m²

4. Belt Conveyor (J-113B)

Fungsi : Mengangkut NaOH dari storage (F-112)

Tipe : Throughed Belt on 20° Idles

Kapasitas : 32 ton/jam

Panjang : 30,5 m

Kecepatan belt : 1,5213 m/menit

Daya : 0,5 hp

Lebar belt : 35 cm

Luas Area : 0,01 m²

5. Rotary Cutter (H-114)

Fungsi : Memotong enceng gondok

Tipe : Rotary knife cutter

Kapasitas maksimum : 50 kg/s = 180000 kg/jam

maks diameter feed masuk : 0,5 m

maks reduction ratio : 50

Bahan konstruksi : carbon steel

Jumlah : 1 buah

Temp. desain : 30°C

6. Bin Enceng Gondok (F-115)

Fungsi : menampung enceng gondok yang telah dhaluskan

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas flat dan tutup bawah conical

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*

Tipe Pengelasan : double welding butt joint

Volume tangki (V_T) : 144,4558 ft³

Diameter dalam tangki (D_T) : 59,6250 in

Diameter Luar (D_o) : 60,0000 in

Tebal Silinder (t_s) : 3/16 in

Tinggi Silinder (L_s)	:	83,7068	in
Tebal Tutup bawah (t_{hb})	:	3/16	in
Tinggi Tutup bawah (h_b)	:	16,8596	in
Waktu tinggal	:	6	jam
Jumlah tangki	:	1	buah

7. Bucket Elevator (J-116)

Fungsi	:	Mengangkut enceng gondok menuju Mixer II
Kapasitas	:	798,073 kg/jam = 0,79807 ton/jam

Dari Perry's, edisi 7, tabel 21-8:

kapasitas	=	14	ton/jam
Ukuran bucket	=	6 x 4 x 4 1/2	in
Kecepatan	=	225	ft / min
head shaft	=	43	r / min
Power yang dibutuhkan pada head shaft	=	1	hp
Ukuran head	=	1,9375	
Ukuran tail	=	1,6875	
Lebar belt	=	7	in

8. Mixer (M-117)

Fungsi	:	Melarutkan NaOH dengan air
Tipe	:	Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas <i>standard dished</i> dan tutup bawah <i>conical dished</i> dengan sudut puncak $120^\circ = \alpha$
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	Single welding butt joint without backing up strip
Volume tangki (V_T)	:	49,7150 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	41,6250 in
Diameter Luar (D_o)	:	42 in
Jumlah tangki	:	1 buah
Tebal Silinder (t_s)	:	3/16 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	54,6650 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16 in

Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	7,0346 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	12,0161 in
Diameter pipa (d_1)	:	5,5573 in
Jumlah	:	1 buah

Dimensi Pengaduk

Diameter (D_a)	:	16,6500 in
Lebar (W)	:	3,3300 in
Panjang (L)	:	4,1625 in
Tinggi pengaduk (C)	:	13,8736 in
Lebar Baffle (J)	:	3,4688 in
Jenis Pengaduk	:	six blade dengan four baffles
Jumlah pengaduk	:	1 buah
Daya Pengaduk (P)	:	3,6811 hp

9. Heater (E-119)

Fungsi	:	Memanaskan Feed sebelum masuk ke Reaktor
Tipe	:	DPHE 2 1/2 x 1 1/4" IPS SCH 40
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 53 Grade B
Rate feed	:	3.192,2925 kg/jam
Rate Steam	:	44.247 kg/jam
Jumlah hair pin	:	1 buah
Diameter luar pipa	:	1,38 in
Diameter dalam pipa	:	1,66 in
Panjang	:	12 ft
Jumlah	:	1 buah

10. Mixer (M-118)

Fungsi	:	Mencampur enceng gondok dengan NaOH 50%
Tipe	:	Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas <i>standard dished</i> dan tutup bawah conical dished dengan sudut puncak $120^\circ = \alpha$
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	Single welding butt joint without backing up strip

Volume tangki (V_T)	:	257,9305	ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	71,5000	in
Diameter Luar (D_o)	:	72	in
Jumlah tangki	:	1	buah
Tebal Silinder (t_s)	:	3/16	in
Tinggi Silinder (L_s)	:	96,4670	in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16	in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	12,0835	in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16	in
Diameter pipa (d_l)	:	8,9507	in
Jumlah	:	1	buah
Dimensi Pengaduk			
Diameter (D_a)	:	28,6000	in
Lebar (W)	:	5,7200	in
Panjang (L)	:	7,1500	in
Tinggi pengaduk (C)	:	23,8310	in
Lebar Baffle (J)	:	5,9583	in
Jenis Pengaduk	:	six blade dengan four baffles	
Jumlah pengaduk	:	1	buah
Daya Pengaduk (P)	:	372,5556	hp

11. Cooler (E-121)

Fungsi	:	Mendinginkan keluaran Reaktor
Tipe	:	DPHE 2 x 1 1/4" IPS SCH 40
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 53 Grade B
Rate feed	:	3.192,2925 kg/jam
Rate air	:	406.234,399 kg/jam

Dimensi anulus

Diameter dalam	:	2,067	in
Diameter luar	:	2,88	in

Dimensi pipa

Diameter dalam	:	1,38	in
----------------	---	------	----

Diameter luar	:	1,66	in
Panjang	:	20	ft
Jumlah hair pin	:	1	buah
Jumlah	:	1	buah

12. Pompa (L-122)

Fungsi	:	Mengalirkan slurry ke tangki pengencer
Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	:	<i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	:	3500 rpm
Effisiensi	:	85%
Daya pompa	:	8 hp
Diameter dalam pipa	:	0,742 in
Diameter luar pipa	:	1,050 in
Kapasitas pompa	:	10,0110 gpm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	:	1 buah

13. Mixer (M-123)

Fungsi	:	Mengencerkan slurry dengan air
Tipe	:	Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas <i>standard dished</i> dan tutup bawah conical dished dengan sudut puncak $120^{\circ} = \alpha$
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	Single welding butt joint without backing up strip
Volume tangki (V_T)	:	125,4641 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	59,6250 in
Diameter Luar (D_o)	:	60 in
Jumlah tangki	:	1 buah
Tebal Silinder (t_s)	:	3/16 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	65,5141 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16 in

Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	10,0766 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Diameter pipa (d_1)	:	12,6582 in
Jumlah	:	1 buah
Dimensi Pengaduk		
Diameter (D_a)	:	23,8500 in
Lebar (W)	:	4,7700 in
Panjang (L)	:	5,9625 in
Tinggi pengaduk (C)	:	19,8730 in
Lebar Baffle (J)	:	4,9688 in
Jenis Pengaduk	:	six blade dengan four baffles
Jumlah pengaduk	:	1 buah
Daya Pengaduk (P)	:	35,6139 hp

14. Rotary Vacuum Filter (H-124)

fungsi	=	Memisahkan cake dari filtrat
Tipe	=	Rotary drum vacuum filter
Volume bahan yang diputar	=	3,9779 ft ³
Luas cake	=	95,470334 ft ²
Diameter drum	=	3,28 ft
Panjang drum	=	15,202282 ft
Daya	=	15 hp
Jumlah	=	1 buah

15. Storage Filtrat (F-125)

Fungsi	:	Tangki penyimpanan filtrat
Tipe	:	Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas <i>standard dished</i> dan tutup bawah flat
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M</i> type 316
Tipe Pengelasan	:	double welding butt joint
Volume tangki (V_T)	:	804,4372 ft ³

Diameter dalam tangki (D_T)	: 151,6340 in
Diameter Luar (D_o)	: 152,1340 in
Tebal Silinder (t_s)	: 1/4 in
Tinggi Silinder (L_s)	: 60,6536 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	: 5/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	: 25,6261 in
Waktu tinggal	: 6 jam
Jumlah tangki	: 1 buah

16. Storage Cake (F-126)

Fungsi	: menyimpan cake
Suhu Gudang	: 30°C
tekanan	: 1 atm
Waktu Tinggal	: 7 Hari
Massa Bahan	: 798,07313 Kg/jam
Volume bahan mengisi gudang diasumsikan 80% dari volume gudang	
Luas	: 13,7 m ²
Panjang	: 8 meter
Lebar	: 4 meter

17. Pompa (L-127)

Fungsi	: Mengalirkan filtrat dari bak penampung ke Evaporator
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	: <i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	: 3500 rpm
Effisiensi	: 85%
Daya pompa	: 9 hp
Diameter dalam pipa	: 0,742 in
Diameter luar pipa	: 1,050 in
Kapasitas pompa	: 16,8239 gpm
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Jumlah	: 1 buah

18. Evaporator (V-120)

Bahan : SA-240 grade M type 316
 Type pengelasan Double welded bult joint
 Faktor Korosi 3/16

Type : silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dished head dan
 tutup bawah berbentuk conis dengan sudut 120°

Feed masuk	4264,5804	Kg/jam
	9401,8396	lb/jam

ha : 6,3375 in
 ruang uap : 24,0000 ft
 hb : 58,5864
 panjang tube : 60

19. Kondensor (E-128)

Bahan : SA-240 grade M type 316
 Bentuk: silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dish head,
 tutup bawah conis dengan alpha 60°

Vtutup bawah : 951,98279 in
 Vsilinder : 3532,0775 in
 V tutup atas : 1428,312294 in
 di : 34,6776 in

20. Cooler (E-129)

Fungsi : Mendinginkan keluaran Evaporator sebelum ke centrifuge
 Tipe : DPHE 2 x 1 1/4" IPS SCH 40
 Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 53 Grade B
 Rate feed : 2.745,5551 kg/jam
 Rate air : 189.131,980 kg/jam

Dimensi anulus

Diameter dalam	:	2,067	in
Diameter luar	:	2,88	in

Dimensi pipa

Diameter dalam	:	1,38	in
Diameter luar	:	1,66	in
Jumlah hair pin	:	1	buah
Jumlah	:	1	buah

21. Pompa (L-130)

Fungsi	:	Mengalirkan larutan dari Evaporator I ke Centrifuge
Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	:	<i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	:	3500 rpm
Effisiensi	:	85%
Daya pompa	:	0,5 hp
Diameter dalam pipa	:	0,493 in
Diameter luar pipa	:	0,675 in
Kapasitas pompa	:	6,1333 gpm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	:	1 buah

22. Centrifuge (H-131)

Jenis	:	Centrifuge type disk peripheral valve
rate volumetrik	:	8,714 gal/min
Diameter bowl	:	24 inch
Diameter disk	:	19,5 inch
Jumlah disk	:	144 buah
Kec. Putar	:	4240 rpm
Power motor	:	7,5 hp
Jumlah	:	1 buah

23. Pompa (L-132)

Fungsi	:	Mengalirkan NaOH ke tangki penampung
--------	---	--------------------------------------

Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	:	<i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	:	3500 rpm
Effisiensi	:	85%
Daya pompa	:	20 hp
Diameter dalam pipa	:	0,364 in
Diameter luar pipa	:	0,540 in
Kapasitas pompa	:	9,3285 gpm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	:	1 buah

24. Storage CaO (F-211)

Fungsi	:	menyimpan CaO.
Suhu Gudang	:	30°C
tekanan	:	1 atm
Waktu Tinggal	:	7 Hari
Massa Bahan	:	40,87297 Kg/jam
Tinggi	:	4 meter
Panjang	:	4 meter
Lebar	:	2 meter

Bak Penampung (F-212)

Fungsi	:	Untuk menampung cake dari centrifuge (H-131) ke Reaktor
Type	:	Persegi empat
Bahan	:	Beton
Tinggi	:	2 meter
Panjang	:	6 meter
Lebar	:	4 meter

25. Belt Conveyor (J-213)

Fungsi	:	Mengangkut CaO dari storage (F-130)
Tipe	:	Throughed Belt on 20° Idles
Kapasitas	:	32 ton/jam
Panjang	:	30,5 m

Kecepatan belt	:	0,0779 m/menit
Daya	:	0,5 hp
Lebar belt	:	35 cm
Luas Area	:	0,01 m ²

26. Heater (E-214)

Fungsi	:	Memanaskan Air Proses sebelum masuk ke Reaktor
Tipe	:	DPHE 2 1/2 x 1 1/4" IPS SCH 40
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 53 Grade B
Rate feed	:	81,7459 kg/jam
Rate Steam	:	498 kg/jam
Jumlah hair pin	:	1 buah
Diameter luar pipa	:	1,38 in
Diameter dalam pipa	:	1,66 in
Panjang	:	12 ft
Jumlah	:	1 buah

27. Mixer (M-215)

Fungsi	:	Melarutkan CaO dengan air
Tipe	:	Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas <i>standard dished</i> dan tutup bawah conical dished dengan sudut puncak $120^\circ = \alpha$
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	Single welding butt joint without backing up strip

Volume tangki (V_T)	:	4,8718 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	37,4533 in
Diameter Luar (D_o)	:	42 in
Jumlah tangki	:	1 buah
Tebal Silinder (t_s)	:	3/16 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	2,3072 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	7,0346 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah	:	12,0161 in

Volume bahan	:	4,4054	ft ³
Luas cake	:	0,73423	ft ³
Diameter drum	:	3,28	ft ³
Panjang drum	:	28,0614	ft ³
Daya	:	8	hp
Jumlah	:	1	buah

31. Storage H₂SO₄ (F-321)

Fungsi	:	Tangki penyimpanan H ₂ SO ₄
Tipe	:	Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas <i>standard dished</i> dan tutup bawah flat
Bahan	:	
Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	double welding butt joint
Volume tangki (V _T)	:	48,8698 ft ³
Diameter dalam tangki (D _T)	:	47,6250 in
Diameter Luar (D _o)	:	48 in
Tebal Silinder	:	
(ts)	:	3/16 in
Tinggi Silinder	:	
(Ls)	:	37,7077 in
Tebal Tutup Atas (t _{ha})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Atas (h _a)	:	8,0486 in
Tebal Tutup Bawah (t _{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Atas (h _a)	:	13,7482 in
Waktu tinggal	:	3 jam
Jumlah tangki	:	1 buah

32. Bak Penampung (F-322)

Fungsi	:	Untuk menampung filtrat dari Rotary Filter (H-218) ke Reaktor Asam
Type	:	Persegi panjang
Bahan	:	Beton
Kapasitas	:	51,88462 ft ³
Jumlah	:	1 buah

Diameter dalam tangki (D_T)	:	141,6569 in
Diameter Luar (D_o)	:	138 in
Tebal Silinder (t_s)	:	1/16 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	229,6306 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	23,1741 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	39,5846 in
Diameter dalam (d_i)	:	125,2500 in
Diameter luar (d_o)	:	126,0000 in
Tebal jaket (t_j)	:	3/8 in
Tebal tutup bawah (t_{hb_j})	:	3/8 in
Tinggi tutup bawah (h_{b_j})	:	4,5130 in

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

29. Cooler (E-217)

Fungsi	:	Mendinginkan keluaran Reaktor sebelum ke Rotary filter
Tipe	:	DPHE 2 x 1 1/4" IPS SCH 40
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 53 Grade B
Rate feed	:	831,8202 kg/jam
Rate air	:	18.151,469 kg/jam
Dimensi anulus		

Diameter dalam	:	2,067 in
Diameter luar	:	2,88 in

Dimensi pipa

Diameter dalam	:	1,38 in
Diameter luar	:	1,66 in
Panjang	:	30 ft
Jumlah hair pin	:	1 buah
Jumlah	:	1 buah

30. Rotary Vacuum Filter (H-218)

fungsi	:	Untuk memisahkan antara CaC_2O_4 dengan filtrat
Tipe	:	Rotary drum vacuum filter

(h_b)

Diameter pipa (d₁) : 1,2577 in
Jumlah : 1 buah

Dimensi Pengaduk

Diameter (D_a) : 14,9813 in
Lebar (W) : 2,9963 in
Panjang (L) : 3,7453 in
Tinggi pengaduk (C) : 12,4832 in
Lebar Baffle (J) : 3,1211 in
Jenis Pengaduk : six blade dengan four b
Jumlah pengaduk : 1 buah
Daya Pengaduk (P) : 8,4406 hp

28. Bucket Elevator (J-216)

Fungsi : Mengangkut slurry dari centrifuge menuju Liming Tank
Kapasitas : 709,201 kg/jam = 0,709 ton/jam

Dari Perry's, edisi 7, tabel 21-8:

kapasitas = 14 ton/jam
Ukuran bucket = 6 x 4 x 4 1/2 in
Kecepatan = 225 ft / min
head shaft = 43 r / min
Power yang dibutuhkan pada head shaft = 1 hp
Ukuran head = 1,9375
Ukuran tail = 1,6875
Lebar belt = 7 in

Reaktor Liming (R-210)

Fungsi : Mereaksikan Na₂C₂O₂ dengan Ca(OH)₂
Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas
standard dished dan tutup bawah *conical dished*
dengan sudut puncak 120
Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*
Tipe Pengelasan : Double welding butt joint
Volume tangki (V_T) : 2.200,5970 ft³

Ukuran

panjang : 7 m

lebar : 5 m

tinggi : 3 m

33. Bucket Elevator (J-323)

Fungsi : Mengangkut CaC_2O_4 menuju Reaktor

Kapasitas : 272,697 kg/jam = 0,2727 ton/jam

Dari Perry's, edisi 7, tabel 21-8:

kapasitas = 14 ton/jam

Ukuran bucket = $6 \times 4 \times 4$
1/2 in

Kecepatan = 225 ft / min

head shaft = 43 r / min

Power yang dibutuhkan pada head shaft = 1 hp

Ukuran head = 1,9375

Ukuran tail = 1,6875

Lebar belt = 7 in

34. Reaktor Asam (R-320)

Fungsi : Mereaksikan CaC_2O_4 dengan H_2SO_4

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas
standard dished dan tutup bawah conical dished
dengan sudut puncak

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*

Tipe Pengelasan : Single welding butt joint without backing up strip

Volume tangki (V_T) : 15,3779 ft^3

Diameter dalam tangki (D_T) : 27,6250 in

Diameter Luar (D_o) : 28 in

Tebal Silinder (t_s) : 3/16 in

Tinggi Silinder (L_s) : 38,7187 in

Tebal Tutup Atas (t_{ha}) : 3/16 in

Tinggi Tutup Atas (h_a) : 4,6686 in

Tebal Tutup Bawah (t_{hb}) : 3/16 in

Tinggi Tutup Bawah (h_b) : 7,9747 in
 Diameter pipa (d_1) : 0,8472 in
 Jumlah : 1 buah

Dimensi Pengaduk

Diameter (D_a) : 11,0500 in
 Lebar (W) : 2,2100 in
 Panjang (L) : 2,7625 in
 Tinggi pengaduk (C) : 9,2074 in
 Lebar Baffle (J) : 2,3021 in
 Jenis Pengaduk :
 Jumlah pengaduk : 1 buah
 Daya Pengaduk (P) : 22,5701 hp

35. Filter Press (H-324)

Nama alat : Filter Press
 Luas pengepresan : 141,3218384 ft²/ton
 Luas saringan : 640 ft²
 Tinggi frame : 32 in
 Lebar frame : 32 in
 Jumlah frame : 45 buah
 Jumlah frame : 1 buah

36. Storage Gypsum (F-325)

Fungsi : menyimpan gypsum
 Kapasitas : 707,372 ft³
 Jumlah : 1 buah
 Ukuran
 panjang : 15 m
 lebar : 10 m
 tinggi : 5 m

37. Tangki Asam Oksalat Cair (F-411)

Fungsi : Tangki penyimpanan Asam Oksalat cair
 dari filter press
 Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas

standard dished dan tutup bawah flat

Bahan	:	
Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	double welding butt joint
Volume tangki (V_T)	:	12,1057 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	37,4365 in
Diameter Luar (D_o)	:	37,9365 in
Tebal Silinder (t_s)	:	1/4 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	14,9746 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	5/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	6,3268 in
Waktu tinggal	:	1 hari
Jumlah tangki	:	1 buah

38. Pompa (L-412)

Fungsi	:	Mengalirkan Asam Oksalat ke Evaporator
Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	:	<i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	:	3500 rpm
Effisiensi	:	85%
Daya pompa	:	0,5 hp
Diameter dalam pipa	:	0,269 in
Diameter luar pipa	:	0,405 in
Kapasitas pompa	:	0,0255 gpm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	:	1 buah

39. Evaporator (V-410)

Bahan :	SA-240 grade M type 316
Type pengelasan	Double welded bult joint
Faktor Korosi	3/16
Type :	silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dished head dan tutup bawah berbentuk conis dengan sudut 120o
ha	: 6,3375 in

ruang uap : 24,0000 ft
 hb : 58,5864
 panjang tube : 60

40. Kondensor (E-413)

Bahan : SA-240 grade M type 316

Bentuk: silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dish head,
 tutup bawah conis dengan alpha 60°

Vtutup bawah : 951,98279 in
 Vsilinder : 3532,0775 in
 V tutup atas : 1428,312294 in
 di : 34,6776 in

41. Cooler (E-421)

Fungsi : Mendinginkan keluaran Evaporator sebelum ke Kristallizer

Tipe : DPHE 2 x 1 1/4" IPS SCH 40

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 53 Grade B

Dimensi anulus

Diameter dalam : 2,067 in
 Diameter luar : 2,88 in

Dimensi pipa

Diameter dalam : 1,38 in
 Diameter luar : 1,66 in

Panjang : 40 ft

Jumlah hair pin : 1 buah

Jumlah : 1 buah

42. Pompa (L-422)

Fungsi : Mengalirkan Asam Oksalat ke kristalizer

Tipe : *Centrifugal Pump*

Jumlah stage : *Single stage*

Kecepatan putaran : 3500 rpm

Effisiensi : 85%

Daya pompa : 0,5 hp

Diameter dalam pipa : 0,269 in

Diameter luar pipa	:	0,405 in
Kapasitas pompa	:	0,0177 gpm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	:	1 buah

43. Kristalizer (X-420)

Kapasitas	:	157,067442 kg/jam
Kec. Volumetrik	:	3,133028 ft ³ /jam
Diameter	:	24 in
Panjang	:	120 in

44. Centrifuge (H-423)

Fungsi	:	Memisahkan kristal dari larutan induk
Jenis	:	Centrifuge type disk peripheral valve
rate volumetrik	:	0,391 gal/min
Diameter bowl	:	7 inch
Kec. Putar	:	12000 rpm
Power motor	:	0,5 hp
Jumlah	:	1 buah

45. Tangki penampung (F-424)

Fungsi	:	Tangki penyimpanan H ₂ SO ₄ sebelum di recycle
Tipe	:	Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas <i>standard dished</i> dan tutup bawah flat
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe Pengelasan	:	double welding butt joint
Volume tangki (V_T)	:	29,6950 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	50,4886 in
Diameter Luar (D_o)	:	50,9886 in
Tebal Silinder (t_s)	:	1/4 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	20,1954 in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	5/16 in
Tinggi Tutup Atas (h_a)	:	8,5326 in
Waktu tinggal	:	1 hari
Jumlah tangki	:	1 buah

46. Pompa (L-425)

Fungsi	:	Mengalirkan H ₂ SO ₄ recycle ke Reaktor H ₂ SO ₄
Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah stage	:	<i>Single stage</i>
Kecepatan putaran	:	3500 rpm
Effisiensi	:	85%
Daya pompa	:	0,5 hp
Diameter dalam pipa	:	0,215 in
Diameter luar pipa	:	0,405 in
Kapasitas pompa	:	0,0042 gpm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Jumlah	:	1 buah

47. Screw Conveyor (J-511)

Fungsi	:	Mengangkut asam oksalat
Jumlah	:	1 buah
Tipe	:	Plain spouts
Diameter pipa	:	2 1/2 in
Diameter "shaft"	:	2 in
Diameter "flights"	:	9 in
Ukuran "lumps"	:	3/4
Kecepatan	:	40 r/menit
Power	:	4,8 hp

48. Cyclone (H-512)

Fungsi	:	Menangkap produk yang terikut gas keluar dari Rotary Dryer
Material	:	Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	:	1 buah
	B _c =	0,0021 in
	D _c =	0,0084 in
	D _e =	0,0042 in
	H _c =	0,0042 in

$$L_c = 0,0169 \text{ in}$$

$$S_c = 0,0011 \text{ in}$$

$$Z_c = 0,0169 \text{ in}$$

$$J_c = 0,0021 \text{ in}$$

49. Blower (G-513)

Fungsi	:	menghembuskan udara menuju ke Rotary Dryer
Type	:	Centrifugal Blower
Kecepatan	:	78,165263 ft ³ /jam
Efisiensi blower	:	75%
Daya	:	0,5 hp

50. Heater (E-514)

Fungsi	:	Memanaskan Udara sebelum masuk ke Rotary dryer
Type	:	DPHE 2 1/2 x 1 1/4" IPS SCH 40
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 53 Grade B
Jumlah hair pin	:	1 buah
Diameter luar pipa	:	1,38 in
Diameter dalam pipa	:	1,66 in
Panjang	:	12 ft
Jumlah	:	1 buah

51. Rotary Dryer (B-510)

Fungsi	:	Mengeringkan kristal Asam Oksalat
Type	:	Rotary dryer dengan aliran counter-current
Material	:	Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	:	1 buah
Diameter	:	3,2 ft
Panjang	:	12,8 ft
Kecepatan putar	:	7,460 rpm
Daya	:	0,264 kW
Kemiringan	:	0,352 derajat

52. Bin Produk (F-516)

Fungsi	:	Tangki penyimpanan Produk sebelum dikemas
Type	:	Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas

flat dan tutup bawah conical

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*

Tipe Pengelasan : double welding butt joint

Volume tangki (V_T) : 20,2669 ft³

Diameter dalam tangki (D_T) : 31,6250 in

Diameter Luar (D_o) : 32,0000 in

Tebal Silinder (t_s) : 3/16 in

Tinggi Silinder (L_s) : 41,5636 in

Tebal Tutup bawah (t_{hb}) : 3/16 in

Tinggi Tutup bawah (h_b) : 8,7606 in

Waktu tinggal : 6 jam

Jumlah tangki : 1 buah

53. Storage Produk (F-517)

Fungsi : Menyimpan produk yang telah dikemas

Kapasitas : 567,4749 ft³

Jumlah : 1 buah

Ukuran

panjang : 15 m

lebar : 10 m

tinggi : 5 m

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat	: Reaktor
Kode	: R – 110
Fungsi	: Untuk mereaksikan sellulosa dari enceng gondok dengan NaOH 50%
Jumlah	: 1 buah
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dishead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.
Perlengkapan	: Pengaduk dan coil pemanas.
Kondisi operasi	: - Temperatur = 200°C - Tekanan = 1 atm - Waktu operasi = 3 jam - Fase = liquid – solid - Densitas campuran = 34,1067 lb/ft ³

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 butt joint.
 $E = 0,8$ (Brownell & Young, tabel 13.2 hal. 254)
- Faktor korosi (C) : 1/16
- Bahan masuk : 7037,7281 lb/jam

6.1. Rancangan dimensi reaktor

Menentukan volume reaktor

$$\begin{aligned}\text{Bahan masuk} &: 7037,7281 \text{ lb/jam} \\ \rho \text{ campuran} &: 34,1067 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Rate volumetrik} &= \frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}} \\ &= \frac{7037,7281 \text{ lb/jam}}{34,1067 \text{ lb/ft}^3}\end{aligned}$$

$$= 206,3444 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume liquid} = 206,3444 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam} = 619,0332 \text{ ft}^3$$

Diasumsikan volume ruang kosong = 20% volume liquid serta volume coil dan pengaduk = 10 % volume liquid.

$$\begin{aligned} \text{Volume ruang kosong} &= 25\% \times 619,0332 \text{ ft}^3 \\ &= 154,7583 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume coil \& pengaduk} &= 10\% \times 619,0332 \text{ ft}^3 \\ &= 61,90332 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi volume total} &= V \text{ liquid} + V \text{ ruang kosong} + V \text{ (coil \& pengaduk)} \\ &= 619,0332 \text{ ft}^3 + 154,7583 \text{ ft}^3 + 61,90332 \text{ ft}^3 \\ &= 835,69482 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Menentukan dimensi silinder

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

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

$$835,69482 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot D_i^3}{24 \cdot \tan(60)} + \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot L_s + 0,0847 D_i^3, \text{ dimana } L_s = 1,5 D_i$$

$$835,69482 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot D_i^3}{24 \cdot \tan(60)} + \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot 1,5 D_i + 0,0847 D_i^3$$

$$D_i = 8,549 \text{ ft} = 102,5826 \text{ in}$$

Menentukan tinggi liquida (L_{ls})

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

$$619,0332 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot D_i^3}{24 \cdot \tan \frac{1}{2} \alpha} + \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot L_{ls}$$

$$619,0332 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot (8,549)^3}{24 \cdot \tan(60)} + \frac{\pi \cdot (8,549)^2}{4} \cdot L_{ls}$$

$$L_{ls} = 9,9684 \text{ ft}$$

Menentukan tebal silinder (t_s)

Tekanan operasi dari liquida itu sendiri, maka dasar perancangannya pada tekanan 1 atm ($P_{\text{operasi}} = 14,696 \text{ Psi}$)

$$P_{\text{alat}} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{liquid}}$$

$$P_{\text{liquid}} = \frac{\rho g L_{LS}}{144 \times 32,174} = 3,6305 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{alat}} = 3,6305 \text{ psig}$$

$$\text{Sehingga, tebal silinder, } tS = \frac{P_{\text{alat}} D_T}{2 (f E - 0,6 P_{\text{alat}})} + C = 0,0625 \text{ in}$$

kemudian tS hasil perhitungan distandarisasi sesuai tabel 5.7 (brownell, 1959)

sehingga diperoleh tS sebesar $\frac{3}{16}$ in.

Menentukan Diameter Silinder (DO)

$$DO = Di + 2tS = 102,9576 \text{ in} = 8,5798 \text{ ft} = 2,6151 \text{ m}$$

kemudian tS hasil perhitungan distandarisasi sesuai tabel 5.7 (brownell, 1959)

Menentukan Diameter Silinder (DO)

$$DO \quad DT + 2tS = 102,9576 \text{ in} = 8,5798 \text{ ft} = 2,6151 \text{ m}$$

dari tabel 5.7 (brownell, 1959) diperoleh pendekatan

$$DO \quad 108 \text{ in} = 2,7432 \text{ m} = 9,0000 \text{ ft}$$

$$icr \quad 6 \frac{1}{2} \text{ in} = 0,1651 \text{ m} = 0,5417 \text{ ft}$$

$$r \quad 102 \text{ in} = 2,5908 \text{ m} = 8,5000 \text{ ft}$$

$$tS \quad \frac{3}{8} \text{ in} = 0,0095 \text{ m} = 0,0313 \text{ ft}$$

Kemudian menentukan DT baru berdasarkan Do dan tS yang diperoleh,

$$DT = DO - 2tS = 107,2500 \text{ in} = 8,9375 \text{ ft} = 2,7242$$

Menentukan tinggi silinder (L_s)

$$L_s = 1,5 Di = 1,5 (107,2500) \text{ in} = 160,875 \text{ in} = 13,40625 \text{ ft}$$

Menentukan dimensi tutup atas

➤ Tutup atas berbentuk standard dishead

$$- r = 102 \text{ in (Brownell \& Young tabel 5.7 hal. 90)}$$

$$- icr = 6 \frac{1}{2} \text{ in (Brownell \& Young tabel 5.6 hal. 88)}$$

$$- sf = 2,0 \text{ (Brownell \& Young tabel 5.6 hal. 88)}$$

Tebal tutup atas (tha) :

Dari Brownell & Young, persamaan 13.12 hal. 258 :

$$tha = \frac{0,885 \times P_i \cdot D_i}{f \cdot E - 0,1 \cdot P_i} + C$$

$$tha = \frac{0,885 \times (3,6305) \cdot (107,25)}{(18750) \cdot (0,8) - 0,1 \cdot (3,6305)} + (1/16)$$

$$tha = 0,0885 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tinggi tutup atas (ha) :

$$a = D_i/2 = (107,2500/2) \text{ in} = 53,625 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = (53,625 - [6 \frac{1}{2}]) \text{ in} = 47,125 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = (102 - [6 \frac{1}{2}]) \text{ in} = 95,5 \text{ in}$$

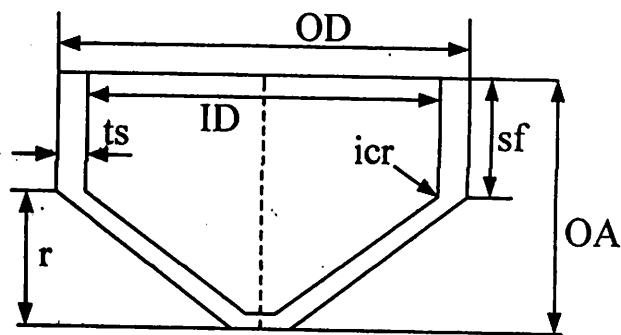
$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(95,50)^2 - (47,125)^2} = 83,063 \text{ in}$$

$$b = r - AC = (102 - 83,063) \text{ in} = 18,9369 \text{ in}$$

$$ha = tha + b + sf = (3/16) \text{ in} + 18,9369 \text{ in} + 2,0 \text{ in}$$

$$ha = 21,1244 \text{ in}$$

Menentukan dimensi tutup bawah



Tebal tutup bawah (thb) :

$$thb = \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6 P_i) \cos \alpha} + C, \text{ dimana } de = D_i \quad o$$

$$thb = \frac{(3,6305) \cdot (107,250)}{[(18750) \cdot (0,8) - (0,6)(3,6305)] \cos 120} + \left(\frac{1}{16}\right)$$

$$thb = 0,0885 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

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

Tinggi tutup bawah (hb) :

$$r = \frac{\frac{1}{2} \cdot D_i}{\tan \frac{1}{2} \alpha}$$

$$r = \frac{\frac{1}{2} \cdot (107,250)}{\tan \frac{1}{2} (120)} = 30,9604 \text{ in}$$

$$hb = r + sf = 30,9604 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 32,9604 \text{ in}$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut :

$$L/Da = 1/4$$

$$L = 1/4 \cdot Da = 10,7250 \text{ in} = 0,8938 \text{ ft}$$

• **Perhitungan daya pengaduk**

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

Dimana :

P = daya pengaduk

N_p = power number

ρ = densitas bahan = 34,1067 lb/ft³

Da = diameter impeller = 35,7500 in = 2,97917 ft

gc = 32,1740 lb.ft/dt².lbf

n = putaran pengaduk, ditetapkan n = 120 rpm = 2,0 rps (Perry, edisi 6 hal. 19-6)

Menghitung bilangan Reynold (N_{Re})

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

dengan μ bahan = 0,35 cp = (0,35) x (6,7197.10⁻⁴) = 2,3519.10⁻⁴ lb/ft.s

$$N_{Re} = \frac{(2,97917 \text{ ft})^2 \times (2,0) \times (37,9099 \text{ lb/ft}^3)}{2,3519 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft} \cdot \text{s}}$$

$$N_{Re} = 960415,2964$$

Dari Geankoplis hal 144, diketahui aliran liquid adalah turbulen ($N_{Re} > 10^4$).

Dari geankoplis, diperoleh $N_p = 5$.

$$P = 5 \times 37,9099 \times 2^3 \times 2,97917^5 / 32,740$$

$$P = 51165,4747 \text{ lb.ft/dt}$$

$$= (51165,4747 / 550)$$

$$= 93,028136 \text{ Hp} = 94 \text{ Hp}$$

• **Perhitungan poros pengaduk**

1. Diameter poros

$$T = \frac{\pi \cdot S \cdot D^2}{16}$$

(Hesse, pers. 16-1 hal. 465)

Dengan :

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

$$H = \text{daya motor pada poros} = 94 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 120 \text{ rpm}$$

Sehingga :

$$T = \frac{(63025) \cdot (94)}{120} = 49369,58333 \text{ lb.in}$$

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

$$S = \text{maksimum design shering stress yang diijinkan}$$

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

$$= 7200 \text{ lb/in}^2$$

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D) :

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

$$D = \left(\frac{16 \times 49369,333 \text{ lb.in}}{\pi \times 7200 \text{ lb/in}^2} \right)^{1/3}$$

$$D = 34,9395 \text{ in}$$

2. Panjang poros

Rumus :

$$L = h + i - Z_i$$

Dimana :

$$L = \text{panjang poros (ft)}$$

$$Z_i = \text{jarak impeller dari dasar tangki} = 29,7887 \text{ in} = 2,4824 \text{ ft}$$

$$i = \text{panjang poros diatas bejana tangki} = 8,9375 \text{ in} = 0,7448 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi silinder + tinggi tutup atas}$$

$$= (160,875 + 14,6113) \text{ in} = 148,6738 \text{ in} = 12,38948 \text{ ft}$$

Jadi panjang poros pengaduk :

$$L = (148,6738 \text{ in} + 21,1244 \text{ in}) - 29,7887 \text{ in}$$

$$= 140,014 \text{ in} = 11,6678 \text{ ft}$$

6.2. Perhitungan Nozzle

Perencanaan :

- Nozzle pada tutup atas standard dishead
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed
 - Nozzle untuk pengeluaran gas
- Nozzle untuk silinder reaktor
 - Nozzle untuk pemasukan koil
 - Nozzle untuk pengeluaran koil
- Nozzle pada tutup bawah conical
 - Nozzle untuk pengeluaran produk
- Digunakan flange standard type Welding neck pada :
 - Nozzle untuk pemasukan feed
 - Nozzle untuk pemasukan larutan NaOH
 - Nozzle untuk pemasukan koil
 - Nozzle untuk pengeluaran koil
 - Nozzle untuk pengeluaran produk
- Bahan konstruksi untuk nozzle menggunakan High Alloy Steel.

Dasar Perhitungan

a. Nozzle pemasukan feed

$$\begin{aligned}
 \text{- Rate feed masuk} &= 7037,7281 \text{ lb/jam} \\
 \text{- Densitas feed} &= 34,1067 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetric} &= 206,3444 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,059966 \text{ ft}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Perhitungan :

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

$$\begin{aligned}
 Di_{opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (p)^{0,13} \\
 &= 3,9 \cdot (0,059966)^{0,45} \cdot (37,9099)^{0,13} \\
 &= 1,763436 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 2 in Sch. 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{- ID} &= 2,067 \text{ in} \\
 \text{- OD} &= 2,375 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$- A = 0,02330 \text{ ft}^2$$

b. Nozzle pengeluaran gas

$$- \text{Rate gas keluar} = 440,568177 \text{ kg/jam} = 971,276603 \text{ lb/jam}$$

$$- \text{Densitas gas keluar} = 38,98 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate gas keluar}}{\rho \text{ gas keluar}} \\ &= \frac{51,1427 \text{ lb/jam}}{0,0559 \text{ lb/ft}^3} = 914,8962 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,006921 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhaus fig. 14.2 hal. 498, didapatkan D_i optimum :

$$\begin{aligned} D_i \text{ opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,006921)^{0,45} \cdot (0,0559)^{0,13} \\ &= 0,669828 \text{ in} \\ &= 0,055819 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 1/2 in IPS Sch. 40

dengan ukuran :

$$- ID = 0,622 \text{ in}$$

$$- OD = 0,840 \text{ in}$$

$$- A = 0,00211 \text{ ft}^2$$

c. Nozzle pemasukan dan pengeluaran koil pemanas

$$- \text{Rate steam masuk} = 1.749,9916 \text{ kg/jam} = 3.858,0314 \text{ lb/jam}$$

$$- \text{Densitas steam} = 49,89436 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate steam masuk}}{\rho \text{ steam}} \\
 &= \frac{3.858,0314 \text{ lb/jam}}{49,89436 \text{ lb/ft}^3} = 2.418,8698 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,6719 \text{ ft}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Di opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\
 &= 3,9 \cdot (0,6719)^{0,45} \cdot (49,89436)^{0,13} \\
 &= 0,56526 \text{ in}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 - \text{ ID} &= 1,049 \text{ in} \\
 - \text{ OD} &= 1,315 \text{ in} \\
 - \text{ A} &= 0,494 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

d. Nozzle manhole

lubang manhole = 20 in

Dari brownel & young, maka dipilih pipa 20 in Sch. 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 - \text{ ID} &= 18,814 \text{ in} \\
 - \text{ OD} &= 20 \text{ in} \\
 - \text{ A} &= 36,2 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

e. Nozzle pengeluaran produk

$$\begin{aligned}
 - \text{ Rate feed masuk} &= 7037,7281 \text{ lb/jam} \\
 - \text{ Densitas produk} &= 98,3207 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}} \\
 &= \frac{7037,7281 \text{ lb/jam}}{98,3207 \text{ lb/ft}^3} = 71,5793 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,01988 \text{ ft}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 &= 3,9 \cdot (0,01988)^{0,45} \cdot (98.3207)^{0,13} \\
 &= 1,288206 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 1 1/4 in Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 1,380 in
- OD = 1,660 in
- A = 0,01040 ft²

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

Tabel 6.6.1. Dimensi Flange pada masing-masing Pipa

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
a	2	6	3/4	3 5/8	3 1/6	2,38	2 1/2	2,07
b	1/2	3 1/2	1/16	1 3/8	1 1/16	0,84	1 3/8	0,62
c	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1,32	2 3/16	1,05
d	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19,25
d	1 1/4	4 5/8	5/8	2 1/2	2 1/16	1,66	2 1/4	1,38

Keterangan :

- Nozzle a = Nozzle untuk pemasukan feed
- Nozzle b = Nozzle untuk pengeluaran gas
- Nozzle c = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran koil pemanas Nozzle
- Nozzle d = Nozzle Manhole
- Nozzle e = Nozzle untuk pengeluaran produk
- NPS = Ukuran pipa nominal, in
- A = Diameter luar flange, in
- T = Ketebalan flange minimum, in
- R = Diameter luar pembesaran permukaan, in
- E = Diameter pusat dari dasar, in
- K = Diameter hubungan pada titik pengelasan, in
- L = Panjang julakan, in

- B = Diameter dalam flange, in

Tabel 6.6.2. Dimensi Diameter Flange

No.	Nozzle	NPS	Diameter Lubang	Diameter Baut	Sirkulasi Baut	Jumlah Baut
1.	a	2	¾	5/8	4 ¾	6
2.	b	1	5/8	½	3 1/8	2
3.	c	20	1 ¼	1 1/8	2 5/8	2
4.	d	1 ¼	¾	5/8	25	170

6.3. Perhitungan Coil Pemanas

Dalam reaktor, reaksi terjadi adalah reaksi endotermis dan beroperasi pada suhu 200°C. Sehingga diperlukan coil pemanas dengan steam sebagai media pemanas untuk memberikan panas pada reaksi tersebut sehingga reaksi tetap pada suhu 200°C.

Dasar perencanaan :

- Kebutuhan steam dalam reaktor = 717.789,322 kkal/jam
- Menggunakan coil pemanas dengan bentuk spiral
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
(Brownell & Young, tabel 13.1 hal. 251)
- Menentukan ΔT_{LMTD} :
 - t_1 = suhu bahan masuk = 150°C = 302°F
 - t_2 = suhu bahan keluar = 200°C = 392°F
 - T_1 = suhu steam masuk = 250°C = 482°F
 - T_2 = suhu steam keluar = 250°C = 482°F
 - Δt_1 = (482 – 392) °F = 90 °F
 - Δt_2 = (482 – 302) °F = 180°F
 - ΔT_{LMTD} =
$$\frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(90 - 180)^\circ F}{\ln \frac{90^\circ F}{180^\circ F}}$$

= 129,8701°F
- Menentukan suhu kaloric :
 - T_c = ½ (T₁ + T₂) = ½ (482 + 482)°F = 482°F
 - t_c = ½ (t₁ + t₂) = ½ (302 + 392)°F = 347°F

- $\left(\frac{\mu}{\mu \cdot W}\right)^{0,14} = 1$
- $C_p =$ kapasitas panas campuran = 7,0390 Btu/lb.°F
- $\mu =$ viskositas campuran = 0,1 cp
- $k =$ konduktivitas thermal campuran = 0,2
(Kern, tabel 5 hal. 801)
- $D_i =$ 0,172250 ft

Sehingga :

$$h_o = (2000) \times \left(\frac{0,2}{0,172250}\right) \times \left(\frac{(7,039) \times (0,024 \times 2,42)}{0,2}\right)^{1/3}$$

$$= 4746,8889 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

- *Tahanan panas pada pipa dalam keadaan bersih*

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

$$U_c = \frac{\left(1500 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}\right) \times \left(4746,8889 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}\right)}{\left(1500 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}\right) + \left(4746,8889 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}\right)}$$

$$= 1139,8207 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

- *Tahanan panas pada pipa dalam keadaan kotor*

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

$$0,003 = \frac{1139,8207 - U_d}{1139,8207 \times U_d}$$

$$U_d = 1105,2945 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

- *Luas permukaan perpindahan panas*

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T_{LMTD}} \text{ ft}^2$$

$$= \frac{89.104.930,24 \text{ Btu/h}}{\left(1105,2945 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}\right) \times \left(129,8701 \text{ °F}\right)}$$

$$= 58,59 \text{ ft}^2$$

- *Panjang coil pemanas*

$$L = A / a''$$

$$L = \frac{58,5950 \text{ ft}^2}{0,622 \text{ ft}^2 / \text{ft}}$$

$$L = 94,2042 \text{ ft}$$

- *Jumlah lilitan coil pemanas*

$$n_c = \frac{L}{(\pi \times D_{\text{coil}})}$$

$$D_{\text{pengaduk}} < D_{\text{coil}} < D_{\text{bejana}} = 2,9792 \text{ ft} < D_{\text{coil}} < 7,4479 \text{ ft}$$

$$D_{\text{coil}} = 5,5 \text{ ft}$$

$$n_c = \frac{94,2042 \text{ ft}}{(\pi \times 5,5 \text{ ft})} = 5,4548 \approx 6 \text{ lilitan}$$

- *Tinggi coil pemanas*

$$\begin{aligned} L_c &= [(n_c - 1)(n_c + D_o) + D_o] \\ &= [(6 - 1) \times (6 \times 0,172250 \text{ ft}) + (0,172250 \text{ ft})] \\ &= 6,0507 \text{ ft} = 72,6087 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena $L_c (6,0507 \text{ ft}) < L_{ls} (11,1719 \text{ ft})$, jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai.

6.4. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reactor

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

1. Flange

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

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Allowable stress (f)	:	17470
Type flange	:	Ring flange loose type

2. Baut

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)	:	10810 psi

3. Gasket

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

Bahan konstruksi : asbestos filled

Gasket factor (m) : 3,75

Min design seating stress (y) : 9000 psia

6.5.1. Perhitungan Tebal Gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal. 226 :

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

Dimana :

- d_o = diameter luar gasket
- d_i = diameter dalam gasket
- y = yield stress (9000 psia)
- p = internal pressure (17,9488 psia)
- m = gasket factor (3,75)

Diketahui d_i gasket = Do shell = 90 in = 7,5 ft

Maka didapatkan :

$$\frac{d_o}{7} = \sqrt{\frac{9000 - (17,9488 \times 3,75)}{9000 - 17,9488(3,75 + 1)}}$$

$$\frac{d_o}{7} = 1,001006$$

$$d_o = 7,5075 \text{ ft} = 90,059 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} &= \frac{d_o - d_i}{2} \\ &= \frac{(90,059 - 90) \text{ in}}{2} \\ &= 0,045278 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in} \end{aligned}$$

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

Diameter rata-rata gasket (G) = $d_i + n$

$$= 90 \text{ in} + 0,1875 \text{ in}$$

$$= 90,1875 \text{ in}$$

$$= 7,515625 \text{ ft}$$

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, fig. 12.12 hal. 229 :

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

- Sehingga didapatkan H_y :

$$H_y = W_{m2} = (\pi) \times (0,09375) \times (90,1875) \times (9000)$$

$$H_y = 238940,5078 \text{ lb}$$

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

Beban baut agar tidak bocor (H_p)

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

$$H_p = 2 \times (\pi) \times (0,09375) \times (90,1875) \times (3,75) \times (17,9488)$$

$$H_p = 3573,9128 \text{ lb}$$

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

Beban karena tekanan dalam (H)

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

$$H = (\pi/4) \times (90,1875)^2 \times (17,9488)$$

$$H = 114603,4712 \text{ lb}$$

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

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

$$W_{m1} = H + H_p$$

$$= 114603,4712 \text{ lb} + 3573,9128 \text{ lb}$$

$$= 118177,384 \text{ lb}$$

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

➤ Perhitungan luas minimum bolting area

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal.240

$$A_{m1} = \frac{W_{m1}}{f_b}$$

$$A_{m1} = \frac{118177,384 \text{ lb}}{10810 \text{ lb/in}^2}$$

$$= 10,9322 \text{ in}^2$$

➤ *Perhitungan Bolting Optimum*

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Ukuran baut = 2 in
- Root area = 2,3 in²

$$\text{Jumlah bolting optimum} = \frac{A_{m2}}{\text{root area}} = \frac{10,93222 \text{ in}^2}{2,3 \text{ in}^2}$$

$$= 4,753 \approx 5 \text{ buah}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Bolt spacing distance preference (B_s) = 3 in
- Minimum radial distance (R) = 2 ½ in
- Edge distance (E) = 2 in
- Bolting circle diameter (C) :

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

Dimana :

- D_i shell = 89,3750 in
- g_o = tebal shell (t_s) = 3/16 in

Maka bolting circle diameter (C) :

$$C = (89,3750 \text{ in}) + 2 [(14,5) \cdot (3/16 \text{ in}) + (2 \frac{1}{2} \text{ in})]$$

$$= 99,8125 \text{ in}$$

- Diameter luar flange :

$$\text{OD} = C + 2 E$$

$$= (99,8125 \text{ in}) + (2 \times 2 \text{ in})$$

$$= 103,8125 \text{ in}$$

- Check lebar gasket :

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

$$A_b \text{ actual} = 5 \times 2,3 \text{ in}^2$$

$$A_b \text{ actual} = 11,5 \text{ in}^2$$

- Lebar gasket minimum

$$\begin{aligned}
 L &= A_{b, \text{actual}} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times g} \\
 &= 11,5 \times \frac{10810}{2 \times \pi \times 9000 \times 90,1875} \\
 &= 0,02252n
 \end{aligned}$$

Karena $L < 2$ in, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi.

➤ *Perhitungan Moment*

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

$$\begin{aligned}
 W &= \left(\frac{A_m + A_b}{2} \right) f_a \\
 W &= \left(\frac{10,9322 + 11,5}{2} \right) \times 10810 \\
 &= 121246,041 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 h_G &= \frac{C - G}{2} \\
 h_G &= \frac{99,8125 \text{ in} - 90,1875 \text{ in}}{2} = 4,8125 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- ✓ Moment flange (M_a) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$\begin{aligned}
 M_a &= W \cdot h_G \\
 M_a &= (121246,041 \text{ lb}) \times (4,8125 \text{ in}) \\
 M_a &= 583496,5723 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

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

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{ml} = 121246,041 \text{ lb}$$

- ✓ Hidrastic and force pada daerah dalam flange (H_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 243 :

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

Dimana :

$$- \quad B \quad = \quad D_o \text{ shell reactor} = 90 \text{ in}$$

$$- \quad p \quad = \quad \text{tekanan operasi} = 17,9488 \text{ lb/in}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Maka :} \quad H_D &= (0,785) \times (90 \text{ in})^2 \times (89,7 \text{ lb/in}^2) \\ &= 114127,4448 \text{ lb} \end{aligned}$$

✓ Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.100 hal. 243 :

$$\begin{aligned} h_D &= \frac{C - B}{2} \\ &= \frac{1}{2} (99,8125 \text{ in} - 90 \text{ in}) \\ &= 4,90625 \text{ in} \end{aligned}$$



✓ Moment M_D

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D \\ &= (114127,4448 \text{ lb}) \times (4,90625 \text{ in}) \\ M_D &= 559937,7761 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} H_G &= W - H = W_{ml} - H \\ &= (121246,041 \text{ lb}) - (114603,4712 \text{ lb}) \\ &= 6642,5698 \text{ lb} \end{aligned}$$

✓ Moment M_G

Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \\ &= (6642,5698 \text{ lb}) \times (4,8125 \text{ in}) \\ &= 105529,443970 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D \\ &= (114603,4712 \text{ lb}) - (114127,4448 \text{ lb}) \\ &= 476,0264 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \\ &= \frac{1}{2} (4,90625 \text{ in} + 4,8125 \text{ in}) \end{aligned}$$

$$= 4,859375 \text{ in}$$

✓ Moment M_T

Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T \\ &= (476,0264 \text{ lb}) \times (4,859375 \text{ in}) \\ M_T &= 2313,190788 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_o) :

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= (559937,7761 + 105529,443970 + 2313,190788) \text{ lb.in} \\ &= 667780,4108 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_a < M_o$, maka $m_{\max} = M_o = 667780,4108 \text{ lb.in}$

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

Tebal flange :

t = tebal flange

M_o = momen total pada keadaan operasi

F = allowable stress

B = diameter dalam flange

$Y = 60$ (konstanta)

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{\frac{60 \times 667780,4108}{18750 \times 90}} \\ &= 4,8727 \text{ in} \end{aligned}$$

Kesimpulan Perancangan :

1. Flange

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Allowable stress (f)	:	18750
Tebal flange	:	4,8727 in
Diameter dalam (D_i) flange	:	90 in
Diameter luar (D_o) flange	:	103,8125 in
Type flange	:	Ring flange loose type

2. Bolting

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Ukuran baut	:	2 in
Jumlah baut	:	11 buah
Allowable stress (f)	:	10810

3. Gasket

Bahan konstruksi	:	asbestos filled
Gasket factor (m)	:	3,75
Min design seating stress (y)	:	9000 psia
Tebal gasket	:	3/16 in = 0,1875 in

6.5. Perhitungan Sistem Penyangga Reactor

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

Beban-beban yang ditahan oleh penyangga reactor meliputi :

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

Dasar Perhitungan :

□ Berat shell reactor

Rumus :

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

Dimana :

- W_s = berat shell reactor, lb
- D_o = diameter luar shell
- D_i = diameter dalam shell
- H = tinggi shell reactor (L_s)
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

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

Berat reactor :

$$\begin{aligned} W_s &= (\pi/4) \times [(7,5 \text{ ft})^2 - (7,4479 \text{ ft})^2] \times (11,171875 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 3339,815614 \text{ lb} \\ &= 1514,930425 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat tutup atas standard dishead**

Rumus :

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

Dimana :

- W_d = berat tutup atas reactor, lb
- A = luas tutup atas standard dishead, ft^2 .
- t = tebal tutup atas (tha) = $3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- L = crown radius (r) = $90 \text{ in} = 7,5 \text{ ft}$
- h = tinggi tutup atas reactor (ha) = $14,6113 \text{ in} = 1,21761 \text{ ft}$

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= (6,28) \times (7,5) \times (1,21761) \\ &= 57,349431 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_d &= (57,349431 \text{ ft}^2) \times (0,1875/12) \text{ ft} \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ W_d &= 438,1855 \text{ lb} \\ &= 198,7596 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat tutup bawah conical**

Rumus :

$$\begin{aligned} W_d &= A \cdot t \cdot \rho \\ A &= 0,785 (D + m) \sqrt{4h^2 + (D - m)^2} + 0,78 d^2 \end{aligned}$$

(Hesse, persamaan 4-16 hal. 92)

Dimana :

- W_d = berat tutup bawah reactor, lb
- A = luas tutup bawah conical, ft^2

- t = tebal tutup bawah (thb)
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- D = diameter dalam silinder = 7,4479 ft
- h = tinggi tutup bawah reaktor (thb) = 27,8003 in = 2,31669 ft
- m = flat spot diameter = $\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} (7,4479 \text{ in}) = 3,72395 \text{ ft}$

Luas tutup bawah :

$$A = \left[(0,785) \times (7,4479 + 3,72395) \times \sqrt{(4 \times 2,31669^2) + (7,4479 - 3,72395)^2} \right] + (0,785 \times 7,4479^2)$$

$$A = 87,5626 \text{ ft}^2$$

Berat tutup bawah :

$$W_d = (87,5626 \text{ ft}^2) \times (0,1875/12) \text{ ft} \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$W_d = 669,0331 \text{ lb}$$

$$= 303,4301 \text{ kg}$$

□ **Berat liquid dalam reaktor**

Rumus :

$$W_l = m \cdot t$$

Dimana :

$$- m = \text{berat larutan dalam reaktor} = 7 \text{ lb/jam}$$

$$- t = \text{waktu tinggal liquid dalam reaktor} = 2 \text{ jam}$$

Maka :

$$W_l = (7037,7281 \text{ lb/jam}) \times (2 \text{ jam})$$

$$= 14.075,4562 \text{ lb}$$

$$= 6.384,486 \text{ kg}$$

□ **Berat poros pengaduk dalam reaktor**

Rumus :

$$W_p = V \cdot \rho$$

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

Dimana :

$$- W_p = \text{berat poros pengaduk dalam reaktor, lb}$$

$$- V = \text{volume poros pengaduk, ft}^3$$

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

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

- D = diameter poros pengaduk = 1,374984 in = 0,134016 ft
- L = panjang poros pengaduk = 96,211910 in = 8,017659 ft

Volume poros pengaduk :

$$\begin{aligned} V &= (\pi/4) \times (0,134016 \text{ ft})^2 \times (8,017659 \text{ ft}) \\ &= 0,113142 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat poros pengaduk :

$$\begin{aligned} W_p &= (0,113142 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 55,326550 \text{ lb} \\ &= 25,095958 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat impeller dalam reactor**

Rumus :

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

Dimana :

- W_i = berat impeller dalam reactor, lb
- V = volume dari total blades, ft^3
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- p = panjang 1 kupingan blade, ft
- l = lebar 1 kupingan blade = 3,58125 in = 0,298438 ft
- t = tebal 1 kupingan blade = 5,96875 in = 0,497396 ft
- D_i = diameter pengaduk = 1,374984 in = 0,134016 ft

Volume impeller pengaduk :

$$\begin{aligned} - p &= D_i / 2 \\ &= (0,134016 \text{ ft}) / 2 \\ &= 0,067008 \text{ ft} \\ - V &= (4) \times (0,067008 \text{ ft}) \times (0,298438 \text{ ft}) \times (0,497396 \text{ ft}) \\ &= 0,039787 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat impeller pengaduk :

$$W_i = (0,039787 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 19,455863 \text{ lb}$$

$$= 8,825122 \text{ kg}$$

□ Berat coil pemanas dalam reactor

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

Dimana :

- W_c = berat coil pemanas dalam reactor, lb
- D_o = diameter luar pipa coil pemanas = 2,38 in = 0,198333 ft
- D_i = diameter dalam pipa coil pemanas = 2,067 in = 0,172250 ft
- H = panjang coil pemanas = 108,414449 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)

Berat coil pemanas :

$$W_c = (\pi/4) \times [(0,198333)^2 - (0,172250)^2] \text{ft}^2 \times (108,414449 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 402,633262 \text{ lb}$$

$$= 182,633250 \text{ kg}$$

□ Berat Attachment

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

Dari Brownell & Young, halaman 157 :

$$W_a = 18\% W_s$$

Dimana :

- W_a = berat attachment, lb
- W_s = berat shell reactor = 1708,491239 lb = 774,966542 kg

Sehingga :

$$W_a = (0,18) \times (1708,491239 \text{ lb})$$

$$= 307,528423 \text{ lb}$$

$$= 139,493978 \text{ kg}$$

Berat total penyangga :

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

$$(774,966542 + 131,161726 + 399,98921 + 6639,140397 + 25,095958 + 8,825122$$

$$+ 182,633250 + 139,493978) \text{ kg}$$

$$= 8301,306183 \text{ kg}$$

$$= 18301,059611 \text{ lb}$$

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

$$= (1,1) \times (18301,059611 \text{ lb})$$

$$= 20131,165572 \text{ lb}$$

$$= 9131,436801 \text{ kg}$$

6.6. Perhitungan Kolom Penyangga Reactor (Leg)

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

□ *Beban tiap kolom*

Dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal. 195 :

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

Dimana :

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

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

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

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

$$P = \frac{9131,436801 \text{ lb}}{4}$$

$$= 2282,8592 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi silinder (H) = 176,4741 in
= 14,70618 ft
- Panjang penyangga = $\frac{1}{2} (H + L)$
= $\frac{1}{2} (14,70618 + 5) \text{ ft}$
= 9,85309 ft
= 118,23708 in

Jadi tinggi penyangga (leg) = 9,85309 ft = 118,23708 in

□ **Trial ukuran I beam**

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

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

- Nominal size = 5 in
- Berat = 10 lb
- Area of section (A_y) = 2,87 in²
- Depth of beam (h) = 5 in
- Width of flange (b) = 3 in
- Axis (r) = 2,05 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

- L/r = $(118,23708 \text{ in}) / (2,05 \text{ in})$
 L/r = 57,6766

Karena L/r antara 60 – 200 , maka :

$$\begin{aligned}
 - f_c \text{ aman} &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{\left(\frac{L}{r} \right)^2}{18000} \right)} \\
 &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{(57,6766)^2}{18000} \right)} \\
 &= 15192,43754 \text{ psia}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad f_c &= \frac{P}{A} \\
 A &= \frac{P}{f_c} = \frac{2282,8592 \text{ lb}}{15192,43754 \text{ lb/in}^2} \\
 &= 0,150263 \text{ in}^2 < 2,87 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}
 \end{aligned}$$

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

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

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

6.7. Base Plate

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

□ *Luas base plate*

Rumus :

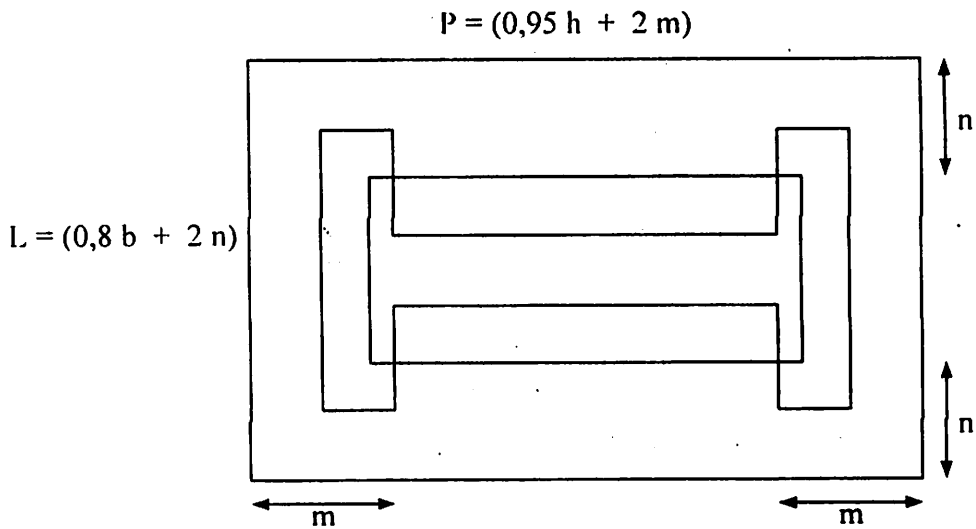
$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}}$$

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate, in^2
- P = beban dari tiap-tiap base plate = 2282,8592 lb
- f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton
= 600 lb/in^2 (Hesse, tabel 7-7 hal. 162)

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= \frac{2282,8592 \text{ lb}}{600 \text{ lb/in}^2} \\
 &= 3,804765 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$



□ **Panjang dan lebar base plate**

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

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate
- 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 :

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b) \\
 3,804765 &= [2m + (0,95 \times 5)] \times [2n + (0,8 \times 3)] \\
 &= (2m + 4,75) \times (2m + 2,4) \\
 3,804765 &= 4m^2 + 14,3m + 11,4 \\
 0 &= 4m^2 + 14,3m + 7,5900
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m_{1,2} = \frac{(-14,3) \pm \sqrt{(14,3)^2 - (4 \times 14,3) \cdot (7,5900)}}{2 \times 4}$$

$$m = 0,8545$$

$$\text{Diambil } m = n = m = 0,8545$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Panjang base plate (p)} &= 2m + 0,95h \\
 &= (2 \times 0,8545) + (0,95 \times 5) \\
 &= 6,4590 \text{ in} \approx 7 \text{ in} \\
 - \text{ Lebar base plate (l)} &= 2n + 0,8b \\
 &= (2 \times 0,8545) + (0,8 \times 3) \\
 &= 4,1090 \text{ in} \approx 5 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 7 in dan lebar base plate 5 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 7 x 5 in dengan luas (A) = 35 in².

□ **Peninjauan terhadap bearing capacity**

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

Dengan :

$$\begin{aligned}
 - f &= \text{bearing capacity, lb/in}^2 \\
 - P &= \text{beban tiap kolom} = 2282,8592 \text{ lb} \\
 - A &= \text{luas base plate} = 35 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{2282,8592 \text{ lb}}{35 \text{ in}^2} \\
 &= 65,2245 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

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

□ **Peninjauan terhadap harga m dan n**

$$\begin{aligned}
 - \text{ Panjang base plate (p)} \\
 p &= 2m + 0,95h \\
 7 &= 2m + (0,95 \times 5) \\
 m &= 1,125 \text{ in} \\
 - \text{ Lebar base plate (l)} \\
 l &= 2n + 0,8b \\
 5 &= 2n + (0,8 \times 3) \\
 n &= 1,300
 \end{aligned}$$

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

□ **Tebal base plate**

Dari Hesse, persamaan 7-12 hal. 163 :

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

Dengan :

- t = tebal base plate, in

- p = actual unit pressure yang terjadi pada base late =

65,2245

- n = 1,3 in

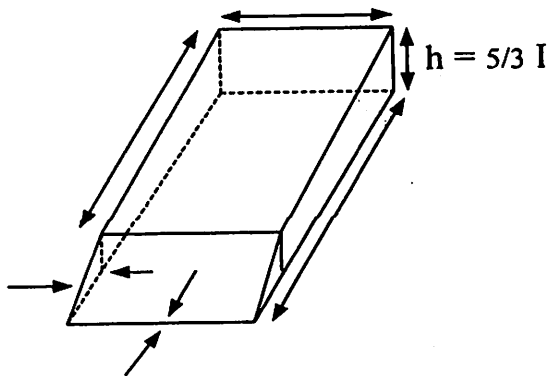
Tebal base plate :

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{0,00015 \times (65,2245) \times (1,3)^2} \\ &= 0,0165 \text{ in} \approx \frac{1}{2} \text{ in} \end{aligned}$$

□ **Ukuran Baut**

Beban tiap baut :

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{P}{n_{\text{baut}}} \\ &= \frac{2282,8592 \text{ lb}}{4} \\ &= 570,7148 \text{ lb} \end{aligned}$$



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

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

$$A_{\text{baut}} = \frac{570,7148 \text{ lb}}{15000 \text{ lb/in}^2}$$

$$A_{\text{baut}} = 0,03805 \text{ in}$$

$$\approx 3/16 \text{ in}$$

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

- Ukuran baut : ½ in
- Root area : 0,126
- Bolt spacing min : 1 ¼ in
- Min radial distance : 13/16 in
- Edge distance : 5/8 in
- Nut dimension : 7/8 in
- Max filled radius : ¼ in

6.8. Perhitungan Lug dan Gusset

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

□ **Tebal plate horisontal**

Rumus :

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 Mo}{f_{all}}}$$

$$Mo = \frac{\beta^3 \cdot t^2 \cdot P \cdot B \cdot R^2}{12 (1 - \mu) A \cdot h}$$

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{3 (1 - \mu)^2}{R^2 \cdot t^2}}$$

Keterangan :

- t_{hp} = tebal plate horisontal, in
- Mo = bending moment (axial), lb.in
- f_{all} = stress axial = 15000 lb/in²
- t = tebal shell = 3/16 in = 0,1875 in
- P = gaya axial, ($\Sigma W/n$), lb
- B = jarak dari sumbu tebal shell ke sumbu penyangga,in
- R = jari-jari vessel = (89,3750/2) in
- μ = poisson ratio = 0,3 (untuk baja)

- A = lebar lug (horizontal plate), in
- h = tinggi gusset = tinggi lug, in

Mencari β

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{3(1 - 0,3)^2}{\left(\frac{89,3750}{2}\right)^2 \times \left(\frac{3}{16}\right)^2}}$$

$$= 0,27562$$

$$B = \frac{1}{2} t_s + 1 \frac{1}{2} + \frac{1}{2} b'$$

$$= \frac{1}{2} (0,1875) + 1 \frac{1}{2} + \frac{1}{2} (3)$$

$$= 3,093750 \text{ in}$$

$$A = h' + 2 \text{ db}$$

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

$$= 6 \text{ in}$$

$$h = \left(\frac{5}{3} \right) \cdot l$$

$$= \left(\frac{5}{3} \right) \cdot (b' + 2 \text{ db})$$

$$= \left(\frac{5}{3} \right) \times (3 + 2 \cdot \frac{1}{2})$$

$$= 6,666667 \text{ in}$$

Bending moment (axial) :

$$M_o = \frac{(0,27562)^3 \times \left(\frac{3}{16}\right)^2 \times (570,7148) \times (3,093750) \times \left(\frac{89,3750}{2}\right)^2}{12 \times (1 - 0,3) \times (6) \times (6,666667)}$$

$$= 1,73685$$

Tebal plate horizontal :

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 \times (1,73685)}{15000}}$$

$$= 0,02636 \text{ in} \approx \frac{1}{16} \text{ in}$$

□ *Tebal plate vertikal*

$$t_g = \left(\frac{3}{8} \right) \times t_{hp}$$

$$= \left(\frac{3}{8} \right) \times \left(\frac{1}{16} \right) \text{ in}$$

$$= 0,02344 \text{ in} \approx \frac{1}{16} \text{ in}$$

Kesimpulan perancangan lug dan gusset :

• Lug

- Lebar = 6 in

- Tebal = 1/16 in
- Tinggi = 6,66667 in
- Gusset
 - Lebar = 6 in
 - Tebal = 1/16 in
 - Tinggi = 6,66667 in

6.9. Perhitungan Pondasi

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

□ $W = 2282,8592 \text{ lb}$

□ *Beban yang harus ditanggung tiap kolom*

Rumus:

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

Dimana :

- $p = \text{panjang base plate} = 7 \text{ in} = 0,583333 \text{ ft}$

- $l = \text{lebar base plate} = 5 \text{ in} =$

$0,416667 \text{ ft}$

- $t = \text{tebal base plate} = 0,5 \text{ in} =$

$0,041667 \text{ ft}$

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

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= (0,58333 \text{ ft}) \times (0,416667 \text{ ft}) \times (0,041667 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 4,952257 \text{ lb} \end{aligned}$$

□ *Beban tiap penyangga*

Rumus:

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

Dimana :

$$- L = \text{tinggi kolom} = 9,85309 \text{ ft}$$

$$- A = \text{luas kolom I beam} = 2,87 \text{ in}^2 =$$

$$0,019931 \text{ ft}^2$$

$$- F = \text{faktor koreksi} = 1$$

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

Beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned} W_p &= (9,85309 \text{ ft}) \times (0,019931 \text{ ft}^2) \times (1) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 96,03077 \text{ lb} \end{aligned}$$

□ **Beban total**

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= (2282,8592 + 4,952257 + 96,03077) \text{ lb} \\ &= 2386,411457 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

- Luas tanah = $15 \times 15 \text{ in}$
- Luas bawah = $25 \times 25 \text{ in}$
- Tinggi = 15 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$\begin{aligned} A &= \left(\frac{15 + 25}{2} \right) \times \left(\frac{15 + 25}{2} \right) \\ &= 400 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

- Volume pondasi :

$$\begin{aligned} V &= A \times t \\ &= (400 \text{ in}^2) \times (15 \text{ in}) \\ &= 6000 \text{ in}^3 = 3,472222 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

- Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

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

Maka :

$$\begin{aligned} W &= (3,472222 \text{ ft}^3) \times (144 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 500 \text{ lb} \\ &= 226,79851 \text{ kg} \end{aligned}$$

• 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 :

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \\ &= 22400 \text{ lb/ft}^2 \\ &= 155,555556 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- W = berat beban total + berat pondasi
- A = luas bawah pondasi = (25 x 25) in² = 625 in²

Sehingga :

$$P = \frac{2282,8592 \text{ lb} + 500 \text{ lb}}{625 \text{ in}^2}$$

$$P = 4,4526 \text{ lb/in}^2 < 155,555556 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran (15 x 15) in luas atas dan (25 x 25) in luas bawah dengan tinggi pondasi 15 in dapat digunakan.

Kesimpulan Spesifikasi Reaktor

- Fungsi : Untuk mereaksikan sellulosa dari enceng gondok dengan NaOH 50%
- Jumlah : 1 buah
- Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dishead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.
- Perlengkapan : Pengaduk dan coil pemanas.

- Kondisi operasi :
 - Temperatur = 200°C
 - Tekanan = 1 atm
 - Waktu operasi = 3 jam
 - Fase = liquid – solid
 - Densitas campuran = 34,1067 lb/ft³
- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
f = 18750 (Brownell & Young, App. D-4 hal. 342)
- Jenis pengelasan : Double welded butt joint.
E = 0,8 (Brownell & Young, tabel 13.2 hal. 254)
- Faktor korosi (C) : 1/16
- Bahan masuk : 7037,7281 lb/jam

Spesifikasi Reaktor :

1. Dimensi tangki :
 - Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
 - Di (diameter dalam) = 107,2500 in
 - Do (diameter luar) = 108 in
 - t_s (tebal silinder) = 3/8 in
 - L_s (tinggi silinder) = 160,875 in
 - t_{ha} (tebal tutup atas) = 3/16 in
 - h_a (tinggi tutup atas) = 21,1244 in
 - t_{hb} (tebal tutup bawah) = 3/16 in
 - h_b (tinggi tutup bawah) = 32,9604 in
 - Tinggi tangki = 214,9598 in
 - Jumlah = 1 buah
2. Dimensi pengaduk :
 - Jenis pengaduk = axial turbin 4 blades sudut 45°
 - Bahan impeller = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
 - Diameter impeller = 35,7500 in
 - Tinggi impeller = 29,7887 in
 - Panjang impeller = 8,9375 in
 - Tebal blades = 7,4479 in
 - Daya pengaduk = 94 Hp

- Diameter poros = 34,9395 in
- Panjang poros = 140,014 in
- Jumlah pengaduk = 1 buah

3. Nozzle untuk pemasukan feed

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 2 in
- Diameter luar flange (A) = 6 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 3/4 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 3 5/8 in
- Diameter hubungan atas (E) = 3 1/6 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 2,38 in
- Panjang julakan (L) = 2 1/2 in
- Diameter dalam flange (B) = 2,07 in

4. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil steam

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 1 in
- Diameter luar flange (A) = 4 1/4 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 9/16 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 2 in
- Diameter hubungan atas (E) = 1 15/16 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 1,32 in
- Panjang julakan (L) = 2 3/16 in
- Diameter dalam flange (B) = 1,05 in

5. Nozzle *manhole*

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 20 in
- Diameter luar flange (A) = 27 1/2 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 1 11/16 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 11/16 in

- Diameter dalam flange (B) = 19,25 in

6. Nozzle untuk pengeluaran produk

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 1 1/4 in
- Diameter luar flange (A) = 4 5/8 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 5/8 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 2 1/2 in
- Diameter hubungan atas (E) = 2 5/16 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 1,66 in
- Panjang julakan (L) = 2 1/4 in
- Diameter dalam flange (B) = 1,38 in

10. Coil Pemanas

- Panjang coil = 94,2042 in
- Jumlah lilitan = 6 lilitan
- Tinggi coil = 72,6087 in
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.

11. Flange

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Allowable stress (f) : 17470
- Tebal flange : 4,8727 in
- Diameter dalam (D_i) flange : 90 in
- Diameter luar (D_o) flange : 103,8125 in
- Type flange : Ring flange loose type

12. Bolting

- Bahan konstruksi : Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Ukuran baut : 2 in
- Jumlah baut : 11 buah
- Allowable stress (f) : 10810

13. Gasket

- Bahan gasket = Asbestos filled

- Tebal gasket (n) = 3/16 in
- Gasket factor (m) = 3,75
- Diameter rata-rata = 90,1875 in
- Tinggi coil = 88,536 in

14. Sistem Penyangga

- Jenis = Kolom I beam
- Jumlah = 4 buah
- Panjang (L) = 118,23708 in
- Ukuran Nominal Pipa (NPS) = 5 in
- Area of section (Ay) = 2,87 in²
- Depth of beam (h) = 5 in
- Width of flange = 3 in
- Axis (r) = 2,05 in

15. Base Plate

- Panjang (p) = 7 in
- Lebar (l) = 5 in
- Tebal (t) = ½ in
- Ukuran baut = ½ in
- Jumlah baut = 4
- Bahan = Cast iron

16. Lug dan Gusset

- Tebal plate horisontal = 2/16 in
- Tebal plate vertikal = 1/16 in
- Lebar lug dan gusset = 6 in
- Tebal lug dan gusset = 2/16 in
- Tinggi lug dan gusset = 6,66667 in

17. Sistem Pondasi

- Luas tanah = 15 in x 15 in
- Luas bawah = 25 x 25 in
- Tinggi Pondasi = 15 in
- Bahan = Cemen Sand dan Gravel

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1. Instrumentasi

Dalam proses industri kimia, instrumentasi mempunyai peranan yang penting dalam pengendalian proses. Bila diinginkan suatu hasil dengan kondisi tertentu dari suatu masukan dalam suatu peralatan proses dengan kondisi tertentu pula, maka hal ini dapat tercapai dengan bantuan instrumentasi. Instrumentasi di sini berfungsi sebagai alat ukur yang terdiri dari indikator (penunjuk), pencatat, recorder (perekam) dan controller (pengendali). Adapun yang dikontrol meliputi suhu, tekanan, rate aliran, tinggi cairan dalam suatu tangki dan sebagainya.

Pengendalian peralatan proses bisa dilakukan secara otomatis dan manual. Pengendalian secara manual digunakan apabila pengendalian proses sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia. Serta secara otomatis apabila pengendalian proses dilakukan oleh alat kontrol yang bisa bekerja dengan sendirinya (otomatis).

Pengendalian proses dilakukan secara otomatis apabila tidak memungkinkan dilakukan secara manual atau biaya otomasi alat kontrol otomatis lebih murah jika dibandingkan dengan tenaga manusia. Disamping itu pengendalian secara otomatis mempunyai keuntungan antara lain :

- Mengurangi jumlah pegawai
- Keselamatan kerja lebih terjamin
- Hasilnya dapat dipertanggungjawabkan
- Ketelitian yang dihasilkan cukup tinggi

Faktor-faktor yang diperlukan dalam pemilihan instrumentasi adalah :

- a. Jenis instrumentasi
- b. Range yang diperlukan untuk pengukuran
- c. Ketelitian yang diperlukan
- d. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan pada kondisi proses
- e. Faktor ekonomi

Oleh karena itu, dalam perencanaan pendirian pabrik ini cenderung pada pemakaian alat kontrol secara otomatis. Namun demikian tenaga manusia masih sangat diperlukan dalam pengoperasian dan pengawasan proses.

Secara umum, dalam perencanaan suatu pabrik, instrumen yang diperlukan adalah :

a. Indikator

Untuk mengetahui secara langsung kondisi operasi suatu daerah tertentu dari suatu peralatan, diantaranya:

- 1) Flow Indicator Control (FIC) untuk mengetahui dan mengontrol rate flow feed
- 2) Temperatur Indicator Control (TIC) untuk mengetahui dan mengontrol temperatur pada alat yang beroperasi.
- 3) Pressure Indicator (PI) sebagai petunjuk tekanan pada alat yang beroperasi.
- 4) Level Indicator Control (LIC) sebagai petunjuk dan mengatur tinggi dari bahan dalam alat yang beroperasi.

b. Controller

Untuk mengendalikan suatu kondisi operasi dalam aliran proses pada harga yang telah ditentukan.

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

- 1) *Pressure controller* : Alat pengendali tekanan
- 2) *Level controller* : Alat pengendali tinggi permukaan liquid
- 3) *Flow controller* : Alat pengendali laju alir
- 4) *Temperatur controller* : Alat pengendali temperatur
- 5) *Weight controller* : Alat pengendali massa bahan
- 6) *Ratio controller* : Alat pengendali rasio reaktan
- 7) *Speed Controller (SC)* : Alat pengatur motor penggerak alat angkut.

c. Recorder

Untuk menunjukkan dan mencatat secara kontinu kondisi operasi pada harga yang telah ditentukan.

Dalam Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat ini, instrumentasi yang digunakan yaitu :

a. Temperatur Controller (TC)

Berfungsi untuk mengendalikan suhu fluida dalam suatu aliran proses agar sesuai dengan harga yang telah ditentukan.

b. Pressure Indicator (PI)

Berfungsi untuk mengetahui tekanan dalam suatu proses secara langsung.

c. Flow Controller (FC)

Berfungsi untuk mengendalikan laju aliran fluida dalam pipa agar sesuai dengan harga yang telah ditentukan.

d. Level controller (LC)

Berfungsi untuk mengendalikan ketinggian fluida dalam suatu peralatan.

e. Weight Controller (WC)

Berfungsi untuk mengatur berat bahan dalam suatu sistem agar sesuai dengan harga yang telah ditentukan.

Selain ditinjau dari kondisi proses yang merupakan syarat utama agar proses dapat berlangsung sesuai dengan yang direncanakan, pemilihan alat-alat kontrol juga harus mempertimbangkan faktor-faktor berikut :

- Mudah perawatan dan perbaikan bila terjadi kerusakan.
- Mudah mendapatkan suku cadangnya bila terjadi kerusakan,
- Mudah mengoperasikannya.
- Harganya realif murah dengan kualitas yang memadai.

Penempatan alat-alat kontrol pada setiap alat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7.1. Alat-alat kontrol yang dipakai pada setiap peralatan.

No.	NAMA ALAT	INSTRUMENTASI
1.	Reaktor Fusion	TC, WC, PI
2.	Mixer	LI
3.	Heater	TC
4.	Cooler	TC
5.	Rotary vacuum filter	FC
6.	Evaporator	TC

7.	Kondensor	TC
8.	Reaktor Liming	TC, WC, FC
9.	Reaktor H ₂ SO ₄	TC, WC, FC
10.	Kristaliser	TC
11.	Blower	FC
12.	Rotary dryer	TC, FC
13.	Storage liquid	LI

7.2. Keselamatan Kerja

Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi pada seseorang pada hubungan kerja yang disebabkan oleh bahaya yang berkaitan dengan pekerjaan. Kecelakaan ini menimbulkan kerugian bagi karyawan, perusahaan dan masyarakat.

Untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, maka dilakukan usaha keselamatan kerja yaitu usaha untuk mencegah terjadinya kecelakaan, kebakaran dan penyakit kerja dalam lingkungan kerja.

Pelaksanaan usaha keselamatan kerja bertujuan menghindari terjadinya kecelakaan kerja dan meningkatkan produktivitas kerja serta keuntungan perusahaan. Agar usaha keselamatan kerja dapat dilaksanakan dengan baik, harus diketahui sebab-sebab kecelakaan kerja, sehingga dapat diambil langkah-langkah preventif menghindari kecelakaan kerja

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. Bahaya-bahaya yang harus diperhatikan termasuk :

- Kecelakaan zat-zat kimia yang mudah terbakar, beracun dan meledak.
- Bahaya-bahaya dari peralatan pabrik dan sebagainya.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah :

No	Faktor	Sebab	Cara Mengatasi
1.	Lingkungan fisik Meliputi : mesin, peralatan produksi dan lingkungan kerja (suhu, penerangan, dll).	kesalahan perencanaan, aus, rusak, kesalahan pembelian, penyusunan dari peralatan dan sebagainya	– Pengawasan – Pengecekan – Perawatan – Penelitian & penyelidikan alat pengaman – Penggunaan ADP – Penelaahan tentang bahan-bahan dan desain
2	Latar belakang *sifat/karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya.	- Tidak cocoknya manusia/pekerja terhadap mesin atau lingkungan kerja. - Kurangnya pengetahuan dan keterampilan - Ketidakmampuan fisik, mental serta faktor bakat lainnya. - Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran akan keselamatan kerja. - Stress	– Riset psikologis – Pembinaan dan latihan keterampilan – Penyuluhan –
3	Sistem manajemen Kesalahan sistem	- Prosedur kerja tidak diterapkan dengan	– Standarisasi peralatan & ADP

	manajemen	baik. - Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan dan modifikasi pabrik serta tidak adanya inspeksi peralatan. - Tidak adanya sistem penanggulangan bahaya.	- Inspeksi berkala - Pengawasan - Riset -
--	-----------	---	--

Hal-hal yang juga perlu perhatian khusus pada pra rancangan pabrik asam oksalat ini antara lain sebagai berikut :

1. Keselamatan konstruksi

- Konstruksi bangunan, alat-alat produksi baik secara langsung maupun tidak langsung harus cukup kuat dan pemakaian bahan konstruksinya harus sesuai.
- Pengaliran udara serta penerangan harus cukup baik.
- Peralatan mesin-mesin dan alat-alat proses harus berjarak cukup jauh.
- Pada tempat-tempat yang berbahaya hendaknya diberi pagar atau peringatan yang jelas.
- Sistem perpipaan untuk air, udara, steam dan bahan bakar hendaknya diberi cat dan warna tertentu atau berbeda dengan warna sekitarnya dan diberi nama sesuai isi pipa.

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

- Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang mudah menimbulkan kebakaran.
- 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.

3. Penjelasan-penjelasan akan adanya bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya.
4. Memasang tanda-tanda bahaya, seperti alarm peringatan apabila terjadi bahaya.
5. Penyediaan alat-alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik maupun api.

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

Tabel 7.2. Alat-alat Keselamatan Kerja pada Pabrik Asam Oksalat

No	Nama Alat Pengaman	Pekerja yang Dilindungi
1.	Masker	Petugas yang bekerja pada areal proses dan laboratorium, boiler dan bengkel
2.	Helm pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
3.	Sepatu pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
4.	Sarung tangan	Petugas yang bekerja pada areal proses, bengkel dan Laboratorium
5.	<i>Hydrant</i>	Petugas yang bekerja pada tempat bahan baku, daerah bahan bakar, areal proses, dan gudang.
6.	Pakaian Kerja	Petugas yang bekerja pada Laboratorium, area proses pabrik dan Bengkel
7.	Kacamata	Petugas yang bekerja pada Bengkel
8.	Pelindung telinga	Petugas yang bekerja pada areal proses
9.	<i>Safety Belt</i>	Petugas yang bekerja untuk perbaikan alat proses dan pembersihan gedung (bekerja diketinggian)

Penanganan akibat kontak dengan bahan baku dan benda panas terkait kecelakaan kerja pada pabrik asam oksalat

1. NaOH

Penyebab mata dan kulit terbakar. Dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan parah dengan kemungkinan luka bakar. Dapat menyebabkan iritasi saluran pencernaan berat dengan luka bakar.

Organ: Mata, kulit, selaput lendir.

- a. Mata : menyebabkan mata terbakar. Menyebabkan konjungtivitis kimia penyebab kerusakan kornea.
- b. Kulit : Penyebab kulit terbakar. Dapat menyebabkan ruam kulit (dalam kasus-kasus ringan), dan kulit dingin dan lembap dengan sianosis atau warna pucat.
- c. Tertelan : Dapat menyebabkan kerusakan parah dan permanen pada saluran pencernaan. Menyebabkan luka bakar saluran pencernaan. Dapat menyebabkan perforasi dari saluran pencernaan. Penyebab sakit parah, mual, muntah, diare, dan shock. Dapat menyebabkan kerusakan permanen jaringan dan korosi dari kerongkongan dan saluran pencernaan.
- d. Terhirup : Iritasi dapat menyebabkan pneumonitis kimia dan edema paru. Penyebab parah iritasi saluran pernapasan bagian atas dengan batuk, luka bakar, kesulitan bernapas, dan koma mungkin. Menyebabkan luka bakar pada saluran pernafasan.
- e. Kronis : kontak kulit berulang atau berkepanjangan dapat menyebabkan dermatitis. Efek mungkin tertunda.

Cara penanganan

- a. Mata : Dalam kasus kontak, siram mata segera dengan banyak air selama minimal 15 menit. Mendapatkan bantuan medis dengan segera.
- b. Kulit : Dalam kasus kontak, segera basuh kulit dengan banyak air sekurang-kurangnya 15 menit saat mengeluarkan pakaian dan sepatu yang terkontaminasi. Mendapatkan bantuan medis dengan segera. Cuci pakaian sebelum digunakan kembali.
- c. Jika tertelan : Jika tertelan, jangan dimuntahkan. Mendapatkan bantuan medis dengan segera. Jika korban sepenuhnya sadar, berikan satu gelas air.

Jangan pernah memberikan sesuatu melalui mulut kepada orang yang tidak sadar.

- d. Inhalasi : Jika dihirup, bawa ke udara segar. Jika tidak bernapas, berikan pernapasan buatan. Jika sulit bernapas, berikan oksigen. Dapatkan bantuan medis.

Diwajibkan menggunakan sarung tangan, masker, sepatu dan pakaian khusus bagi pekerja yang beresiko kontak dengan NaOH.

2. H_2SO_4

Dapat menyebabkan kulit dan mata iritasi jika terjadi kontak.

Asam sulfat dianggap tidak beracun selain bahaya korosifnya. Resiko utama asam sulfat adalah kontak dengan kulit yang menyebabkan luka bakar dan penghirupan uap. Paparan dengan uap asam sulfat pada konsentrasi tinggi akan menyebabkan iritasi mata, saluran pernapasan, dan membran mukosa yang parah.

Cara penanganan

a. Mata

Periksa dan lepaskan jika ada lensa kontak. Dalam kasus terjadi kontak, segera siram mata dengan banyak air sekurang-kurangnya 15 menit. Dapatkan perawatan medis dengan segera.

b. Kulit

Dalam kasus terjadi kontak, segera basuh kulit dengan banyak air sedikitnya selama 15 menit. Cuci pakaian dan sepatu yang terkontaminasi sebelum digunakan.

c. Inhalasi

Jika terhirup, pindahkan ke udara segar. Jika tidak bernapas, berikan pernapasan buatan. Jika sulit bernapas, berikan oksigen.

Diwajibkan menggunakan sarung tangan, masker, sepatu dan pakaian khusus bagi pekerja yang beresiko kontak dengan H_2SO_4 .

3. Asam asetat

Asam asetat : menyebabkan iritasi yang berat pada saluran pernafasan, Gejala gejala lain termasuk batuk, dyspnea, nafas pendek, laryngitis, edema pulmonal, bronkhopneumonia dan hipotensi.

Kontak dengan kulit

Asam Asetat : Kontak langsung dapat menyebabkan iritasi yang berat disertai rasa sakit , eritema, melepuh, kerusakan permukaan kulit dan terbakar dengan penyembuhan yang lambat. Kulit menjadi berwarna hitam, hiperkeratosis dan pecah-pecah. Diserap dengan cepat melalui kulit.

Kontak dengan mata

Asam Asetat : Kontak langsung dapat menyebabkan iritasi yang berat, lakrimasi, erosi kornea, kekeruhan, iritis dan hilangnya penglihatan manusia. Pada kasus yang tidak berat terjadi conjunctivitis, fotofobia dan hiperemia conjunctiva. Uap dan cairan pelarut dapat menyebabkan hiperemia conjunctiva dan kadang kadang kerusakan epitelium kornea.

Tertelan

Asam asetat : dalam kasus tertelan (kecelakaan) lesi ulseronekrotik yang berat dari saluran pencernaan atas, diare, syok. Gejala-gejala yang lain termasuk muntah, perut kejang, haus, susah menelan, hipotermi, denyut nadi lemah dan cepat, nafas dangkal dan lambat,.

Cara penanganan

Terhirup

Bila aman memasuki area bebaskan dari paparan. Jika diperlukan, gunakan masker berkatup atau peralatan serupa untuk melakukan pernafasan buatan (pernafasan penyelamatan). Jaga suhu tubuh tetap normal dan istirahat. Segera hubungi dokter.

Kontak dengan kulit

lepaskan segera baju, perhiasan dan sepatu yang terkontaminasi. Cuci dengan sabun atau deterjen lunak dan air yang banyak hingga tidak ada sisa bahan kimia (sekurang-kurangnya 15-20 menit). Bila terbakar, tutup bagian yang

terbakar rapat-rapat dan steril, kering, dengan pakaian yang longgar. Segera hubungi dokter.

Kontak dengan mata

Segera cuci mata dengan air yang banyak, buka sekali-sekali kelopak mata bagian atas dan bawah hingga tidak ada lagi sisa bahan kimia. Aliri terus dengan larutan garam fisiologis (0.9% b/v) sampai siap untuk dibawa ke rumah sakit. Tutup dengan verban steril. Segera hubungi dokter.

Tertelan

Beri banyak minum air atau susu. Bila terjadi muntah, letakkan kepala lebih rendah dari panggul untuk mencegah aspirasi. Jika korban pingsan, letakkan posisi kepala menghadap ke samping. Segera hubungi dokter

4. Benda panas

Cara penanganan

- a. Saat terkena panas, segera lakukan pertolongan pertama pada korban luka bakar dengan cara menyiram luka bakar dengan air.
- b. Siramlah luka yang ada dengan air mengalir selama 10-15 menit..
- c. Air yang digunakan untuk luka bakar adalah air bening dengan suhu yang biasa, tidak dingin, tidak pula panas..
- d. Yang terbaik adalah air steril, namun karena keterbatasan kondisi di tempat kejadian, air apapun yang tampak bersih bisa digunakan..
- e. Hindari penggunaan bahan-bahan selain air bersih, seperti minyak tanah, bensin, mentega, pasta gigi, minyak goreng, oli dll yang malah hanya akan menambah kemungkinan infeksi pada luka..
- f. Hindari juga memberi kapas dan benda-benda yang bisa menempel lainnya pada luka..
- g. Hindari juga memberi es atau cairan yang sangat dingin pada luka, karena malah akan merusak luka akibat perubahan suhu yang terlalu mendadak.



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 Asam Oksalat dari Enceng gondok ini yaitu :

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

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 4 unit, yaitu :

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

8.1. Unit Penyediaan Air

8.1.1. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat dari Enceng Gondok ini digunakan pada Reaktor (R-110), Reaktor Liming (R-210), evaporator (V-120 dan V-410), Heater (E-119, E-215 dan E-513) sebesar 146.058,9775 kg/jam. Air umpan boiler yang disediakan dengan excess 30% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan karena adanya kebocoran akibat transmisi sebesar 10%, sedangkan faktor keamanan sebesar 10%. Sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 192797,8504 kg/jam.

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

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

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

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

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

- Demineralisasi, untuk menghilangkan ion – ion pengganggu.
- Déaerator, untuk menghilangkan gas – gas terlarut.

8.1.2. Air proses

Air proses pada Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat dari enceng gondok ini sebesar 871,1743 kg/jam, yang digunakan pada Mixer NaOH (M-117), Tangki pengencer (M-123), Mixer CaO (M-215) dan *Rotary Vacuum filter* (H-124) dan (H-217), serta *Filter press* (H-324)

8.1.3 Air sanitasi

Air sanitasi yang diperlukan digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, untuk konsumsi mandi, mencuci, taman dan lain-lain. Syarat yang harus dipenuhi sebagai air sanitasi, yaitu :

1. Syarat fisika
 - Tidak berwarna dan tidak berbau
 - Tidak berbusa
 - Mempunyai suhu dibawah suhu udara
 - Kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO_2
 - pH netral
2. Syarat kimia
 - Tidak beracun
 - Tidak mengandung zat-zat organik maupun zat anorganik yang tidak larut dalam air, seperti PO_4^{3-} , Hg, Cu dan sebagainya
3. Syarat bakteriologis
 - Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air.

8.1.4 Air pendingin

Air berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Hal ini disebabkan karena :

- Air merupakan materi yang mudah didapat
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Dapat menyerap panas
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

Air pendingin tersebut digunakan pada *Cooler* (E-121), (E-129), (E-217), (E-421) , Kondensor (E-128), (E-413), Reaktor H_2SO_4 (R-320) dan Kristaliser (X-420) sebesar 767.136,7056 kg/jam.

8.2. Unit Pengolahan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah Air Umpan Boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses ini mempunyai kondisi :

- Tekanan : 3973 kpa = 576,2347 psia
- Temperatur : 250°C

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

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh membuih (berbusa)

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

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

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

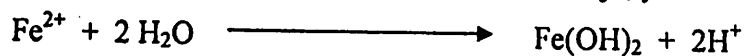
b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler.

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

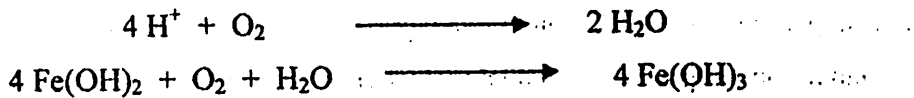
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

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

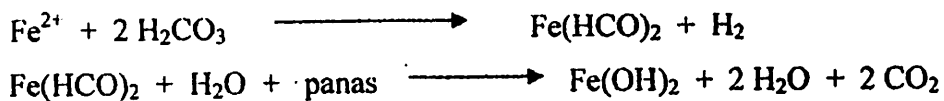


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



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

Reaksi yang terjadi :



Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

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

Air dari sungai dipompa dengan pompa (L-211) menuju bak skimmer (F-212) yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang terapung dalam air sungai. Keluar dari bak skimmer air dipompa (L-213) menuju bak clarifier (F-214), disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan yang cepat dan lambat agar alum dan air dapat tercampur secara homogen.

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian menuju ke *sand filter* (F-215). Keluar dari *sand filter* air masuk ke bak air bersih (F-216) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

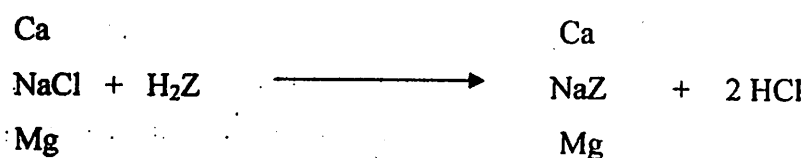
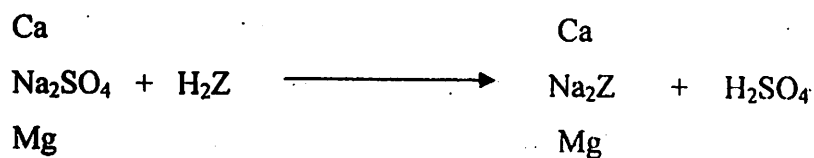
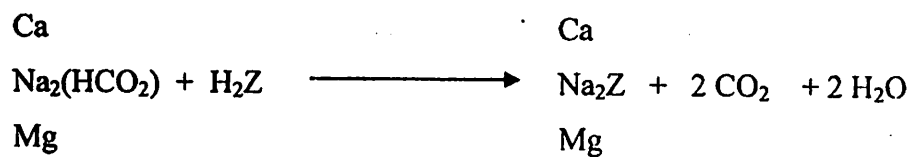
□ Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih (F-216) dialirkan dengan pompa (L-226) menuju bak klorinasi (F-230) 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-228) dengan menggunakan pompa (L-227) dan siap untuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

□ Pelunakan air umpan boiler

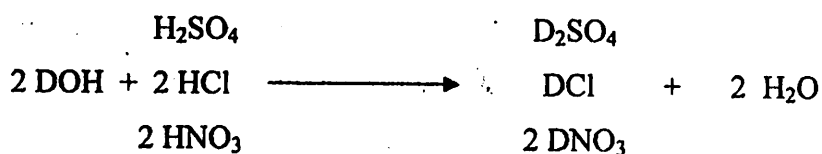
Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210 A) dan anion exchanger (D-210 B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Air dari bak air bersih (F-216) dialirkan dengan pompa (L-217) menuju kation exchanger (D-210 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-210 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.

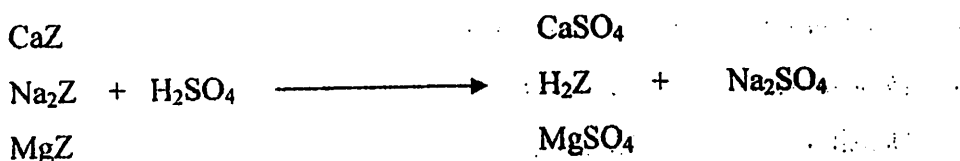
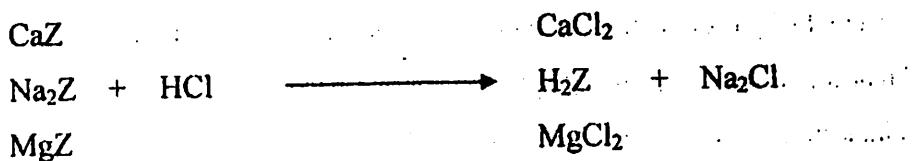
Setelah keluar dari tangki demineralisasi, air lunak ini digunakan sebagai air umpan boiler. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-218) yang selanjutnya dipompa (L-219) ke deaerator (D-221) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air siap diumpankan ke boiler (Q-220) dengan pompa (L-222). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

□ Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin dari bak air bersih (F-216), air dipompa (L-223) ke bak air pendingin (F-224) kemudian dialirkan ke peralatan dengan pompa (L-225). Setelah digunakan air direcycle ke cooling tower (P-240) dan selanjutnya dari cooling tower, air di recycle ke bak air pendingin kembali.

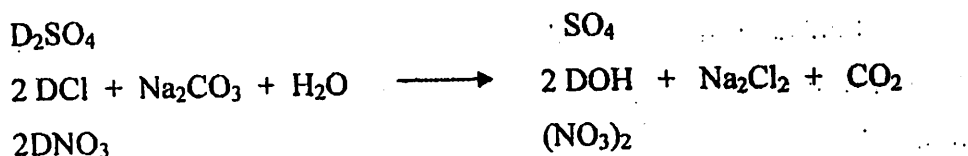
□ Proses regenerasi :

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 :



8.3. Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat dari Enceng Gondok ini adalah yang meliputi :

- Proses : 71,3262 kW
- Penerangan : 96,6031 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila listrik mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 250 kW sebagai *back up*.

8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator. 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, didapat :

- *Flash point* = 38 °C (100 °F)
- *Pour point* = -6 °C (21,2 °F)
- *Densitas* = 0,8 kg/L
- *Heating value* = 19.200 Btu/lb

8.5. Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh buangan pabrik asam oksalat adalah berasal dari bahan tak terpakai dalam proses yang mengandung sejumlah senyawa organik yang ramah lingkungan. Sehingga limbah tersebut bisa dimanfaatkan yaitu dijual sebagai pupuk kepada masyarakat sekitar.

Limbah yang mengandung gas langsung dibuang ke atas, karena tidak berbahaya dan senyawa yang terkandung dalam gas masih dibawah standard yang diperbolehkan.

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

Dalam suatu perencanaan pabrik, salah satu faktor yang sangat penting yaitu penentuan lokasi pabrik dan letak peralatan pabrik. Karena hal tersebut akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup pabrik yang akan didirikan di masa mendatang. Selain itu tata letak komponen-komponen pabrik itu sendiri juga menentukan koefisien produksi. Untuk itu diperlukan pengaturan yang sedemikian rupa hingga mampu memenuhi kualitas dan kuantitas produk yang ingin dicapai.

9.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan keberhasilan suatu perancangan pabrik. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi pabrik yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu faktor utama dan faktor khusus.

Yang termasuk ke dalam faktor utama yaitu :

A. Bahan baku

Tersedianya bahan baku dan harga bahan baku sering menentukan lokasi suatu pabrik. Lokasi yang akan dipilih untuk pembangunan pabrik asam oksalat ini adalah di Kawasan Industri Terboyo, Semarang, Jawa Tengah. Ditinjau dari faktor ini, maka pabrik asam oksalat ini didirikan dekat dengan lokasi bahan baku. Hal-hal yang lain yang perlu dipertimbangkan mengenai harga bahan baku adalah :

- Lokasi sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan beberapa lama sumber bahan baku tersebut dapat mencukupi kebutuhan pabrik.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya.
- Kuantitas bahan baku yang ada, dan kualitas bahan baku harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku saat ini.

Lokasi yang akan dipilih untuk pembangunan pabrik asam oksalat ini adalah di Kawasan Industri Terboyo, Semarang, Jawa Tengah. Lokasi ini dipilih karena berdekatan dengan sumber bahan baku (enceng gondok). Didaerah sekitar telaga

Rawa Pening, kabupaten Semarang dapat menghasilkan 8-10 ton enceng gondok setiap harinya, atau 168.000 ton setiap tahunnya.

B. Pemasaran

Pemasaran hasil proses produksi suatu pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam mempercepat perkembangan pabrik tersebut, karena berhasil tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan yang didapat oleh pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Dimana produk akan dipasarkan.
- Kebutuhan akan produk pada saat sekarang dan pada saat yang akan datang.
- Pengaruh persaingan yang ada.
- Jarak pemasaran atau lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan daerah pemasaran.

Terdapat banyak berdiri industri yang membutuhkan asam oksalat disekitar Kota Semarang dan sekitar Jawa Tengah serta Jawa Barat.

C. Utilitas

Utilitas merupakan kebutuhan yang tidak kalah penting, khususnya bagi kelengkapan proses produksi. Bagian dari pada utilitas adalah air, listrik dan lain-lainnya. Adapun uraian dari utilitas adalah sebagai berikut :

♦ Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan yang lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan air, air dapat diambil dari beberapa sumber yaitu air sungai, air kawasan, air PDAM. Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air dari sumber akan lebih ekonomis.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memilih lokasi pabrik 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.

Didaerah kawasan industri terboyo mengalir sungai besar yang banyak dimanfaatkan oleh pabrik-pabrik yang berdiri disekitar area kawasan industri ini.

♦ Listrik

Listrik dalam industri merupakan bagian utilitas yang sangat penting, terutama sebagai penggerak peralatan proses, selain sebagai penerangan dan keperluan lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya serta jumlah listrik di daerah yang akan ditempati pabrik.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.

D. Iklim dan Alam Sekitarnya

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.

Sedangkan yang termasuk faktor khusus adalah :

□ Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku maupun pemasaran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas atau sarana yang lain seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui mobil/truk.
- Sungai yang dapat dilalui kapal dan tempat berlabuh kapal tersebut.
- Adanya pelabuhan laut.

❑ **Buangan Pabrik (Waste Disposal)**

Apabila buangan pabrik (Waste Disposal) berbahaya bagi kehidupan sekitarnya, maka harus diperhatikan yaitu cara mengeluarkan buangan atau limbah pabrik, terutama dihubungkan dengan peraturan pemerintah maupun peraturan yang dibuat secara internasional, khususnya menyangkut (International Standart Organization) ISO 9002, yaitu pendirian pabrik yang berwawasan lingkungan (ramah lingkungan). Terutama masalah polusi yang timbul.

❑ **Tenaga Kerja**

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai tenaga kerja adalah :

- Mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang dibutuhkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

❑ **Site Karakteristik dari lokasi**

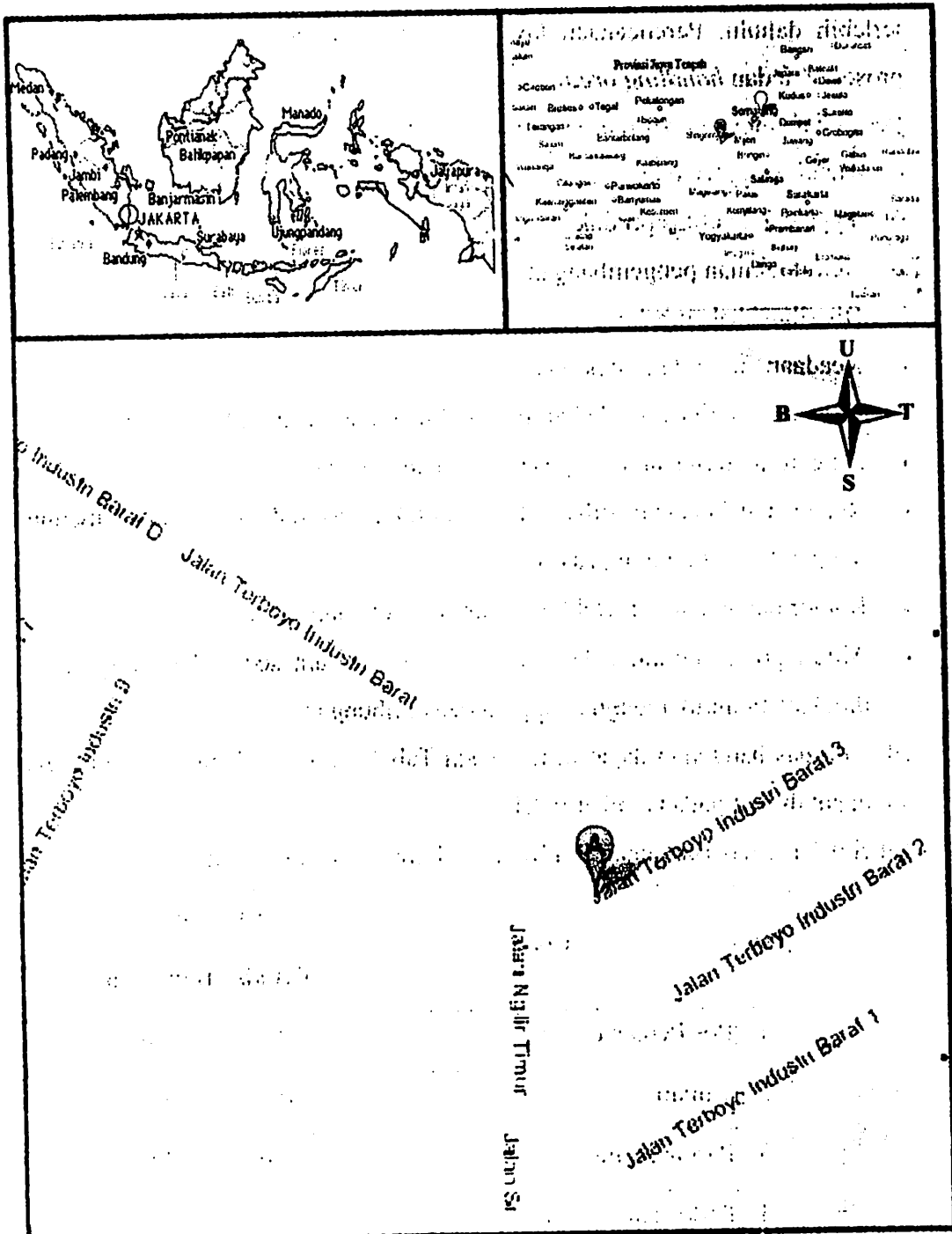
Dalam memilih lokasi pabrik harus diperhatikan apakah daerah tersebut merupakan lokasi pertanian, rawa, bukit dan lain-lain. Lokasi pendirian pabrik yang baik adalah di daerah yang gersang tetapi memiliki persyaratan yang baik bagi pendirian pabrik.

❑ **Masalah Lingkungan**

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Lokasi termasuk pedesaan atau perkotaan.
- Fasilitas rumah dan tempat ibadah.

Berdasarkan faktor-faktor diatas maka lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik Asam Oksalat dari enceng gondok adalah di Kawasan Industri Terboyo, Semarang, Jawa Tengah, terutama ditinjau dari tersedianya bahan baku enceng gondok dan sasaran pemasaran. Adapun peta lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar 9.1.1.



Gambar 9.1.1. Peta Lokasi Pabrik Asam Oksalat dari enceng gondok

9.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Lay Out*)

Setelah proses *flow* diagram tersusun, sebelum design pemipaan, struktural dan listrik dimulai, maka *lay out* proses pabrik dan peralatan harus direncanakan terlebih dahulu. Perencanaan *lay out* pabrik meliputi perencanaan *storage area*, proses area dan *handling area*.

Pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam menyusun *lay out* pabrik adalah :

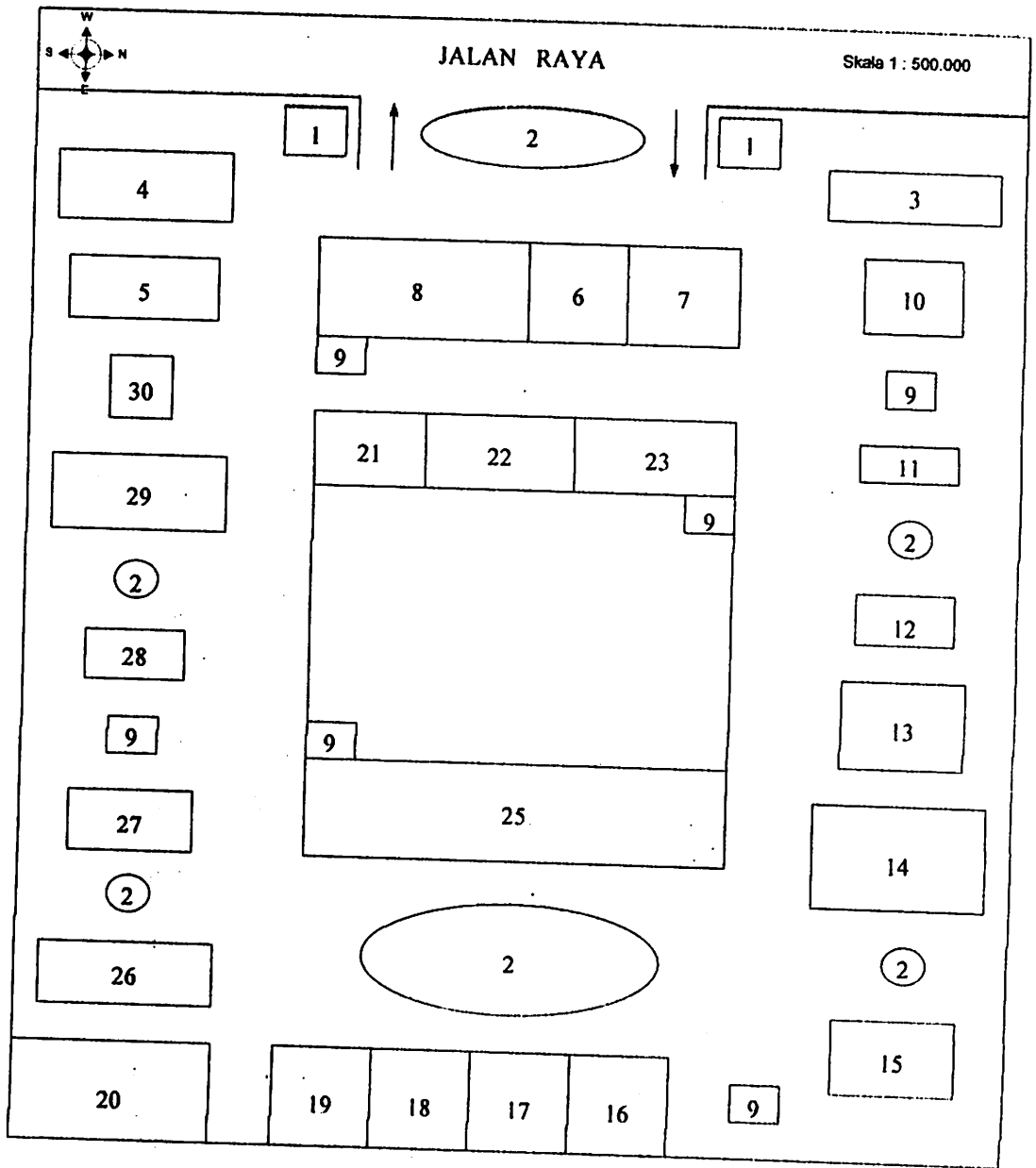
- Tanah yang tersedia
- Type dan kualitas produk
- Kemungkinan pengembangan pabrik di masa mendatang
- Distribusi bahan baku
- Keadaan cuaca dan lingkungan
- Keamanan terhadap kebakaran, gas beracun dan bentuk bangunan
- Pengaturan terhadap penggunaan ruangan dan elevasi
- Ruang dan lapangan dibagi dalam kotak-kotak dan setiap kotak menunjukkan tempat dari setiap unit proses.
- Kantor dan gudang diletakkan dekat dengan jalan raya.
- Aliran proses berjalan dari satu unit ke unit lain secara langsung, maka letak didekatkan untuk menghemat pipa penyambungan.

Ukuran luas bangunan dapat dilihat pada Tabel 9.2.1., sedangkan gambar *plant lay out* dapat dilihat pada Gambar 9.2.1.

Tabel 9.2.1. Luas Bangunan Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat

No.	Lokasi	Luas (m ²)	
		Tanah	Bangunan
1	Pos Penjagaan	20	20
2	Taman	450	450
3	Parkir Tamu	150	150
4	Parkir Karyawan	250	250
5	Parkir Truk	250	250

6	Ruang Serba Guna	150	150
7	Perpustakaan	80	80
8	Are Perkantoran dan Tata Usaha	1200	1200
9	Toilet	50	50
10	Musholla	60	60
11	Poliklinik	80	80
12	Kantin	70	70
13	Pemeriksaan Bahan Baku	50	50
14	Gudang Bahan Baku	260	260
15	PMK	60	60
16	Listrik / Ruang Genset	80	80
17	Ruang Bahan Bakar	120	120
18	Ruang Boiler	400	400
19	Unit Pengolahan Air	700	700
20	Ruang Proses	30000	30000
21	Area Perluasan Pabrik	15000	-
22	Bengkel dan Garasi	500	500
23	Litbang / R & D	80	80
24	Laboratorium	250	250
25	Gudang Produk	250	250
26	Pos Penimbangan	40	40
27	Pembuatan Sludge Jalan	900	900
TOTAL		51500	36500



Gambar 9.2.1. Denah Pabrik Asam Oksalat

Keterangan gambar 9.2.1 :

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1. Pos satpam | 16. Ruang listrik/genset |
| 2. Taman | 17. Ruang bahan bakar |
| 3. Parkir tamu | 18. Ruang boiler/ketel |
| 4. Parkir karyawan | 19. Unit Pengolahan Air |
| 5. Parkir truk | 20. Area waste water treatment |
| 6. Aula (Ruang serba guna) | 21. Ruang pertemuan |

- | | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 7. Perpustakaan | 22. Ruang Kepala staff dan pabrik |
| 8. Area perkantoran dan TU | 23. Ruang kontrol |
| 9. Toilet | 24. Ruang proses |
| 10. Musholla | 25. Area perluasan pabrik |
| 11. Poliklinik | 26. Bengkel dan garasi |
| 12. Kantin | 27. Litbang / R & D |
| 13. Pemeriksaan bahan baku | 28. Laboratorium |
| 14. Gudang bahan baku | 29. Gudang produk |
| 15. PMK | 30. Pos penimbangan truk |

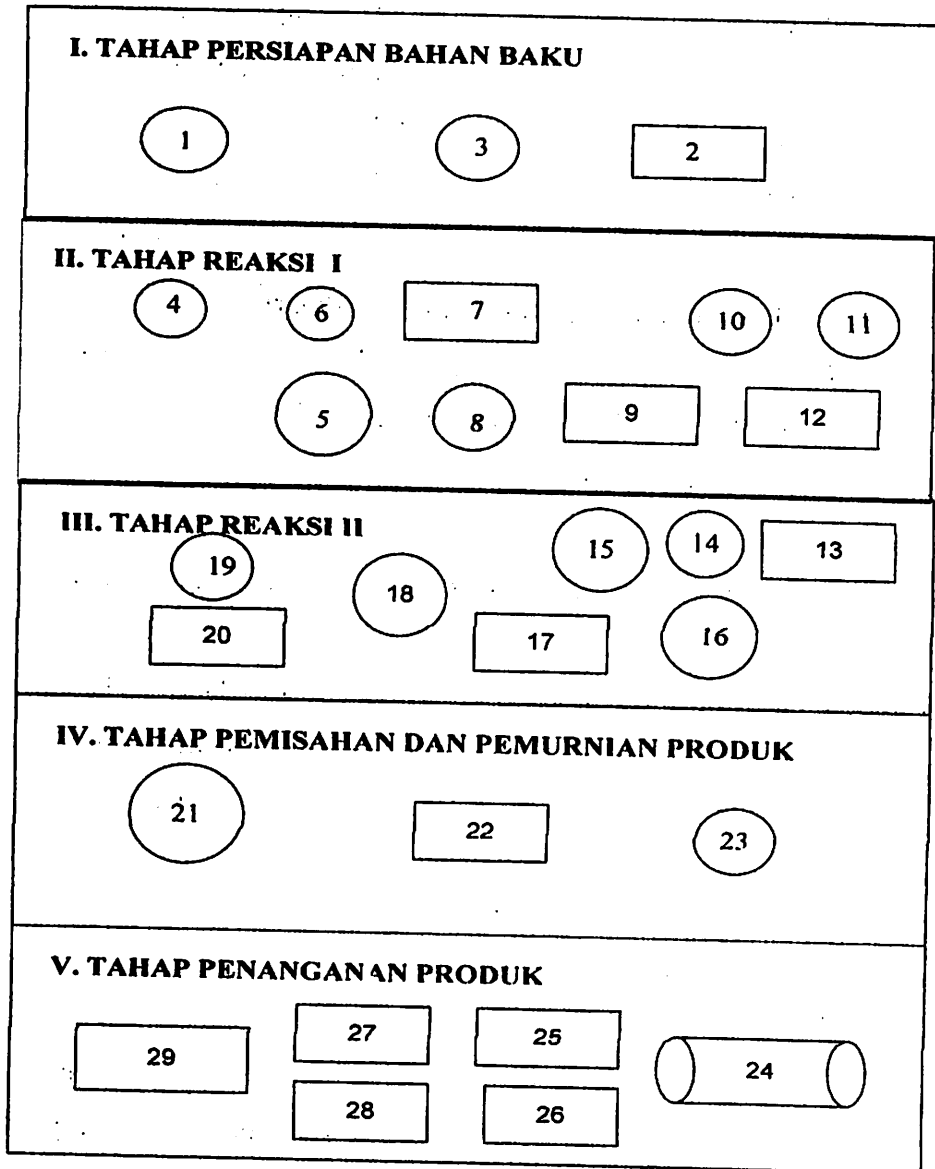
9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik (*Lay Out Pilot Plant*)

Lay Out Pilot Plant hanya menggambarkan unit-unit atau peralatan proses saja. Dalam penyusunan peralatan proses, yang perlu diperhatikan adalah :

- Aliran bahan baku dan produk
Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.
- Aliran udara
Aliran udara di dalam dan sekitar area proses harus lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan kerja karyawan.
- Cahaya
Penerangan seluruh pabrik harus memadai; tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diperhatikan penerangan tambahan.
- Jarak antara alat-alat proses perlu diatur sedemikian rupa misalnya untuk alat proses yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat yang lainnya.
- Menyusun berdasarkan urutan proses dengan memperhatikan kemungkinan perluasan di masa mendatang.
- Memberikan ruang cukup untuk memudahkan ruang gerak.

- Memberikan ruang yang cukup untuk memudahkan ruang gerak bagi karyawan, perluasan dan memudahkan operasi peralatan secara keseluruhan.

Adapun *Lay Out Pilot Plant* peralatan proses Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat dapat dilihat pada Gambar 9.3.1.



Gambar 9.3.1. *Lay Out Pilot Plant* Peralatan Proses

Keterangan :

- I. Tahap Persiapan Bahan Baku
 - 1. Storage NaOH
 - 2. Storage Enceng Gondok
 - 3. Rotary Cutter

II. Tahap Reaksi I

4. Tangki mixer NaOH dan Enceng Gondok
5. Reaktor Fusion
6. Tangki Mixer NaOH
7. Bin enceng gondok
8. *Rotary vacuum filter*
9. Bak Penampung Filtrat
10. Evaporator
11. Centrifuge
12. Tangki Penampung Filtrat

III. Tahap Reaksi II

13. Storage CaO
14. Mixer Ca(OH)₂
15. Reaktor Liming
16. *Rotary vacuum filter*
17. Bak penampung filtrat
18. Reaktor H₂SO₄
19. *Filter Press*
20. Bak penampung filtrat

IV. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

21. Evaporator
22. Kristaliser
23. *Centrifuge*

V. Tahap Penanganan Produk

24. *Rotary Dryer*
25. Unit Pengemasan
26. Storage Produk
27. Storage Gypsum
28. Storage Asam Formiat
29. Storage Cake

BAB X

BENTUK ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN

Berdasarkan rencana produksi dari pabrik dengan kapasitas produksi 1.000 ton/tahun perusahaan ini, karena itu perlu suatu sistem organisasi yang akan mengatur mekanisme kerja di dalam perusahaan/pabrik serta memecahkan masalah-masalah yang muncul di dalam perusahaan atau dengan kata lain suatu bentuk perusahaan harus memiliki sifat yang dinamis, yang berarti perusahaan itu harus dapat menyesuaikan diri terhadap segala perubahan untuk mencapai tujuan yang maksimum.

10.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik ini merupakan perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dan bergerak dalam industri kimia, yang sahamnya dipegang oleh negara dan masyarakat. Kekuasaan tertinggi dipegang oleh Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), dan Dewan Komisaris sebagai pengawas perusahaan. Pertimbangan yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan adalah :

- a. Kebutuhan modal yang besar yang dari modal sendiri (pemegang saham) dan selebihnya didapatkan dari pihak bank.
- b. Kedudukan antara pemimpin perusahaan dan pemegang saham terpisah.
- c. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, direksi dan karyawan.
- d. Kekayaan perseroan terpisah dari kekayaan setiap pemegang saham.

10.2. Sistem Organisasi Perusahaan

Dalam menjalankan tugas dan tanggung jawab setiap bagian mempunyai tugas dan tanggung jawab yang harus dipertanggungjawabkan kepada masing-masing atasan. Uraian tugas dan tanggung jawab masing-masing bagian diuraikan sebagai berikut :

a. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Mereka merupakan pemilik perusahaan yang mana melalui rapat pemegang saham mereka

menetapkan :

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
2. Mengesahkan hasil-hasil usaha neraca perhitungan laba dan rugi tahunan.

b. Dewan Komisaris

Dewan komisaris ini bertindak sebagai wakil dari pemegang saham dan semua keputusan dipegang dan ditentukan oleh rapat persero :

1. Menentukan dan memutuskan siapa yang menjabat sebagai direktur dan menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
2. Menyetujui dan menolak rencana yang diajukan oleh direktur.
3. Mengadakan evaluasi tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
4. Memberi nasehat kepada direktur bila ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

c. Dewan Direksi

1. Direktur Utama

Direktur utama adalah pimpinan perusahaan yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris dan membawahi :

- a. Divisi Teknik dan Produksi
- b. Divisi Administrasi dan Keuangan
- c. Divisi Pemasaran

Ketiga divisi tersebut bertanggung jawab terhadap Direktur Utama.

Tugas dan wewenang direktur utama :

- a. Bertanggung kepada dewan komisaris.
- b. Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib baik keluar maupun ke dalam perusahaan.
- c. Mengkoordinasi kerja sama antara Divisi Teknik dan Produksi, Divisi Administrasi dan Keuangan dan Divisi Pemasaran.
- d. Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan.
- e. Bertanggung jawab atas kelancaran produksi perusahaan.

2. Wakil Direktur

Wakil direktur bertanggung jawab sepenuhnya kepada direktur utama, bertugas membantu tugas direktur utama apabila sedang tidak ditempat.

3. Sekretaris Perusahaan

Sekretaris bertugas membantu direktur utama dalam melaksanakan tugas-tugasnya yang berhubungan dengan administrasi perusahaan.

4. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang mempunyai tugas :

- a. Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama,
- b. Melaksanakan penelitian dan pengembangan terhadap produksi.
- c. Mengadakan evaluasi dibidang teknik dan ekonomi.
- d. Melaksanakan penelitian dan pencarian obyek-obyek pengembangan perusahaan.



10.3. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab (*Job Description*)

10.3.1. Pemegang Saham

Merupakan beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dimana jumlah yang dimiliki, tergantung/terbatas sesuai dengan besarnya modal saham yang dimiliki, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham yang memilih direktur dan Dewan Komisaris dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) serta menentukan gaji direktur tersebut.

10.3.2. Dewan Komisaris

Merupakan badan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan. Dewan Komisaris bertindak sebagai wakil dan pemegang saham. Komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu dalam/oleh RUPS apabila melakukan tindakan yang dilakukan bertentangan dengan anggaran dasar dari perseroan tersebut.

Dewan Komisaris pada umumnya dipilih dalam RUPS dari kalangan pemegang saham yang mempunyai saham terbanyak dari perseroan tersebut.

Tugas Dewan Komisaris :

- Menentukan kebijaksanaan perusahaan
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan
- Memberikan nasihat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan
- Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan direktur

10.3.3. Direksi

Merupakan pemegang saham kepengurusan perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan. Direksi terdiri dari :

a. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan eksekutif tertinggi dalam perusahaan dan dalam tugasnya sehari-hari dibantu oleh Direktur Teknik dan Direktur Administrasi. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah :

- Merencanakan kegiatan perusahaan serta membentuk organisasi yang efektif dan efisien
- Berhak mewakili urusan ekstern perusahaan atau menunjuk wakil untuk menanganinya
- Menentukan kebijaksanaan perusahaan dalam mengambil keputusan-keputusan penting
- Menentukan pertanggungjawaban kepada Dewan Komisaris

b. Direktur Teknik

Direktur Teknik diangkat oleh Direktur Utama untuk menerima wewenang Direktur Utama yang berkaitan dengan bidang teknik dan produksi.

Tugas dan wewenang Direktur Teknik adalah :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama
- Berwenang membuat keputusan dalam bidang teknik tetapi tidak lepas dari kebijaksanaan bagian produksi

- Berwenang dalam produksi, misalnya memperkecil bidang produksi dan memperbesar produksi total, serta menjaga kualitas dan pengembangannya

c. **Direktur Administrasi**

Tugas dan wewenang Direktur Administrasi adalah :

- Menjaga kelancaran administrasi dan keuangan serta keamanan perusahaan
- Mengadakan penelitian serta pengawasan terhadap pelaksanaan pengadaan pegawai, pembinaan pegawai, kesejahteraan sosial, serta dana sosial pegawai
- Bertanggung jawab atas pemasukan dan pengeluaran uang perusahaan
- Mengatur laporan keuangan serta neraca keuangan perusahaan

10.3.4. Staff

Terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam pelaksanaan tugasnya, baik yang berhubungan dengan pemasaran, personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi.

Tugas staff adalah :

- Memberikan pendapat dan keterangan serta nasihat kepada direksi sesuai dengan keahliannya masing-masing
- Membantu direksi dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidangnya masing-masing
- Melakukan tugas-tugas yang diberikan oleh direksi kepadanya
- Mengumpulkan fakta-fakta yang kemudian menggolongkan dan mengevaluasinya

10.3.5. Penelitian dan Pengembangan

Tugas dari Penelitian dan Pengembangan adalah (LITBANG) :

- Melakukan penelitian terhadap operasi pabrik secara keseluruhan. Dari penelitian tersebut dapat dipelajari kemungkinan untuk mengembangkan pabrik selanjutnya
- Meneliti dan menguji kualitas produk yang dihasilkan

Yang termasuk LITBANG diantaranya adalah Market Riset dan Process Riset.

10.3.6. Kepala Bagian

Tugas dan wewenang Kepala Bagian adalah :

- Memberikan pengarahan serta saran-saran dan pengawasan terhadap seksi-seksi yang dibawahnya
- Membantu direktur teknik atau direktur administrasi dalam perencanaan dan pelaksanaan pada bagian masing-masing
- Membantu direktur teknik atau direktur administrasi dalam mempersiapkan laporan-laporan

Kepala bagian terdiri atas :

- **Kepala Bagian Teknik**

Adalah kepala bagian yang bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan erat dengan produksi. Dalam hal ini bukan produksi secara langsung, tetapi dengan penunjangnya dalam proses produksinya. Seksi yang dibawahhi antara lain :

- a. **Seksi Genset**

Bertugas dalam mempersiapkan listrik, baik yang berasal dari PLN maupun dari Genset guna menunjangkelangsungan proses produksi.Seksi Listrik.

- b. **Seksi Listrik**

Bertugas untuk merawat, memelihara dan mempersiapkan peralatan dan fasilitas kelistrikan baik yang berhubungan dengan proses produksi atau fasilitas penunjang yang lain.

- c. **Seksi Mekanik**

Bertugas untuk merawat dan memelihara semua peralatan mekanik yang berhubungan dengan proses produksi.

- d. **Seksi Transportasi**

Bertugas untuk merawat dan memelihara semua peralatan transportasi yang dimiliki oleh perusahaan.

- **Kepala Bagian Produksi**

Adalah kepala bagian yang bertanggung jawab diatas semua kegiatan produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi. Terbagi atas :

- a. **Seksi proses I**

Bertugas untuk mengadakan pengawasan terhadap bagian persiapan bahan baku sampai bagian reaksi pada proses produksi.

b. Seksi proses II

Bertugas dengan hal yang berkaitan dengan kegiatan produksi mulai tahap pemurnian sampai dengan tahap pengemasan.

c. Seksi boiler

Bertugas dalam bidang pengadaan steam dan juga pemeliharaan terhadap boiler.

d. Seksi gudang

Bertugas untuk mengawasi, mengontrol dan mendokumentasikan keluar masuknya barang dari dan ke gudang baik untuk gudang bahan baku, gudang bahan penunjang dan gudang bahan jadi.

e. Seksi UPA dan UPL

Bertugas untuk menyediakan air bagi kegiatan perusahaan dan juga mengolah limbah yang dihasilkan oleh kegiatan produksi.

- Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Adalah kepala bagian yang bertugas dalam meneliti dan mengembangkan cara proses produksi yang lebih baik dan lebih ekonomis dan juga masalah-masalah yang berkaitan dengan pemasaran produk. Orang-orang yang duduk di dalamnya merupakan orang-orang yang ahli dibidangnya masing-masing. Penelitian dan pengembangan juga dapat berfungsi sebagai staf ahli yang mengontrol dan menanggulangi masalah yang timbul. Seksi-seksi yang ada di bawah kepala bagian penelitian dan pengembangan ini antara lain :

a. Seksi Litbang Pemasaran

Bertugas untuk mengadakan penelitian dan pengembangan terhadap masalah-masalah yang timbul dalam pemasaran produk dan pendistribusiannya.

b. Seksi Litbang Teknik

Bertugas untuk mengadakan penelitian dan pengembangan terhadap masalah-masalah yang timbul dalam proses produksi.

- Kepala Bagian QC dan Laboratorium

Bertugas untuk mengadakan perencanaan mutu dan melakukan pengawasan terhadap mutu barang baik berupa bahan baku, bahan dalam proses maupun bahan jadi. Seksi- seksi yang dibawahhi antara lain :

a. Seksi Quality Control

Bertugas untuk merencanakan mutu dan mengadakan pengawasan terhadap mutu barang mulai bahan baku sampai bahan jadi.

b. Seksi Laboratorium

Bertugas untuk mengadakan test terhadap mutu barang secara laboratoris.

- Kepala Bagian Umum dan Administrasi

Bertugas dalam hal pengawasan terhadap segala hal yang berkaitan dengan administrasi perusahaan dan juga ikut bertanggung jawab dalam melakukan hubungan dengan masyarakat sekitar perusahaan. Seksi- seksi yang dibawahnya yaitu :

a. Seksi Personalia

Bertugas untuk mendata jumlah karyawan dan juga hal-hal yang berkaitan dengan kesejahteraan seluruh karyawan.

b. Seksi Kebersihan dan Keamanan

Bertugas untuk menjaga ketertiban dan keamanan lingkungan perusahaan sehingga dapat menekan seminimal mungkin adanya gangguan terhadap kegiatan usaha.

c. Seksi Humas

Bertugas untuk mengadakan hubungan baik dengan masyarakat sekitar perusahaan maupun dengan pemerintah.

- Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab untuk merencanakan dan mengawasi keluar masuknya arus uang dari perusahaan. Seksi- seksi yang dibawahnya meliputi :

a. Seksi Akunting

Bertugas untuk melakukan pendokumentasian terhadap semua kelayakan perusahaan.

b. Seksi Pembiayaan

Bertugas untuk mengeluarkan dana bagi kegiatan perusahaan lakukan pendokumentasian terhadap semua kelayakan perusahaan.

c. Seksi Pembelian

Bertugas untuk memenuhi barang-barang yang akan digunakan bagi proses produksi maupun untuk hal-hal lain yang menyangkut kepentingan perusahaan.

- Kepala Bagian Pemasaran

Bertugas untuk mengenalkan hasil produksi kepada konsumen-konsumen yang membutuhkan atau pabrik-pabrik lainnya yang menggunakan produksi sebagai bahan baku lainnya. Selain itu juga bertugas untuk menarik minat konsumen untuk membeli produk.

10.5. Jaminan Sosial

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

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan adalah :

a. Tunjangan

- Tunjangan diluar 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, misalnya helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung dan lain-lain. Selain itu juga berupa antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

c. Pengobatan

- Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan

- Untuk pengobatan dan perawatan lebih intensif yang harus dilakukan di rumah sakit akan diberikan penggantian ongkos sebesar 50 %.
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapat penggantian ongkos pengobatan sepenuhnya.

d. Intensive atau bonus

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

e. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya.
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti hamil selama 3 (tiga) bulan bagi tenaga kerja wanita.
- Cuti haid selama 2 (dua) hari bagi tenaga kerja wanita.
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.

10.6. Jadwal Jam Kerja

Pabrik pembuatan asam oksalat dari ampas tapioka ini direncanakan akan beroperasi selama 331 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan serta perawatan serta *shut down*.

Jumlah jam kerja yang telah ditetapkan oleh pemerintah adalah 40 jam dalam satu minggu, yang dibedakan dalam dua bagian, yaitu :

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 (enam) hari dalam seminggu, sedangkan hari Minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya : direktur, kepala bagian, kepala seksi,

karyawan kantor atau administrasi dan seksi-seksi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin – Kamis : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jumat : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

b. Untuk pegawai shift

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

Dengan ketentuan shift jam kerja sebagai berikut :

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

Untuk menjaga kelancaran pelaksanaan jam kerja selama bergilir, maka karyawan shift dibagi menjadi empat regu atau group, sehingga para pekerja dapat bekerja dengan optimal karena dapat bekerja secara bergiliran, dimana jika ketiga regu bekerja maka satu regu yang lain libur.

Tabel 10.6.1. Jadwal Kerja Karyawan

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

Keterangan :

- ♦ P = pagi (shift I)
- ♦ S = siang (shift II)
- ♦ M = malam (shift III)

♦ - = libur

10.7. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Penentuan Jumlah Karyawan Proses :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas} &= 1000 \text{ ton / tahun} = (1000 \text{ ton / tahun}) / (330 \text{ hari / tahun}) \\ &= 3,0303 \text{ ton / hari}\end{aligned}$$

Dari Vilbrandt halaman 235 fig. 6-35, untuk peralatan dengan kondisi rata-rata didapat :

$$M = 28 \text{ (orang.jam/hari.tahapan proses)}$$

Jumlah proses dalam pabrik = 5 proses, sehingga diperoleh :

$$\text{Karyawan proses} = 28 \times 5 = 140 \text{ orang.jam/hari}$$

Karena satu shift = 8 jam, maka :

$$\begin{aligned}\text{Karyawan proses} &= (140/8) \text{ orang/shift.hari} \\ &= 17,5 \approx 18 \text{ orang/shift.hari}\end{aligned}$$

Dalam satu hari terdapat 4 shift, sehingga :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah karyawan proses} &= 18 \text{ orang/shift.hari} \times 4 \text{ shift} \\ &= 72 \text{ orang/hari}\end{aligned}$$

Karyawan administrasi dan karyawan lain (selain karyawan proses) berjumlah 53 orang.

Jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik pembuatan asam oksalat dari ampas tapioka ini adalah sebanyak 125 orang.

Perincian jumlah tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.7.1

Tabel 10.7.1. Jabatan dan Tingkat Pendidikan Tenaga Kerja

No.	J A B A T A N	P E N D I D I K A N				
		SMP	SMA	D3	S1	S2
1.	Direktur Utama				1	
2.	Direktur Teknik dan Produksi				1	
3.	Direktur Administrasi dan Keuangan					1
4.	Staff Litbang					1
5.	Kepala Bagian Teknik				1	
6.	Kepala Bagian Produksi				1	

7.	Ka Bagian Q.C dan Lab.				1	
8.	Ka Bagian Umum dan Administrasi				1	
9.	Kepala Bagian Keuangan				1	
10.	Kepala Bagian Pemasaran				1	
11.	Kepala Seksi Utilitas				1	
12.	Kepala Seksi Maintenance				1	
13.	Kepala Seksi Proses				1	
14.	Kepala Seksi Bahan baku				1	
15.	Kepala Seksi Pengolahan Limbah				1	
16.	Kepala Seksi Quality Controll				1	
17.	Kepala Seksi Laboratorium				1	
18.	Kepala Seksi Akunting				1	
19.	Kepala Seksi Pembiayaan				1	
20.	Kepala Seksi Pembelian				1	
21.	Kepala Sekai Personalia				1	
22.	Kepala seksi Kebersihan & Keamanan				1	
23.	Kepala Seksi Humas				1	
24.	Kepala Seksi Penjualan				1	
25.	Kepala Seksi Gudang				1	
26.	Karyawan Utilitas		3	3		
27.	Karyawan Pemeliharaan & Perbaikan		4	3	1	
28.	Karyawan Proses	16	7	7	2	
29.	Karyawan Q.C. & Lab.		4	2	2	
30.	Karyawan Bahan Baku	4	3			
31.	Karyawan Personalia			2		
32.	Karyawan Keamanan	3	2			
33.	Karyawan Kesehatan			2		
34.	Karyawan Pemasaran		3	2		
35.	Karyawan Keuangan			3		

36.	Karyawan Gudang	3	2	1		
37.	Karyawan Administrasi & Pembukuan			2		
38.	Karyawan Kebersihan	3	1			
39.	Pegawai Perpustakaan		1	1		
40.	Sopir		3			
41.	Karyawan Kantin	1	1			
42.	Dokter				1	
43.	Sekretaris			2		
	J u m l a h	30	34	30	29	2

10.8. Proses

a. Proses Utama

- Penyiapan bahan baku
- Tahap reaksi I
- Tahap reaksi II
- Tahap pemisahan dan pemurnian
- Tahap penanganan produk

b. Proses tambahan

- Laboratorium
- Utilitas, yang terdiri dari :
 - penjernihan air
 - boiler
 - pengolahan limbah
- Bengkel dan Pemeliharaan

10.9. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pabrik pembuatan asam oksalat dari ampas tapioka ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan berdasarkan status karyawan, tingkat pendidikan, tinggi rendahnya kedudukan (jabatan), tanggung jawab, keahliannya dan lamanya bekerja di perusahaan tersebut. Menurut statusnya karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi 3 (tiga) golongan, yaitu :

a. Karyawan tetap

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

b. Karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi berdasarkan nota persetujuan direksi atas pengajuan kepala yang membawahnya dan menerima upah harian yang dibayarkan tiap akhir pekan.

c. Karyawan borongan

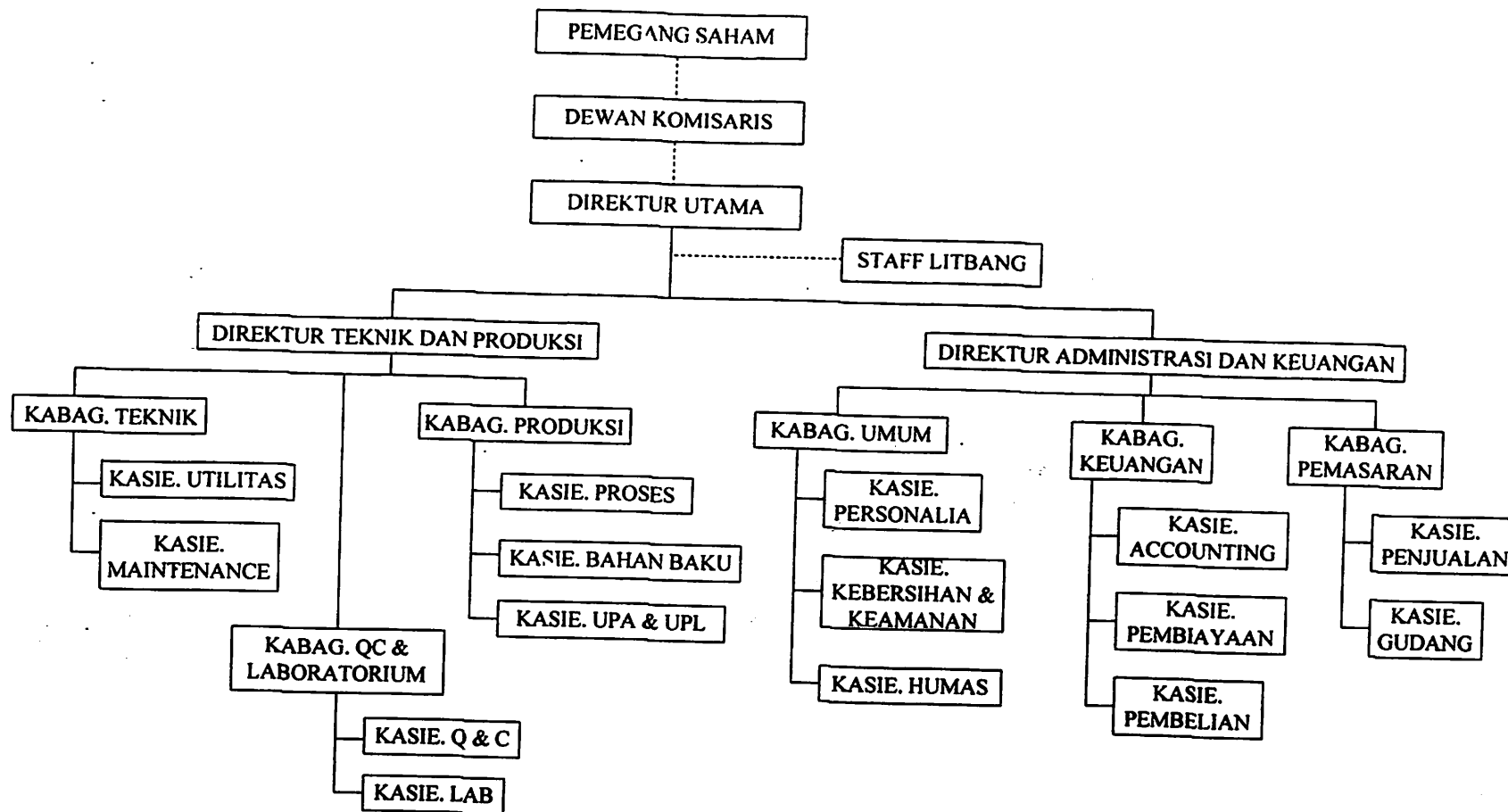
Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.

Tabel 10.9.1. Daftar Gaji Karyawan Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat

No.	J a b a t a n	Jml	Gaji/orang	Jumlah
1.	Direktur Utama	1	10.000.000	10.000.000
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1	8.000.000	8.000.000
3.	Direktur Adm.dan Keuangan	1	7000000	7000000
4.	Staff Litbang	1	6000000	6000000
5.	Kepala Bagian Teknik	1	5000000	5000000
6.	Kepala Bagian Produksi	1	5000000	5000000
7.	Ka Bagian Q.C dan Lab.	1	5000000	5000000
8.	Ka Bagian Umum dan Adm.	1	5000000	5000000
9.	Kepala Bagian Keuangan	1	5000000	5000000
10.	Kepala Bagian Pemasaran	1	5000000	5000000
11.	Kepala Seksi Utilitas	1	3000000	3000000
12.	Kepala Seksi Maintenance	1	3000000	3000000
13.	Kepala Seksi Proses	1	3500000	3500000
14.	Kepala Seksi Bahan baku	1	3000000	3000000
15.	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	1	3500000	3500000
16.	Kepala Seksi Quality Controll	1	3500000	3500000

17.	Kepala Seksi Laboratorium	1	3500000	3500000
18.	Kepala Seksi Akunting	1	2500000	2500000
19.	Kepala Seksi Pembiayaan	1	2500000	2500000
20.	Kepala Seksi Pembelian	1	2500000	2500000
21.	Kepala Seksi Personalia	1	3000000	3000000
22.	Kepala seksi Kebersihan & Keamanan	1	2500000	2500000
23.	Kepala Seksi Humas	1	2500000	2500000
24.	Kepala Seksi Penjualan	1	2500000	2500000
25.	Kepala Seksi Gudang	1	2000000	2000000
26.	Karyawan Utilitas	3	650000	1950000
		3	900000	2700000
27.	Karyawan Pemeliharaan & Perbaikan	4	650000	2600000
		3	900000	2700000
		1	1200000	1200000
28.	Karyawan Proses	16	400000	6400000
		7	650000	4550000
		7	900000	6300000
		2	1200000	2400000
29.	Karyawan Q.C. & Lab.	4	650000	2600000
		2	900000	1800000
		2	1200000	2400000
30.	Karyawan Bahan Baku	4	400000	1600000
		3	650000	1950000
31.	Karyawan Personalia	2	900000	1800000
32.	Karyawan Keamanan	3	400000	1200000
		2	650000	1300000
33.	Karyawan Kesehatan	2	900000	1800000
34.	Karyawan Pemasaran	3	650000	1950000
		2	900000	1800000
35.	Karyawan Keuangan	3	900000	2700000
36.	Karyawan Gudang	3	450000	1350000
		2	650000	1300000
		1	900000	900000
37.	Karyawan Adm.& Pembukuan	2	900000	1800000
38.	Karyawan Kebersihan	3	450000	1350000
		1	650000	650000
39.	Pegawai Perpustakaan	1	550000	550000
		1	800000	800000
40.	Sopir	3	650000	1950000

41.	Karyawan Kantin	1	450000	450000
		1	650000	650000
42.	Dokter	1	2000000	2000000
43.	Sekretaris	2	900000	1800000
	J U M L A H	125		173250000



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pabrik Asam Oksalat

BAB XI

ANALISA EKONOMI

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

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

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

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

11.1. Faktor-faktor Penentu

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

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

1. *Fixed Capital Investment (FCI)*
 - a. Biaya langsung (*Direct cost*), meliputi :
 - Pembelian alat
 - Instrumentasi dan alat kontrol
 - Perpipaan terpasang
 - Listrik terpasang

- Tanah dan bangunan
- Fasilitas pelayanan
- Pengembangan lahan
- b. Biaya tak langsung (*Indirect cost*)
 - Teknik dan supervisi
 - Konstruksi
 - Kontraktor
 - Biaya tak terduga

2. *Working Capital Investment (WCI)*

Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dalam beberapa waktu tertentu. Modal kerja terdiri dari :

- a. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- b. Pengemasan produk dalam waktu tertentu
- c. Utilitas dalam waktu tertentu
- d. Gaji dalam waktu tertentu
- e. Uang tunai

Sehingga :

$$\text{Total Capital Investment (TCI)} = \text{Modal tetap (FCI)} + \text{Modal kerja (WCI)}$$

11.1.2. Biaya produksi (*Total Production Cost = TPC*)

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu-satuan produk dalam waktu tertentu. Biaya produksi terdiri dari :

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*), terdiri dari :
 - Biaya produksi langsung
 - Biaya produksi tetap
 - Biaya *overhead* pabrik
- b. Biaya umum (*General Expenses*), terdiri dari :
 - Biaya administrasi
 - Biaya distribusi dan pemasaran

- Litbang
- Financing

Adapun biaya produksi total terbagi menjadi :

a. **Biaya variabel ($Variable\ Cost = Vc$)**

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

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengepakan

b. **Biaya semi variabel ($Semi\ Variable\ Cost = SVC$)**

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

- Upah karyawan
- *Plant overhead*
- Pemeliharaan dan perbaikan
- Laboratorium
- Biaya umum
- Supervisi

c. **Biaya tetap ($Fixed\ Cost = FC$)**

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

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga bank

11.2. Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap

harga alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

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

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2005 digunakan persamaan berikut :

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

$$V_A = V_B \times \left(\frac{\text{Kapasitas alat A}}{\text{Kapasitas alat B}} \right)^{0,6} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- C_x = Taksiran harga alat pada tahun 2015
- C_k = Taksiran harga alat pada tahun basis
- I_x = Indeks harga pada tahun 2015
- I_k = Indeks harga pada tahun basis
- V_A = Harga alat dengan kapasitas A
- V_B = Harga alat dengan kapasitas B
- 0,6 = Harga eksponen alat tertentu (Peter & Timmerhause, 167)

11.3. Penentuan *Total Capital Investment (TCI)*

a. Biaya Langsung (DC)

1.	Harga peralatan	(E)	=	Rp.	34.895.802.783,33
2.	Instrument dan alat kontrol	10% E	=	Rp.	3.489.580.278,33
3.	Isolasi	8% E	=	Rp.	2.791.664.222,67
4.	Perpipaan terpasang	10% E	=	Rp.	3.489.580.278,33
5.	Listrik terpasang	10% E	=	Rp.	3.489.580.278,33
6.	Harga FOB (jumlah 1-5)	(F)	=	Rp.	48.156.207.840,99
7.	Ongkos Truk	10% F	=	Rp.	500.000.000,00
8.	Harga C dan F (jumlah 6-7)	(G)	=	Rp.	48.656.207.840,99
9.	Biaya asuransi	1% G	=	Rp.	486.562.078,41
10.	Harga CIF (jumlah 8-9)	(H)	=	Rp.	49.142.769.919,40
11.	Biaya angkut barang ke plant	15% H	=	Rp.	7.371.415.487,91

12.	Pemasangan alat	35%	E = Rp.	12.213.530.974,16
13.	Bangunan pabrik	20%	E = Rp.	6.979.160.556,67
14.	Service facilities	40%	E = Rp.	13.958.321.113,33
15.	Tanah	0%	E = Rp.	0,00
16.	Biaya langsung (DC)	(jumlah 10-15)	= Rp.	89.665.198.051,5

b. Biaya Tak Langsung (IC)

17.	Engineering dan Supervisi	10,0%	DC = Rp.	8.966.519.805,15
18.	Konstruksi	10%	DC = Rp.	8.966.519.805,15
	Total Modal Tak Langsung (IC)		= Rp.	17.933.039.610,29

c. Fixed Capital Investment (FCI)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= \text{Rp}89.665.198.051,47 + \text{Rp}17.933.039.610 \\
 &= \text{Rp}107.598.237.662
 \end{aligned}$$

d. Working Capital Investment (WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WC} &= 15\% \times \text{FCI} \\
 &= 15\% \times \text{Rp}107.598.237.662 \\
 &= \text{Rp}16.139.735.649
 \end{aligned}$$

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WC} \\
 &= \text{Rp}107.598.237.662 + \text{Rp}16.139.735.649 \\
 &= \text{Rp}123.737.973.311
 \end{aligned}$$

f. Modal Perusahaan

Modal sendiri (MS)	60%	TCI =	Rp74.242.783.987
Modal pinjaman (MP)	40%	TCI =	Rp49.495.189.324

11.4. Penentuan Total Production Cost (TPC)

a. Biaya Produksi Langsung (Direct Production Cost/DPC)

-	Bahan Baku	=	Rp.	23.163.493.418,61
-	Tenaga Kerja (TK)	=	Rp.	1.271.400.000,00
-	Supervisi	10% TK =	Rp.	127.140.000,00
-	Utilitas	=	Rp.	4.120.047.407,22

- Pemeliharaan dan perbaikan (PP)	2% FCI	= Rp.	2.151.964.753,2
- Penyediaan operasi	10% PP	= Rp.	215.196.475,2
- Laboratorium	10% PP	= Rp.	127.140.000,0
- Patent dan Royalti TPC	1%	= Rp.	0,01 TPC
Biaya Produksi Langsung		= Rp.	31.176.382.054,4
			+ 0,01 TPC

b. Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)

- Depresiasi alat	7% FCI	= Rp.	7.531.876.636,3
- Depresiasi bangunan	2% FCI	= Rp.	2.151.964.753,2
- Pajak kekayaan	2% FCI	= Rp.	2.151.964.753,2
- Asuransi	0,4% FCI	= Rp.	430.392.950,6
- Bunga bank	13% MP	= Rp.	6.434.374.612,1
Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)		= Rp.	12.266.199.093,4

c. Biaya Overhead Pabrik

Biaya Overhead	40% TK + PP	= Rp.	508.560.000,00
----------------	-------------	-------	----------------

d. Biaya pengeluaran Pengeluaran Umum (General Expences/GE)

- Biaya Administrasi	15% PP	= Rp.	19.071.000,00
- Biaya distribusi dan pemasaran	2% TPC	= Rp.	0,005 TPC
- Biaya LITBANG	2% TPC	= Rp.	0,005 TPC
Biaya Pengeluaran Umum (GE)		= Rp.	19.071.000,00
			+ 0,1 TPC

e. Biaya Produksi Total (TPC)

$$\begin{aligned} \text{TPC} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} \\ &= \text{Rp}43.970.212.148 + 0,11 \text{ TPC} \end{aligned}$$

$$\text{TPC} = \text{Rp}49.404.732.750$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, DPC} &= \text{Rp}31.176.382.054 + 0,01 \text{ TPC} \\ &= \text{Rp}31.670.429.382 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{GE} &= \text{Rp}19.071.000 + 0,1 \text{ TPC} \\ &= \text{Rp}4.959.544.275 \end{aligned}$$

11.5. Laba Perusahaan

Laba Perusahaan, yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan per tahun = Rp83.006.464.867 (kapasitas 100%)

Laba kotor = Harga Jual – Biaya Produksi
 = Rp83.006.464.867 – Rp49.404.732.750
 = Rp33.601.732.116

Pajak penghasilan = 40% × Laba kotor
 = 40% × Rp33.601.732.116
 = Rp13.440.692.846

Laba Bersih = Laba kotor – Pajak penghasilan
 = Rp33.601.732.116 – Rp13.440.692.846
 = Rp20.161.039.270

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_A)

C_A = Laba bersih + Depresiasi alat
 = Rp20.161.039.270 + Rp7.531.876.636
 = Rp27.692.915.906

11.6. Analisis Probabilitas

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

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

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} ROI_{BT} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\ &= \frac{Rp33.601.732.116}{Rp107.598.237.662} \times 100\% = 31\% \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} ROI_{AT} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\ &= \frac{Rp20.161.039.270}{Rp107.598.237.662} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Rp107.598.237.662} \\
 & = 19\% \text{ dari modal investasi} \\
 & = 19\% \times \text{Rp123.737.973.311} = \text{Rp23.185.195.160}
 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp107.598.237.662}}{\text{Rp23.185.195.160}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 4,6 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

11.6.3. Break Event Point (BEP)

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

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

a. Biaya Tetap (FC)

$$\text{FC} = \text{Rp12.266.199.093}$$

b. Biaya Variabel (VC)

$$\text{Bahan Baku pertahun} = \text{Rp23.163.493.419}$$

$$\text{Biaya Utilitas pertahun} = \text{Rp4.120.047.407}$$

$$\text{Total Biaya Variabel (VC)} = \text{Rp27.283.540.826}$$

c. Biaya Semi Variabel (SVC)

$$\text{Biaya Umum (GE)} = \text{Rp4.959.544.275}$$

$$\text{Biaya Overhead} = \text{Rp508.560.000}$$

$$\text{Penyediaan operasi} = \text{Rp215.196.475}$$

$$\text{Biaya laboratorium} = \text{Rp127.140.000}$$

$$\text{Gaji karyawan langsung} = \text{Rp1.271.400.000}$$

Supervisi	=	Rp127.140.000
Perawatan dan Pemeliharaan	=	Rp2.151.964.753
Royalti	=	Rp494.047.328
Total Biaya Semi Variable (SVC)	=	Rp9.854.992.831

d. Harga Penjualan (S)

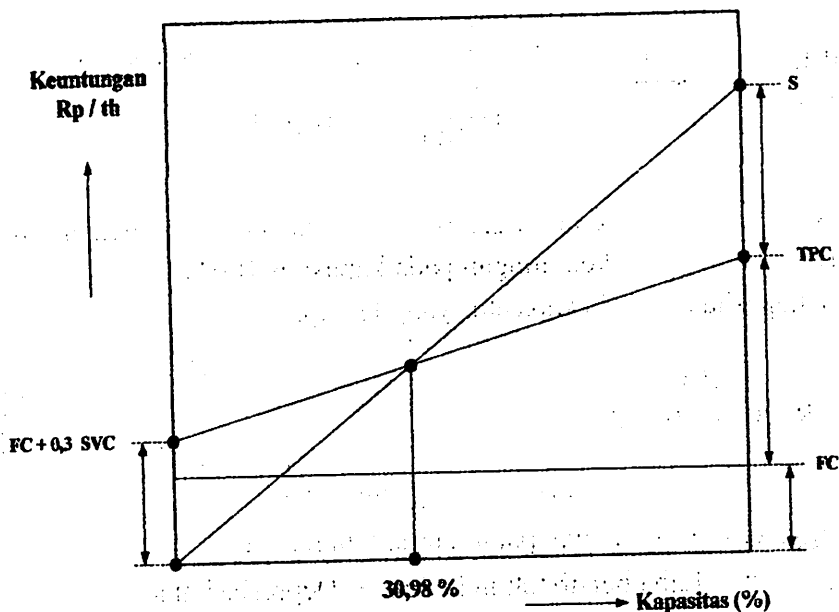
$$S = \text{Rp}83.006.464.867$$

maka,

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{S - 0,7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 100\% = 31,18\%$$

$$\begin{aligned} \text{Titik BEP terjadi pada kapasitas} &= 31,18\% \times 1.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 312 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Nilai BEP untuk Pabrik Asam Oksalat berada diantara nilai 30-60% sehingga nilai BEP diatas memadai.



Gambar 11.6.1. Break Event Point Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat

Nilai BEP untuk pabrik asam oksalat berada diantara nilai 30 – 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.

Untuk produksi tahun pertama kapasitas 60% dari kapasitas yang sebenarnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{\left[100 - BEP \right] - \left[100 - \% \text{ kapasitas} \right]}{\left[100 - BEP \right]}$$

Dimana :

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp20.161.039.270} = \frac{\left[100 - 31,18\% \right] - \left[100 - 60\% \right]}{\left[100 - 31,18\% \right]}$$

$$PBi = Rp58.288.990$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{Depresiasi alat} \\ &= Rp58.288.990 + Rp7.531.876.636 \\ &= Rp7.590.165.626 \end{aligned}$$

Untuk produksi tahun kedua kapasitas 80% dari kapasitas yang sebenarnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{\left[100 - BEP \right] - \left[100 - \% \text{ kapasitas} \right]}{\left[100 - BEP \right]}$$

Dimana :

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp20.161.039.270} = \frac{\left[100 - 31,18\% \right] - \left[100 - 80\% \right]}{\left[100 - 31,18\% \right]}$$

$$PBi = Rp98.737.179$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun kedua :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun kedua} + \text{Depresiasi alat} \\ &= Rp98.737.179 + Rp7.531.876.636 \\ &= Rp7.630.613.816 \end{aligned}$$

6. Memperkirakan IRR (internal rate of return)

Thn ke	Cash Flow	discounted cashflow	
		0,12	0,2
1	8.704.131.338	7.771.545.837	7.253.442.781
2	12.893.366.964	10.278.513.205	8.953.727.058
3	17.082.602.590	12.159.059.105	9.885.765.388
4	17.614.003.602	11.194.017.722	8.494.407.601
5	18.145.404.613	10.296.189.885	7.292.231.149
6	18.676.805.625	9.462.250.974	6.254.824.415
7	19.208.206.636	8.688.817.200	5.360.657.948
8	19.739.607.648	7.972.496.456	4.590.801.848
9	20.271.008.659	7.309.928.939	3.928.657.283
10	20.802.409.670	6.697.819.170	3.359.705.299
	WCI	16.139.735.649	16.139.735.649
	Total	107.970.374.142	81.513.956.421

Nilai FCI harus berada diantara discounted cashflow dimana:

$$FCI = 107.598.237.662$$

Nilai diiscounted cashflow

$$0,12 = 107.970.374.142$$

$$0,20 = 81.513.956.421$$

Dari interpolasi didapatkan nilai IRR pada = 0,1989

atau 19,89%

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Asam Oksalat dari enceng gondok ini diharapkan dapat mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai dengan tujuan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam negeri.

Dari hasil analisis yang dilakukan, Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat dari enceng gondok ini layak untuk ditindak lanjuti dengan memperhatikan beberapa aspek berikut :

12.1. Segi Teknis

Ditinjau dari segi teknis, proses Pembuatan Asam Oksalat dengan proses alkali selulosa menggunakan NaOH cukup menguntungkan karena bahan baku yang murah dan mudah didapat serta kualitasnya cukup baik.

12.2. Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai cukup menguntungkan dilihat dari segi sosial karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat, meningkatkan nilai enceng gondok, dapat meningkatkan pendapatan per kapita daerah dan meningkatkan devisa negara.

12.3. Segi Lokasi

Penempatan pabrik Asam Oksalat di daerah Jawa Tengah dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi karena :

- a. Bahan baku banyak terdapat di daerah ini, sehingga letak pabrik mendekati lokasi bahan baku.
- b. Sarana transportasi yang cukup menunjang karena dekat dengan jalur lintas utama.
- c. Tenaga kerja yang tersedia cukup banyak dan relatif murah
- d. Persediaan utilitas yang cukup besar
- e. Dekat dengan daerah pemasaran

12.4. Segi Ekonomi

Asam oksalat banyak digunakan sebagai bahan baku pada industri kimia, terutama pada industri tekstil sebagai *bleaching*, sebagai bahan baku untuk menetralkan kelebihan alkali pada proses pencucian dan menghilangkan karbonasi pada plat logam.

Pendirian pabrik asam oksalat ini juga turut menunjang program pemerintah dalam mengembangkan sektor industri.

12.5. Segi Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi sangat diperlukan dalam menentukan layak atau tidaknya suatu pabrik untuk didirikan, baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka panjang. Setelah dilakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat dari Enceng Gondok, diperoleh hasil sebagai berikut :

- ❖ POT = 4,6 tahun
- ❖ ROI_{AT} = 19 %
- ❖ BEP = 31,18 %
- ❖ IRR = 19,89 %

Dengan berpedoman bahwa bunga bank yang berlaku sebesar 13 % dan dengan melihat prosentase ROI dan IRR yang lebih tinggi daripada bunga bank, maka Pra Rencana Pabrik Asam Oksalat dari enceng gondok ini layak untuk didirikan.