

PRA RENCANA PABRIK
CHITOSAN DARI CHITIN
DENGAN PROSES DEASETILASI
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR DEASETILASI

SKRIPSI

Disusun Oleh :

GUNAWAN WICAKSONO 0914908

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012

1945

UNITED STATES DISTRICT COURT

SOUTHERN DISTRICT OF NEW YORK

IN RE: [Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**CHITOSAN DARI CHITIN
DENGAN PROSES DEASETILASI
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR DEASETILASI**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

GUNAWAN WICAKSONO 0914908

Malang, 18 Februari 2012

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Harimbi Setyawati, MT.
NIP. 196303071992032002

REPUBLIC OF INDONESIA

Ministry of Education and Culture

GENERAL DIRECTORATE OF HIGHER EDUCATION
CENTRAL BUREAU OF HIGHER EDUCATION
JANABAS PROPOSAL PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

RESEARCH PROPOSAL AND COMMUNITY SERVICE
FOR THE YEAR 2014

Formulir

Formulir ini digunakan untuk mengajukan permohonan
penelitian dan pengabdian masyarakat kepada
Ditjen Pendidikan Tinggi, KEMDIKDIK RI

Formulir ini diisi oleh:

1. Dosen (Peneliti) dan 2. Masyarakat

Formulir ini diisi oleh:

1. Dosen (Peneliti) dan 2. Masyarakat
Ditjen Pendidikan Tinggi
KEMDIKDIK RI

1. Dosen (Peneliti) dan 2. Masyarakat
Ditjen Pendidikan Tinggi
KEMDIKDIK RI

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : GUNAWAN WICAKSONO
NIM : 0914908
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK CHITOSAN DARI CHITIN
DENGAN PROSES DEASETILASI

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

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

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris,



M. IstnaenyHudha, ST, MT
NIP P 1030400400

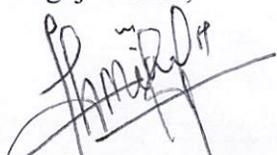
Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Prof. DR. Ir. Tri Poespowati, MT.
NIP. 195808021991032001

Penguji Kedua,



Faidliyah Nilna M, ST, MT.
NIP P 1030400392

PERNYATAAN KEASLIANSKRIPSI

Sayayang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : GUNAWAN WICAKSONO
NIM : 0914908
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

**PRA RENCANA PABRIK
CHITOSAN DARI CHITIN
DENGAN PROSES DEASETILASI
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR DEASETILASI**

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, 18 Februari 2012

Yang membuat pernyataan,



GUNAWAN WICAKSONO

1970-1971 Annual Report of the Board of Directors

and the Board of Directors of the Corporation

RESOLVED, that the Board of Directors of the Corporation do hereby recommend to the stockholders of the Corporation that they vote in favor of the election of the following directors to the Board of Directors of the Corporation for the year ending December 31, 1971:

1. *[Name]*

2. *[Name]*

3. *[Name]*
4. *[Name]*
5. *[Name]*
6. *[Name]*
7. *[Name]*

and that the Board of Directors of the Corporation do hereby recommend to the stockholders of the Corporation that they vote in favor of the election of the following directors to the Board of Directors of the Corporation for the year ending December 31, 1971:

8. *[Name]*

9. *[Name]*
10. *[Name]*



[Name]

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, maka penyusunan skripsi dengan judul **“Pra Rencana Pabrik *Chitosan* dari *Chitin* dengan proses Deasetilasi”** dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai syarat guna menempuh ujian sarjana pada jenjang Strata I (S-1) dan diajukan guna memenuhi tugas akhir mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana (Strata-1) Teknik Kimia. Pada kesempatan ini penyusun tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Jimmy, ST. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak M. Istnaeny Hudha, ST. MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, MT. selaku Dosen Pembimbing.
6. Ibu Prof. DR. Ir. Tri Poespowati, MT. selaku dosen penguji I.
7. Ibu Fadliyah Nilna, ST. MT. selaku dosen penguji II.
8. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan masukan kepada penyusun.
9. Teman-teman Alih Jenjang angkatan 2009 serta semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Kami menyadari bahwa Laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik serta saran yang bersifat membangun tetap diharapkan untuk penyempurnaan Laporan Skripsi ini. Semoga Laporan Skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak serta rekan-rekan mahasiswa khususnya Jurusan Teknik Kimia.

Malang, Februari 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 9.1. Peta Kabupaten Pasuruan.....	IX – 7
Gambar 9.2. Gambar Tata Letak Pabrik Chitosan.....	IX – 9
Gambar 9.3. Gambar Tata Letak Peralatan Pabrik Chitosan.....	IX – 12
Gambar 10.1 Gambar Struktur Organisasi Pabrik Chitosan.....	X - 11
Gambar 11.1. Break Even Point Pra Rencana Pabrik Chitosan.....	XI - 10

DAFTAR TABEL

Tabel 1.4.1. Data Import Khitosan	I - 6
Tabel 1.5.1.1 Komposisi Kimia Chitin	I - 9
Tabel 6.1 Perhitungan Densitas Campuran (ρ_{camp}).....	V - 1
Tabel 6.2 Perhitungan Viscositas Campuran (μ_{camp}).....	V - 2
Tabel 5.1.3 Data Spesifikasi Nozzle pada reaktor.....	V – 55
Tabel 7.1. Insrumentasi Peralatan Pabrik.....	VII – 4
Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan Kerja.....	VII – 10
Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik	X - 15
Tabel 10.2. Jabatan dan Tingkatan Pendidikan Tenaga Kerja	X - 17
Tabel 10.3. Daftar Gaji Karyawan	X - 20
Tabel 11.1. Perhitungan Biaya Operasi Beberapa Kapasitas	XI - 12
Tabel 11.2. Modal Sendiri Selama Masa Konstruksi	XI - 13
Tabel 11.3. Modal Pinjaman Selama Masa Konstruksi	XI - 13
Tabel 11.4. Cash Flow Pabrik Khitosan	XI - 14
Tabel 11.5. Discounted Cash Flow untuk Beberapa Nilai	XI - 15
Tabel 11.6. Komulatif Cash Flow Sebelum Pajak	XI - 21
Tabel 11.7. Komulatif Cash Flow Sesudah Pajak	XI - 21
Tabel 11.8. Perhitungan Break Event Point (BEP)	XI - 22
Tabel E.1. Indeks Harga Alat Pada Tahun Sebelum Evaluasi.....	E - 2
Tabel E.2. Harga Peralatan Proses	E - 5
Tabel E.3. Harga Peralatan Utilitas	E - 6
Tabel E.4. Biaya Bahan Baku	E - 7
Tabel E.5. Perhitungan Biaya Utilitas	E - 7
Tabel E.6. Daftar Gaji Karyawan	E - 8

ABSTRAKSI

Chitosan merupakan polimer linier berberat molekul tinggi dari 2-deoksi 2 amino-glukosa, dan juga merupakan produk deasetilisasi dari Chitin dengan alkali kuat. Rumus kimianya adalah $(C_6H_{13}NO_5)_n$ dengan berat molekul 179 g/mol biasanya dalam bentuk serbuk. Chitosan dapat diproduksi dengan mereaksikan Chitin yang berasal dari limbah kulit udang dan Natrium Hidroksida. Chitosan banyak digunakan sebagai pengawet alami makanan, bahan koagulan, baku industri tekstil, sebagai media pembatikan, dalam fungisida sebagai antimiroba melawan jamur pada tanaman dan digunakan juga dalam bidang kesehatan sebagai bahan untuk mempercepat penyembuhan luka.

Pabrik Chitosan ini direncanakan didirikan di daerah Rejoso, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, pada tahun 2014 dengan kapasitas pabrik 30.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk garis dan staff. Dari hasil perhitungan ekonomi didapat $BEP = 57,89 \%$; $POT = 2,07$ tahun; $ROI_{BT} = 54,38 \%$; $ROI_{AT} = 35,35 \%$; $IRR = 23,79 \%$; dan $TCI = US\$ 10.643.851,25$ Dengan demikian maka pabrik layak untuk didirikan.

Kata Kunci : *High Fructose Syrup*, ampas tahu, hidrolisa, bahan pemanis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Chitosan atau Poly d-glukosamine (beta (1-4) 2-amino-2-deoxy- D-glukose) atau secara rumus molekul $(C_6H_{13}NO_5)_n$ berbentuk padatan amorf putih dengan struktur kristal dari proses deasetilasi chitin murni. Chitin yang mempunyai nama kimia Poly N-acetyl-D-glukosamine (beta(1-4) 2- acetamido-2-deoxy-D-glucose) banyak ditemukan secara alamiah pada kulit hewan jenis crustacea, antara lain kepiting, udang, lobster. Chitin juga banyak di temukan di dalam rangka luar marine zoo-plankton termasuk jenis coral dan jellyfish. Jenis serangga yaitu kupu-kupu, kumbang mempunyai zat chitin terutama pada lapisan kutikula luar. Secara umum chitin mempunyai rumus molekul $(C_8H_{13}O_5)_n$, bentuk fisik berupa kristal berwarna putih hingga kuning muda, tidak berasa, tidak berbau dan memiliki nama kimia Poly N-acetyl-D-glucosamine (atau beta (1-4) 2-acetamido-2-deoxy-D-glucosē).⁽²³⁾

Chitosan dapat dihasilkan dari chitin melalui proses deasetilasi yaitu dengan cara direaksikan dengan menggunakan alkali konsentrasi tinggi dengan waktu yang relatif lama dan suhu tinggi. Chitosan adalah biopolimer yang mempunyai keunikan yaitu dalam larutan asam, chitosan memiliki karakteristik kation dan bermuatan positif, sedangkan dalam larutan alkali, chitosan akan mengendap.⁽²²⁾

Chitosan merupakan flokulan, koagulan yang baik serta pengikat logam, kemampuannya untuk menurunkan kandungan LDL kolesterol sekaligus mendorong meningkatkan HDL kolesterol dalam serum darah. Kegunaan chitosan yang lain diantaranya untuk bahan pengawet makanan alami yang tidak berbahaya bagi tubuh, serta banyak lagi kegunaan lain dari chitosan.

Kebutuhan chitosan untuk industri di Indonesia dan dunia dewasa ini meningkat, berdasarkan data impor di Indonesia serta besarnya minat negara Jepang dan Amerika dalam memanfaatkan produk ini. Harga jual chitosan murni dipasaran dunia sangat tinggi, yaitu \pm \$ 100/kg, maka produksi chitosan mempunyai prospek ekonomi yang menjanjikan. ⁽²⁸⁾

Chitosan yang ada di Indonesia adalah import dari India, Korea, dan China, serta ada beberapa home industri yang mempunyai kapasitas sangat kecil. PT. Biotech Surindo mempunyai kapasitas produksi 2000 ton/hari chitin dan PT Neptune Chemical Indonesia di Banyuwangi dengan rata-rata jumlah produksi per harinya sekitar 5 ton *chitin*, yang hasilnya diekspor ke Koyo chemical Co., Ltd di Jepang, seharusnya bisa dijadikan supplier bahan baku chitin. Indonesia yang mempunyai bahan baku yang melimpah, seharusnya mampu mendirikan pabrik chitin dan chitosan sendiri, Oleh karena itu maka kami tergerak untuk mencoba mengangkat judul “Pra Rencana Pabrik Chitosan dari Chitin dengan Proses De-Asetilasi”. ⁽³⁰⁾

1.2. Sejarah Perkembangan Industri Chitosan

Zat kerak (crust) pertama-tama diekstrak dari binatang berkulit keras oleh ilmuwan Perancis Ojier pada tahun 1823 kemudian dicuci dengan larutan alkali encer untuk menghilangkan proteinnya, kemudian dengan hydrochloric acid encer untuk menghilangkan kerak dari kapurnya untuk memperoleh butylosar. Unsur butylosar inilah yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Butylosar ini hanya larut dalam asam encer dan dalam cairan tubuh manusia, sehingga bisa diserap tubuh. Kerak yang telah dilepaskan acetyl-nya merupakan zat yang murni alami, tinggi sifat basanya, mengandung banyak molekul glukose. Zat ini merupakan satu-satunya zat cellulose yang dapat dimakan dan yang mengandung muatan positif (Positron).⁽²⁶⁾

C. Roughet pada tahun 1859 memasak chitin dengan basa. Perkembangan penggunaan chitin dan chitosan meningkat pada tahun 1940-an, terlebih dengan makin diperlukannya bahan alami oleh berbagai industri sekitar tahun 1970-an.⁽²⁵⁾

Penelitian Peniston dan Johnson tahun 1980 mengemukakan pada waktu itu, chitosan sudah digunakan sebagai agen flokulasi untuk air dan penanganan limbah, pengkelat logam berat pada filtrasi larutan, dan pelapis serat kaca. Chitosan juga dimanfaatkan sebagai pancing ikan dan benang bedah ramah lingkungan, es krim rendah lemak, dan prostesis serta implan. Di bidang farmasi, chitosan juga dapat digunakan dalam mikroenkapsulasi liposom, misalnya untuk insulin oral, agar absorpsinya lebih baik dalam tubuh penderita diabetes.

Dikenalnya chitosan secara umum lebih karena publikasi chitosan sebagai suplemen penurunan berat badan oleh Arnold Fox dan Brenda Adderly tahun 1997. Deuchi dkk. berhasil mengungkapkan absorpsi mineral dan elemen penting lain seiring dengan absorpsi lemak oleh chitosan. Penelitian lain oleh Muhannad Jumaaa dkk. tahun 2002 berhasil membuktikan kemampuan pengawetan chitosan untuk emulsi lemak yang dapat diaplikasikan dalam formulasi sediaan farmasi. ⁽²⁹⁾

1.3 Kegunaan Chitosan

Sejauh ini chitosan merupakan senyawa yang penting jika ditinjau dari volume produksinya. Chitosan telah lama dikenal dan digunakan secara luas pada berbagai industri, yaitu ⁽²⁴⁾ :

1. Industri Tekstil

Pada kerajinan batik, pasta chitosan dapat digunakan sebagai media pematangan.

2. Bidang Fotografi

Pada industri film untuk fotografi, penambahan tembaga chitosan dapat memperbaiki mutu film yaitu meningkatkan fotosensitivitasnya.

3. Bidang Kedokteran / Kesehatan

Chitosan dapat digunakan sebagai bahan pemercepat penyembuhan luka bakar, lebih baik dari yang terbuat dari tulang rawan. Selain itu juga sebagai bahan pembuatan garam-garam *glukosamin* yang mempunyai banyak manfaat di bidang kedokteran. *Glukosamin* terasetilisasi merupakan bahan

anti tumor, sedangkan *glukosamin* sendiri bersifat toksik terhadap sel-sel tumor.

4. **Industri Fungisida**

Chitosan mempunyai sifat antimikroba melawan jamur dan lebih kuat daripada chitin. Pada tanaman tomat jika disemprotkan dapat menghilangkan virus *tobacco mozaik*.

5. **Industri Kosmetika**

Garam Chitosan dapat digunakan dalam industri shampoo cair dan lotion dengan kandungan 0,5-6,0% garam chitosan. Shampoo ini mempunyai kelebihan dapat meningkatkan kekuatan dan berkilaunya rambut, karena adanya interaksi antara polimer tersebut dengan protein rambut.

6. **Industri Pengolahan Pangan**

Karena sifat chitosan yang dapat mengikat lemak, maka dapat digunakan sebagai media pewarnaan makanan. Dan karena sifatnya yang dapat bereaksi dengan asam-asam seperti *polifenol*, maka chitosan sangat cocok untuk menurunkan kadar asam pada buah-buahan, sayuran dan ekstrak kopi.

7. **Penanganan Limbah**

Karena sifat polikationiknya, chitosan dapat dimanfaatkan sebagai reagensia penggumpal dalam penanganan limbah terutama limbah berprotein yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Pada penanganan limbah cair, chitosan sebagai chelating agent yang dapat menyerap logam beracun seperti merkuri, timah, tembaga, pluranium dan uranium dalam perairan dan untuk mengikat zat warna tekstil dalam air limbah.

Di Indonesia, sampai saat ini chitosan belum diproduksi, sedangkan konsumsinya selalu ada, sehingga masih impor.

1.4 Perhitungan Kapasitas Produksi

Untuk mendirikan Pabrik Chitosan pada tahun 2014 diperlukan data lengkap tentang nilai import Chitosan. Dari table data import dapat diproyeksikan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan pada tahun 2014 :

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

Dimana : F = Perkiraan import pada tahun 2014

P = Data besarnya import pada 2010

i = Kenaikan rata-rata import setiap tahun dalam %

n = Selisih tahun = 2014-2010 = 4

Berikut data perkembangan import chitosan di Indonesia tahun 2005 – 2010 :

Tabel 1.4.1 data import chitosan di Indonesia tahun 2005 – 2010

Tahun	Jumlah (kg)	Dalam US\$	Laju pertumbuhan (%)
2005	2.330.076,00	112.775.678	-
2006	2.683.725,00	129.892.290	15,18
2007	3.113.121,00	150.675.056	15,87
2008	3.658.134,06	177.053.689	17,51
2009	4.345.954,08	210.344.177	18,80
2010	5.823.570,23	281.802.563	33,99
Rata-Rata :			16,96

Sumber : Badan Pusat Statistik Surabaya

Dari data tabel BPS, didapatkan rata-rata persen kenaikan import chitosan di Indonesia sebesar 16,96 %, sehingga diperkirakan kapasitas pabrik chitosan pada tahun 2014 sebesar :

$$\begin{aligned} F &= 5.823.570,23 \text{ kg } (1 + 0,1696)^4 \\ &= 10.897.798,05 \text{ kg / tahun} \\ &= \mathbf{10.897,8 \text{ ton/tahun}} \end{aligned}$$

Direncanakan pabrik yang akan berdiri pada tahun 2014 **mengekspor produknya sebesar 60% dari total kapasitas produksi**, sehingga kapasitas dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana,

- $M_1 = \text{Import}$
- $M_2 = \text{Produksi dalam negeri} = 0$
- $M_3 = \text{Produksi Baru}$
- $M_4 = \text{Eksport} = 0,6 M_3$
- $M_5 = \text{Konsumsi}$

Karena Produksi dalam negeri belum ada (kapasitas produksi dalam negeri yang relatif sangat kecil), maka dianggap jumlah konsumsi sama dengan jumlah import ($M_1 = M_5$), sehingga :

$$M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = 0,6 M_3 + F$$

$$M_3 = 0,6 M_3 + \mathbf{10.897,8 \text{ ton/tahun}}$$

$$M_3 = \mathbf{27.244,5 \text{ ton/tahun}}$$

$M_3 \approx 30.000 \text{ ton/tahun}$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku dan permintaan ekspor yang besar, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2014 adalah sebesar 30.000 ton / tahun.

1.5 Spesifikasi bahan baku dan produk

1.5.1. Sifat-sifat bahan baku

➤ Chitin

Sifat Kimia :

- Rumus molekul : $(C_8H_{15}NO_6)_n$
- Berat molekul : 221
- Nama kimia : Poly N-acetyl-D-glukosamine (beta(1-4) 2-acetamido-2-deoxy-D-glucose)
- Merupakan senyawa yang stabil terhadap reaksi kimia
- Rendahnya reaktivitas kimia
- Larut dalam HCl pekat, Sulfur, Asam Nitrit
- Tidak larut dalam air, asam-asam anorganik encer dan asam-asam encer.
- Tidak bersifat toksid
- Bersifat biodegradable
- Derajat Deasetilasi : umumnya 10%
- Konstanta disosiasi : 6% - 7%
- Komposisi kimia chitin :

Tabel 1.5.1 Komposisi kimia Chitin

Komposisi Kimia	Kandungan w/w (%)
$C_8H_{15}NO_6$	90 – 95 (pure)
H ₂ O (Water)	4 – 6
Impurities (Ash)	2,75
Residual protein	0.870

Sumber : Commercial food grade chitin (Subasingle, 1999)

Sifat Fisika :

- Densitas : 1063 kg/m³
- Viskositas : 2,1 cps = 0,0021 kg/m.s = 1,41 x 10⁻³ lb/ft.s
- Bentuk : -Kristal berwarna putih hingga kuning muda
-Tidak berasa, tidak berbau dan memiliki berat molekul yang besar
- Kadar air : 2% – 10% pada keadaan normal
- Kapasitas panas : 0,559 cal/g⁰C

Sumber : www.uchitotech.com

1.5.2 Sifat-sifat bahan pembantu

➤ **Natrium Hidroksida (NaOH) 50%**

Sifat Kimia :

- Rumus molekul : NaOH
- Berat molekul : 40
- Sangat mudah larut dalam ethyl alcohol 95%, ethyl eter, dan gliserol(gliserin)

- Sukar larut dalam acetone

Sifat Fisika :

- Bentuk fisik : liquid, tidak berwarna
- Densitas : $36,71 \text{ lb/ft}^3 = 633,747 \text{ kg/m}^3$
- Viscositas : $86,5 \text{ Cp (25}^\circ\text{C)}$; $0,65 \text{ Cp (140}^\circ\text{C)}$
- Titik didih : $145 \text{ }^\circ\text{C (293 }^\circ\text{F)}$
- Titik Api : Tidak mudah terbakar
- Titik beku : $4,4 \text{ }^\circ\text{C}$
- Kapasitas panas : $0,9282 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$
- Tekanan Uap : $6,33 \text{ mm Hg pada } 40^\circ\text{C}$

Sumber : Perry' Chemical Engineers' Hand Book 7th ed

1.5.3 Sifat Produk

➤ **Chitosan**

Sifat Kimia :

- Rumus molekul : $(\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_5)_n$
- Berat molekul : 179
- Nama kimia : Poly d-glukosamine (beta (1-4) 2-amino-2-deoxy-D-glukose)
- Larut dalam HCl pekat, Sulfur, HNO_3
- Tidak larut dalam air yang mempunyai pH netral
- Tidak bersifat toksid
- Dapat membentuk garam bila bereaksi dengan asam.
- Gugus amino reaktif

- Gugus hidroksil reaktif
- Deasetilasi : $\geq 70\%$ jenis teknis dan $> 95\%$ jenis farmasikal
- Kadar abu : umumnya 1 %

Sifat Fisika :

- Kadar air : 2 – 10%
- Kelarutan : hanya pada $\text{pH} \leq 6$
- Kadar nitrogen : 7 – 8,4%
- Warna : putih sampai kuning pucat
- Bentuk : Kristal
- Ukuran partikel : 100 ASTM Mesh
- Viscositas : 309 cps
- Densitas : 1063 kg/m^3
- Kapasitas panas : $0,559 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$

Marganof, (Marganof@yahoo.com) Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium dan Tembaga) di Perairan

Chitosan kering tidak mempunyai titik lebur. Bila disimpan dalam jangka waktu yang relative lama pada suhu 100°F maka sifat keseluruhannya dan viskositasnya akan berubah. Bila chitosan disimpan lama dalam keadaan terbuka maka akan terjadi dekomposisi warna menjadi kekuningan dan viskositasnya berkurang.

BAB II

URAIAN PROSES

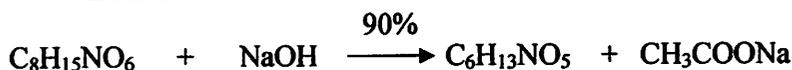
Chitosan disebut juga dengan Poly D-glucosamine (beta (1-4) 2-amino-2-deoxy-D-glucose) merupakan turunan dari chitin melalui proses deasetilasi. Chitin jika diproses lebih lanjut akan dihasilkan chitosan, pada Pra Rencana Pabrik Chitosan menggunakan satu proses saja yaitu proses Deasetilasi.

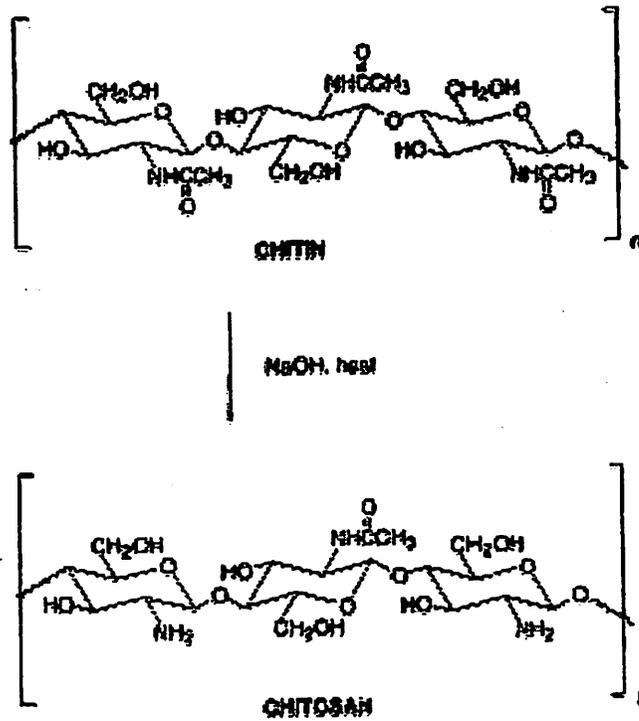
- **Deasetilasi chitin menjadi chitosan**

Chitosan dibuat dengan menambahkan pelarut NaOH (50%) dengan padatan chitin perbandingan 1 : 5 (pelarut dibanding chitin), lalu dipanaskan selama 1,5 jam dengan suhu 140 °C. Larutan kemudian disaring untuk mendapat residu berupa padatan, lalu dilakukan pencucian dengan air sampai pH netral, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 120 °C selama 2 jam.⁽³¹⁾

Deasetilasi merupakan proses pengubahan gugus asetil (-NHCOCH₃) pada khitin menjadi gugus amina (NH₂) pada khitosan dengan penambahan NaOH konsentrasi diatas 50%.

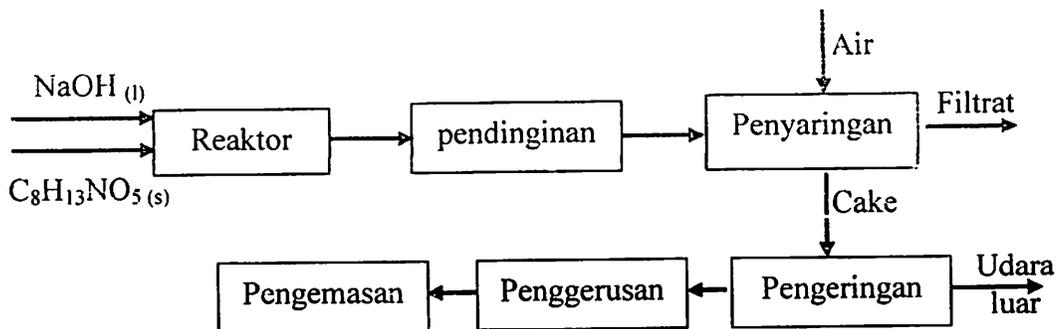
Reaksi De-Asetilasi





Gambar 2.1 Mekanisme reaksi pembentukan chitosan dari chitin (?) .

Proses Deasetilasi:



Gambar 2.2 Blok diagram proses produksi chitosan

Uraian Proses

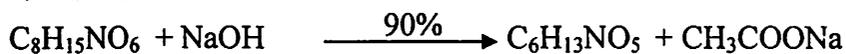
2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bubuk Chitin dari *tangki (F-111)* diangkut dengan *screw conveyor (J-112)* menuju *Bin Chitin (F-113)* untuk selanjutnya dimasukkan menuju *reaktor Deastilasi (R-110)*. Larutan NaOH 50 % dari *tangki (F-114)* dialirkan menuju *heater (E-116)* untuk dinaikkan suhunya dari 30 °C menjadi 140 °C menggunakan *pompa sentrifugal (L-115)*, dan selanjutnya dari heater dialirkan menuju *reaktor Deasetilasi (R-110)*.

2.2 Tahap Reaksi

Dari *Bin Chitin (F-111)*, bubuk chitin direaksikan dengan larutan NaOH 50% dengan perbandingan 1 : 1,5 (pelarut dibanding chitin), Reaksi berlangsung selama 1,5 jam dengan kondisi operasi suhu 140 °C, Tekanan 1 atm, secara endothermis, sehingga untuk mempertahankan kondisi operasi digunakan coil untuk memasukkan steam.

Reaksi yang terjadi :



2.3 Tahap Pemisahan

Slurry dari *reaktor deasetilasi (R-110)* didinginkan melalui *cooler (E-122)* sampai suhu 40 °C, menggunakan *Screw pump (L-121)*, kemudian menuju ke *rotary drum vaccum filter (H-120)* untuk dipisahkan antara Cake dan Filtratnya. Cake dialirkan ke *Rotary Dryer (B-130)* untuk dikeringkan, sedangkan Filtrat dibuang ke Waste. Komposisi Cake terdiri 3 komponen yaitu C₆H₁₃NO₅, H₂O dan C₈H₁₅NO₆ sisa, sedangkan komposisi Filtrat terdiri dari empat komponen yaitu CH₃COONa, H₂O, NaOH sisa dan abu.

2.4 Tahap Pemurnian

Udara luar yang dilewatkan *filter ((H-131)* dialirkan menuju *Heater (E-131B)* menggunakan *Blower (G-131A)* untuk digunakan sebagai media pengeringan pada *rotary dryer (B-130)*, cake dikeringkan hingga mencapai kadar

air produk 2% (w/w). Debu kering produk kemudian dialirkan menuju *Cyclone (H-133)* untuk dipisahkan antara partikel yang lebih berat dan yang ringan, partikel yang ringan akan dibuang ke udara luar sedangkan partikel yang lebih berat akan dimasukkan ke *hammer mill (C-135)*, produk keluaran dari *rotary Dryer (B-130)* kemudian diangkut menggunakan *bucket elevator (J-132)* menuju *bin semi finished product (F-134)* kemudian di dosing secara otomatis ke *Hammer Mill (C-135)* untuk digerus dan diayak hingga berukuran 100 mesh.

2.5 Tahap Penanganan Produk

Selanjutnya dari *hammer mill (C-135)* produk dimasukkan ke bin *finished product (F-136)*, kemudian produk dikemas pada *mesin pengemas (J-137)* dalam kemasan karton. Chitosan dalam kemasan karton kemudian diangkut dengan *belt conveyor (J-138)* menuju *gudang (F-139)* untuk disimpan dan siap untuk dipasarkan.

BAB III

NERACA MASSA

Basis Perhitungan :

- Kapasitas Produksi : 30.000 ton/tahun

$$= \frac{30.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$: 3.787,88 \text{ kg/jam}$$

- Operasi Pabrik : 330 hari

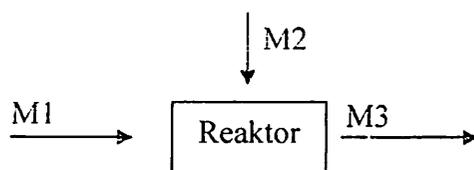
$$: 24 \text{ jam/hari}$$

- Satuan : kg/jam

- Basis : 4.853,32 kg/jam $C_8H_{15}NO_6$ (Chitin)

1. Reaktor Deasetilasi (R-110)

Fungsi : untuk mereaksikan $C_8H_{15}NO_6$ (Chitin) dengan NaOH 50%.



Neraca Massa total pada Reaktor : $M1 + M2 = M3$

Dimana :

M1 = Jumlah bahan masuk dari Storage $C_8H_{15}NO_6$ (s) (Chitin)

M2 = Jumlah bahan masuk dari Tangki Storage NaOH (l)

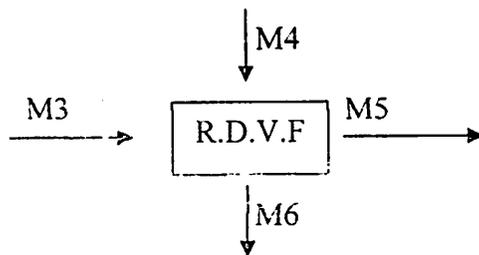
M3 = Jumlah Bahan keluar dari Reaktor Deasetilasi ke RDVF

Neraca Massa total pada Reaktor

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Storage C₈H₁₅NO₆ (M1) :</u>	<u>Ke RDVF (M3) :</u>
C ₈ H ₁₅ NO ₆ 4.489,32	C ₆ H ₁₃ NO ₅ 3.272,53
H ₂ O 230,53	CH ₃ COONa 1.499,15
Abu 133,47	H ₂ O 1.472,50
<u>Dari Storage NaOH (M2) :</u>	NaOH sisa 1.300,07
NaOH 50% 1.472,5	C ₈ H ₁₅ NO ₆ sisa 448,93
H ₂ O 40% 1.472,5	Abu 133,47
TOTAL 7.798,80	TOTAL 7.798,80

2. Rotary Drum Vaccum Filter/RDVF (H-120)

Fungsi : Untuk mencuci dan memisahkan cake dari filtratnya.



Neraca Massa total pada RDVF : $M3 + M4 = M5 + M6$

Dimana :

M3 = Jumlah Bahan masuk dari Reaktor Deasetilasi

M4 = Jumlah Water Proses (Air pencuci) yang masuk ke dalam RDVF

M5 = Jumlah bahan keluar ke Rotary Dryer

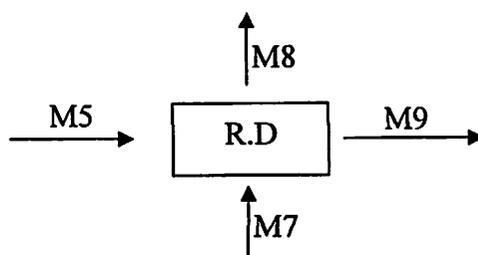
M6 = Jumlah bahan keluar ke Waste

Neraca Massa total pada Rotary Drum Vaccum Filter

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
<u>Dari Reaktor Deasetilasi (M3) :</u>		<u>Ke Rotary Dryer (M5) :</u>	
C ₆ H ₁₃ NO ₅	3.272,53	C ₆ H ₁₃ NO ₅	3.272,53
CH ₃ COONa	1.499,15	H ₂ O	384,91
H ₂ O	1.144,65	C ₈ H ₁₅ NO ₆ sisa	448,93
NaOH sisa	1.300,07	Jumlah	4.106,37
C ₈ H ₁₅ NO ₆ sisa	448,93	<u>Ke Waste (M6):</u>	
Abu	133,47	CH ₃ COONa	1.499,15
Jumlah	7.798,80	H ₂ O	1.539,62
<u>Dari Water Process (M4) :</u>		NaOH sisa	1.300,07
H ₂ O	779,88	Abu	133,47
		Jumlah	4.472,31
TOTAL	8.578,68	TOTAL	8.578,68

3. Rotary Dryer (B-130)

Fungsi : Untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam cake khitosan, diharapkan kadar air keluaran produk rotary dryer adalah max. 2%.



Neraca Massa total pada Rotary Dryer : $M5 + M7 = M8 + M9$

Dimana :

$M5$ = Jumlah bahan (cake) masuk dari RDVF

$M7$ = Jumlah udara panas yang masuk ke Rotary Dryer

$M8$ = Jumlah bahan keluar ke Cyclone

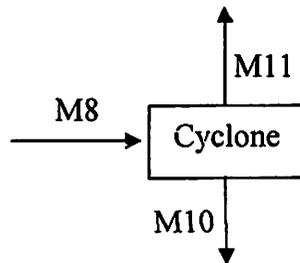
$M9$ = Jumlah bahan keluar ke Hammer Mill

Neraca Massa total pada Rotary Dryer

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
<u>Cake dari rotary drum (M5):</u>		<u>Ke Hammer Mill (M9):</u>	
$C_6H_{13}NO_5$	3.272,53	$C_6H_{13}NO_5$	3.239,81
H_2O	384,91	H_2O	66,79
$C_8H_{15}NO_6$	448,93	$C_8H_{15}NO_6$	444,44
Jumlah	4.106,37	Jumlah	3.387,76
<u>Dari Burner (M7):</u>		<u>Ke cyclone (M8):</u>	
Udara panas	821,27	$C_6H_{13}NO_5$	32,73
		H_2O gas	318,12
		$C_8H_{15}NO_6$	4,49
		Udara panas	821,27
		Jumlah	1.176,61
TOTAL	4.927,64	TOTAL	4.927,64

4. Cyclone (H-133)

Fungsi : Untuk memisahkan material padatan berbentuk debu berberat jenis besar dengan debu berberat jenis lebih kecil yang terikut pada udara.



Neraca Massa total pada Cyclone : $M8 = M10 + M11$

Dimana :

M8 = Jumlah bahan masuk dari Rotary Dryer

M11 = Jumlah bahan keluar ke Udara Luar

M10 = Jumlah bahan keluar ke Waste

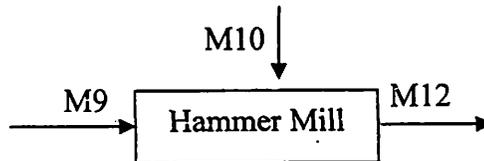
Neraca Massa total pada Cyclone

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari rotary dryer (M8):</u>	<u>Ke Waste (M10):</u>
C ₆ H ₁₃ NO ₅ 32,73	C ₆ H ₁₃ NO ₅ 32,40
H ₂ O 318,12	C ₈ H ₁₅ NO ₆ sisa 4,44
C ₈ H ₁₅ NO ₆ sisa 4,49	Jumlah 37,20
Udara panas 821,27	<u>Ke udara (M11):</u>
Jumlah 1.176,61	C ₆ H ₁₃ NO ₅ 0,3273
	H ₂ O gas 318,12
	C ₈ H ₁₅ NO ₆ sisa 0,0449

		Udara panas	<u>821,27</u>
		Jumlah	1.139,77
TOTAL	1.176,61	TOTAL	1.176,61

5. Hammer Mill (C-135)

Fungsi : Untuk menghancurkan partikel padatan kering menjadi partikel kecil yang sesuai dengan ukuran mesh yang dikehendaki.



Neraca Massa Total Pada Ball Mill : $M9 + M10 = M12$

Dimana :

M9 = Jumlah bahan Masuk dari Rotary Dryer

M10 = Jumlah Bahan masuk dari Cyclone

M12 = Jumlah bahan keluar ke mesin pengemas

Neraca Massa Total Pada Hammer Mill

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
<u>Dari rotary dryer (M9):</u>		<u>Ke mesin pengemas (M12):</u>	
C ₆ H ₁₃ NO ₅	3.239,81	C ₆ H ₁₃ NO ₅	3.272,20
H ₂ O	66,79	H ₂ O	66,79
C ₈ H ₁₅ NO ₆ sisa	444,44	C ₈ H ₁₅ NO ₆ sisa	448,89
Jumlah	3.751,04		
<u>Dari Cyclone (M10):</u>			

$C_6H_{13}NO_5$	32,40		
$C_8H_{15}NO_6$ sisa	4,44		
Jumlah	36,84		
TOTAL	3787,88	TOTAL	3787,88

BAB IV

NERACA PANAS

Kapasitas = 30.000 ton/tahun = 3787,88 kg/jam

1 tahun = 330 hari/tahun = 24 jam/hari

Satuan = kkal/jam

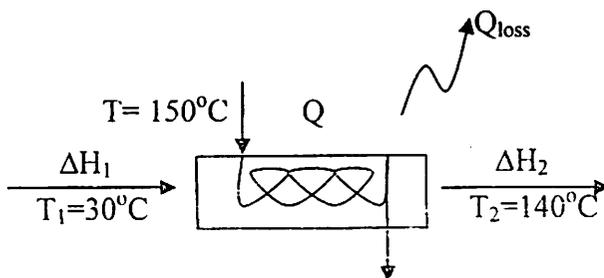
Satuan waktu = Jam

Suhu referensi = 25 °C

(Hougen,297)

1. Heater NaOH (E-116)

Fungsi : untuk memanaskan larutan NaOH sebelum masuk reaktor. Diharapkan suhu outlet heater mendekati suhu operasi (140°C).



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

Dimana : ΔH_1 = panas yang terkandung pada bahan (NaOH) masuk

ΔH_2 = panas yang terkandung pada bahan (NaOH) keluar

Q = panas yang terkandung dalam steam

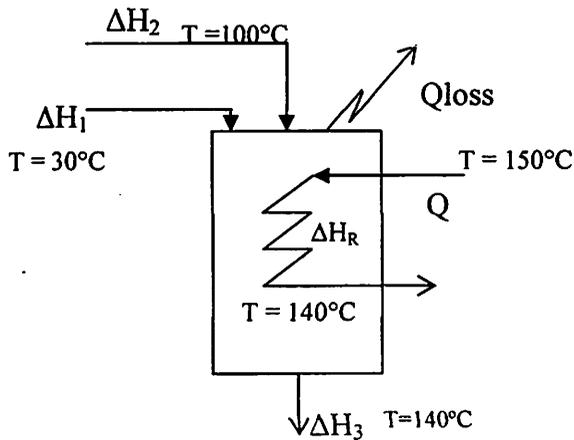
Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Heater NaOH

Panas masuk (kkal/jam)	Panas keluar (kkal/jam)
ΔH_1 : 7.310,89	ΔH_2 : 168.150,57
Q : 162.535,58	Q_{loss} : 1.698,45
Total : 169.846,47	Total : 169.846,47

2. Reaktor (R – 110)

Fungsi: Tempat untuk mereaksikan Chitin dengan NaOH



Dimana :

ΔH_1 = panas bahan Chitin masuk reaktor

ΔH_2 = panas bahan NaOH masuk reaktor

ΔH_3 = panas bahan keluar dari reaktor

ΔH_R = panas reaksi dalam reaktor

Q = panas yang diperlukan

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca panas total :

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

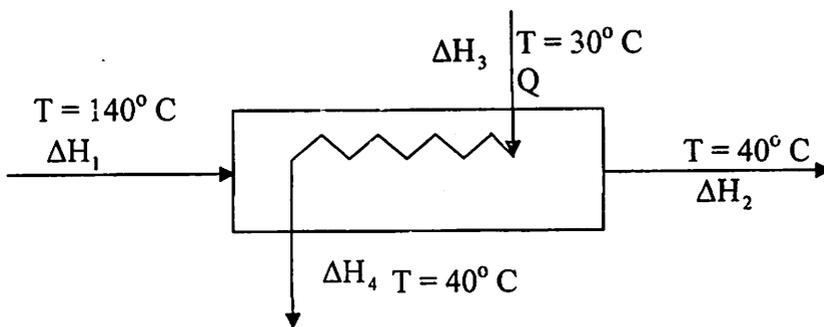
(Perry 7th, hal 274)

Neraca Panas Reaktor

Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
$\Delta H_1 = 11.076,38$	$\Delta H_R = -34.981,23$
$\Delta H_2 = 168.150,57$	$\Delta H_3 = 439.124,40$
$Q = 236.753,92$	$Q \text{ loss} = 11.837,69$
Total = 415.980,87	Total = 415.980,87

3. COOLER (E-122)

Fungsi : Untuk mendinginkan bahan keluar dari reactor sebelum masuk RDVF



Neraca panas total :

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

(Perry 7th, hal 274)

dimana :

ΔH_1 = panas yang terkandung bahan (produk) masuk cooler

ΔH_2 = panas yang terkandung bahan (produk) keluar cooler

ΔH_3 = panas dari air pendingin masuk cooler

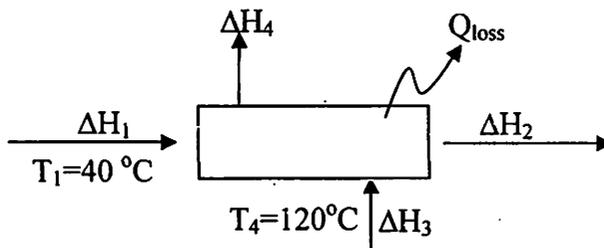
ΔH_4 = panas dari air pendingin keluar cooler

Neraca Panas Cooler

Masuk (Kkal/jam)	Keluar (Kkal/jam)
$\Delta H_1 = 439.125,69$	$\Delta H_2 = 57.277,26$
$\Delta H_3 = 190.924,2$	$\Delta H_4 = 572.772,60$
Total = 630.049,89	Total = 630.049,89

4. Rotary Dryer (B – 130)

Fungsi : Untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam cake khitosan



Neraca panas total :

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

(Perry 7th, hal 274)

Dimana :

ΔH_1 : panas bahan (produk) masuk rotary dryer

ΔH_2 : panas bahan keluar rotary dryer

ΔH_3 : udara pemanas masuk

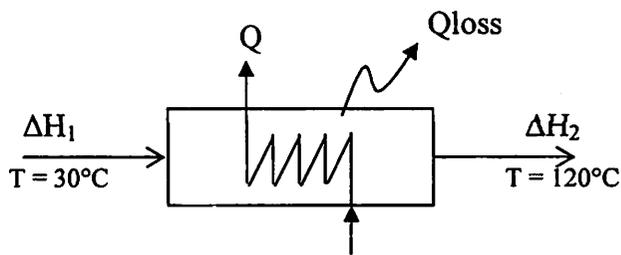
ΔH_4 : udara pemanas keluar ke cyclone

Q_{loss} : panas yang hilang

Neraca Panas Rotary Dryer

Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
$\Delta H_1 = 33.642,85$	$\Delta H_2 = 52.565,95$
$\Delta H_3 = 48.515,84$	$\Delta H_4 = 25.496,83$
	$Q_{loss} = 4.107,93$
Total = 82.158,69	Total = 82.158,69

5. Heater udara (E – 131B)



Udara yang masuk dikeringkan dalam heater kemudian dialirkan dalam rotary dryer. Suhu udara masuk heater sebesar 30 °C dan suhu keluar heater sebesar 120 °C.

Neraca panas total di heater

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}} \quad (\text{Perry } 7^{\text{th}}, \text{ hal } 274)$$

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 Heater Udara

Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
$\Delta H_1 = 133,47$	$\Delta H_2 = 48.515,84$
$Q = 48.872,43$	$Q_{\text{loss}} = 490,059$
Total = 49005,9	Total = 49005,89

BAB V
SPESIFIKASI ALAT

1. STORAGE NaOH 50% (F-114)

Fungsi : Untuk menyimpan NaOH 50%

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

Type : Bejana tegak dengan tutup atas standard dished dan tutup bawah datar.

Spesifikasi Alat :

Nama : Storage NaOH

Fungsi : Untuk menyimpan NaOH yang digunakan untuk pelarut selama 7 hari

Type : Silinder tegak

Bahan : High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316

Volume Storage : 31.928,4 ft³

Diameter storage : 30 ft

Tinggi storage : 18 ft

Tebal storage : 3/16 inch

Kapasitas : 723,209 L

Jumlah : 1 buah

2. GUDANG CHITIN (F-111)

Fungsi : Tempat penyimpanan serbuk khitin

Spesifikasi peralatan :

- Nama : Gudang Khitin
- Bahan Konstruksi : Beton bertulang
- Kapasitas : $958,78 \text{ m}^3 = 33.859,11 \text{ ft}^3$
- Ukuran : Panjang = 16 m
Lebar = 8 m
Tinggi = 8 m
- Jumlah : 1 buah

3. POMPA NaOH 50% (L-115)

Fungsi : Untuk mempompa larutan NaOH dari storage ke reaktor

Type : Centrifugal pump

Spesifikasi peralatan :

- Nama : Pompa
- Type : Centrifugal pump
- Daya pompa : 3 Hp
- Kapasitas : 22,055 gpm
- Bahan : Commercial steel
- Jumlah : 1 buah

4. HEATER NaOH 50% (E – 116)

Fungsi : Untuk memanaskan larutan NaOH sebelum masuk Reaktor

Type : Double Pipe Heat Exchanger

Spesifikasi alat :

Nama : Heater

Fungsi : Memanaskan NaOH sebelum masuk ke Reaktor

Type : Double Pipe Heat Exchanger

Bahan konstruksi : HAS SA 240 grade M typer 316

Kapasitas : 2.945,5kg/jam = 6.493,62 lb/jam

Steam yang digunakan: 233,87 kg/jam = 515,59 lb/jam

Bagian annulus : $a_{an} = 2,63 \text{ in}^2$; $d_e = 2,02 \text{ in}$; $d_e' = 0,81 \text{ in}$

Bagian pipa : $a_p = 1,5 \text{ in}^2$; $d_i = 2,88 \text{ in}$; $d_o = 2,469 \text{ in}$; $a'' = 0,753 \text{ ft}^2/\text{ft}$

Jumlah : 1 buah

5. SCREW CONVEYOR (J-112)

Fungsi : mengangkut khitin dari storage ke bin penampung.

Spesifikasi peralatan :

Type : plain sports on chutes (ouger)

Diameter flights : 10 in

Diameter pipa : 2,5 in

Diameter shaft : 2 in

Harger center : 10 ft = 120 in

Kecepatan : 55 rpm

Daya : 7,8 HP
Panjang : 15 ft = 180 in
Bahan konstruksi : Carbon steel
Jumlah : 1 buah.

6. BIN PENAMPUNG CHITIN (F – 113)

Fungsi : Menampung khitin sebelum masuk ke reaktor.

Type : Silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.

Spesifikasi peralatan :

Nama : Tangki penampung khitin

Type : Silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.

Bahan : Stainless steel SA 240 grade M type 316

Pengelasan : Double welded but joint

Dimensi vessel: $d_o = 66$ in ; $d_i = 65,625$ in ; $t_s = 3/16$ in ; $t_{hb} = 3/16$ in ; $h_b = 18,94$ in ; dan tinggi tangki = 102,7 in

Jumlah : 1 buah

7. REAKTOR DEASETILASI (R-110)

Pada bab VI dirancang oleh Gunawan Wicaksono

8. POMPA SCREW (L – 121A)

Fungsi : Untuk mempompa slurry dari reaktor menuju rotary drum filter

Type : Screw pump

Spesifikasi peralatan :

Nama : Pompa

Type : Positive pump

Dimensi pompa : do = 4 in; di = 3,548 in ; A = 0,0687 ft²

Daya pompa : 0,5 Hp

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1 buah.

9. COOLER (E - 122)

Fungsi : mendinginkan slurry khitosan dari suhu 140°C menjadi suhu 40° C

Type : shell and tube

Spesifikasi peralatan :

Nama : Cooler

Type : Shell and Tube type 1-2

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 53 Grade B

Ukuran pipa : 1" OD BWG 16, di = 0,870 "

Δp_{max} . : 10 psi

10. ROTARY DRUM VACCUM FILTER (H-120)

Fungsi : Untuk memisahkan cake dengan filtratnya.

Type : Rotary vacuum filter

Spesifikasi Alat

Nama : Rotary Drum Vaccum Filter

Type : Silinder Vertical

Volume bahan : 9,98 ft³/putaran

Luas cake : 479,04 ft²

Diameter drum : 6,5616 ft

Daya Total : 12 HP

Jumlah : 1 buah

11. SCREW CONVEYOR (J-124)

Fungsi : mengangkut cake dari rotary drum filter ke rotary dryer.

Spesifikasi peralatan :

Type : plain sports on chutes

Diameter flights : 10 in

Diameter pipa : 2,5 in

Diameter shaft : 2 in

Harger center : 10 ft = 120 in

Kecepatan : 55 rpm

Daya : 1 HP

Panjang : 15 ft = 180 in

Bahan konstruksi : Carbon steel

Jumlah : 1 buah.

12. BIN PENAMPUNG (F – 125)

Fungsi : Menampung cake sebelum masuk ke rotary dryer.

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.

Spesifikasi peralatan :

Nama : Tangki penampung khitin

Type : Silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.

Bahan : Stainless steel SA 240 grade M type 316

Pengelasan : Double welded but joint

Dimensi vessel: $d_o = 66$ in ; $d_i = 65,625$ in ; $t_s = 3/16$ in ; $t_{hb} = 3/16$ in ; $h_b = 18,94$ in ; dan tinggi tangki = 76,03 in

Jumlah : 1 buah

13. ROTARY DRYER (B-130)

Nama Alat : Rotary Dryer (B-140)

Type : Single Shell Direct Heat Rotary Dryer

Fungsi : mengeringkan cake khitosan basah.

Spesifikasi alat :

Nama : Rotary Dryer

Type : Cylinder Vertical

Panjang : 25 m = 82,02 ft
Diameter : 2 m = 6,56168 ft
Bahan konstruksi : High alloy stell (SA-240 Grade O type 405)
Tekanan Operasi : 14,7 psi
Tebal Shell : 3/16 in
Putaran : 4,3682 rpm

14. BLOWER (G – 131A)

Fungsi : Menghembuskan udara menuju rotary dryer

Type : Centrifugal blower

Spesifikasi Peralatan :

Nama : Blower

Type : Centrifugal blower

Power motor : 1 Hp

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Jumlah : 1 buah

15. HEATER (E – 131B)

Fungsi : Untuk memanaskan udara sebelum masuk rotary dryer.

Type : Double Pipe Heat Exchanger

Spesifikasi alat :

Nama alat : Heater

Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk rotary dryer

Type : Double Pipe Heat Exchanger

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 53 grade B

Kapasitas : 821,27 kg/jam = 1.810,57 lb/jam

Steam yang digunakan : 104,79 kg/jam = 231,02 lb/jam

Bagian annulus : $a_{an} = 3,14 \text{ in}^2$; $d_e = 1,14 \text{ in}$; $d_e' = 0,53 \text{ in}$

Bagian pipa : $a_p = 7,38 \text{ in}^2$; $d_i = 3,068 \text{ in}$; $d_o = 3,5 \text{ in}$; $a'' = 0,917 \text{ ft}^2/\text{ft}$

Jumlah : 1 buah

16. CYCLONE (H – 133)

Fungsi : Untuk memisahkan debu atau partikel khitosan yang terikut udara dari rotary dryer

Type : Duclone collector

Spesifikasi alat :

Nama alat : Cyclone

Fungsi : Untuk memisahkan debu atau partikel Khitosan yang terikut gas panas dari rotary dryer

Type : Duclone collector

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 53 Grade A

Rate udara panas : 2.593,95 lb/jam

Kecepatan udara masuk : 50 ft/detik

Jumlah : 1 buah

17. BUCKET ELEVATOR (J-132)

Fungsi : Untuk memindahkan produk dari rotary dryer ke bin penampung

Spesifikasi Peralatan :

- Nama : Bucket Elevator
- Fungsi : Untuk memindahkan produk dari rotary dryer ke bin penampung
- Type : Sentrifugal Discharge bucket on belt conveyor
- Bahan Konstruksi : Carbon Steel
- Jumlah : 1 buah
- Daya motor : 2 Hp
- Kapasitas : 8.269,54 lb/jam
- Kecepatan Bucket Elevator : 49,537 ft/menit
- Jumlah : 1 buah

18. BIN PENAMPUNG (F – 134)

Fungsi : Menampung khitosan sebelum masuk ke hammer mill.

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.

Spesifikasi peralatan :

- Nama : Tangki penampung khitosan
- Type : Silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.
- Bahan : Stainless steel SA 240 grade M type 316

Pengelasan : Double welded but joint

Dimensi vessel : $do = 60 \text{ in}$; $di = 59,625 \text{ in}$; $ts = 3/16 \text{ in}$; $thb = 3/16 \text{ in}$; $hb = 17,212 \text{ in}$; dan tinggi tangki = $57,29 \text{ in}$

Jumlah : 1 buah

19. HAMMER MILL (C – 135)

Fungsi : Untuk memperkecil ukuran produk khitosan sehingga berbentuk powder dengan ukuran 100 ASTM mesh

Type : Silinder horizontal

Spesifikasi alat :

Nama : Hammer mill

Type : Silinder horizontal

Berat : 1900 lb

Kecepatan putar : 3500 rpm

Daya : 75 hp

Luas inlet : $225,5 \text{ inch}^2$

Jumlah hammer : 28 buah

Bahan : Carbon stell

Jumlah : 1 buah

20. BIN PRODUK (F-136)

Fungsi : Menampung produk sebelum dikemas

Type : Tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk conis dengan sudut puncak 60° dan bagian atas flat (datar)

Spesifikasi peralatan :

- Nama : Bin khitosan
- Fungsi : Menampung produk sebelum dikemas
- Type : Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk conis dengan sudut puncak 60° dan tutup atas berbentuk flat (datar)
- Bahan Konstruksi : Carbon Steel 240 grade M type 316
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : $157,3 \text{ ft}^3$
- Dimensi : Diameter Dalam (di) = $59,625 \text{ in}$
Diameter Luar (DO) = 60 in
Tebal Tutup Bawah (thb) = $3/16 \text{ in}$
Tebal Silinder (ts) = $3/16 \text{ in}$
Tinggi tutup bawah (hb) = $4,304 \text{ ft}$
Tinggi bin (H) = $6,67 \text{ ft}$

21. MESIN PENGEMAS (J-137)

Spesifikasi Peralatan :

- Nama : Mesin pengemas
- Fungsi : Untuk mengemas produk khitosan dari bin produk kedalam plastik bag
- Bahan konstruksi : Carbon steel
- Kapasitas bahan masuk : $8350,76 \text{ lb/jam}$

- Kapasitas mesin : 16.701,52 lb
- Jumlah : 1 buah

22. BELT CONVEYOR (J-138)

Fungsi : Untuk mengangkat khitosan dari mesin pengemas menuju ke gudang

Spesifikasi alat :

- Fungsi : Memindahkan khitosan dari mesin pengemas ke gudang
- Nama : Belt Conveyor
- Tipe : Flat belt 20° idler
- Dimensi : panjang (L) = 14 ft
lebar = 3,3 ft
- Kecepatan : 80 ft/menit
- Power motor : 2 HP
- Bahan : Reinforced rubber
- Jumlah : 1 buah

23. GUDANG (F-139)

Fungsi : untuk menyimpan produk khitosan

Spesifikasi alat :

- Nama : Gudang produk
- Fungsi : Untuk menyimpan produk khitosan
- Bahan : Beton
- Ukuran : Panjang = 43 m

Lebar = 21,5 m

Tinggi = 7 m

▪ Jumlah : 1 buah

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor Deasetilasi

Jenis alat : Mixed Flow Reactor

Kode alat : R-110

Fungsi : Untuk mereaksikan liquid Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Khitin ($C_8H_{15}NO_6$)

Tipe : Bejana tegak berpengaduk dengan bagian badan berbentuk silinder, tutup atas berbentuk standard dishead dan tutup bawah berbentuk konikal yang bersudut puncak 120° .

Perlengkapan: Pengaduk dan coil pemanas.

Kondisi operasi : - Temperature = $140^\circ C$
- Tekanan = 1 atm
- Waktu operasi = 1,5 jam
- Fase = Padat - Cair
- Densitas campuran :

Tabel 6.1 Perhitungan Densitas Campuran (ρ_{camp})

Komponen	Massa (kg)	X (fraksi massa)	ρ (kg/m^3)	X. ρ
$C_8H_{15}NO_6$ (s)	4.853,32	0,622	1063	661,52
NaOH (l)	2.945,48	0,378	684	258,34
Total :	7.798,80	1,0000		919,86

Tabel 6.2 Perhitungan Viscositas Campuran (μ_{camp}):

Komponen	Massa (kg)	X (fraksi massa)	μ (lb/ft·s)	X · μ
C ₈ H ₁₅ NO ₆ (s)	4.853,32	0,622	1,41 x 10 ⁻³	0,00088
NaOH (l)	2.945,48	0,378	0,322	0,12161
Total :	7.798,80	1,0000		0,12249

Larutan masuk reaktor Deasetilasi ($\rho_{\text{camp.}}$) = 916,86 kg/m³

Perhitungan :

$$\rho_{\text{camp}} = 919,86 \text{ kg/ m}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{35,3147 \text{ ft}^3} \times \frac{2,20462 \text{ lb}}{1 \text{ kg}}$$

$$\rho_{\text{camp}} = 57,42 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ Campuran} = 0,12249 \text{ lb/ft}\cdot\text{s}$$

Direncanakan :

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
f = 18.036 (Interpolasi data Brownell, 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 : 7.798,80 kg/jam = 17.193,23 lb/jam

1. Perhitungan Dimensi Reaktor

Volume reaktor :

$$V = Q \times \tau$$

dimana : V = volume larutan (ft^3)

Q = kecepatan volumetrik bahan masuk (ft^3/jam)

τ = waktu tinggal (jam)

$$\begin{aligned} \text{Maka : } V &= \frac{m_{\text{campuran}}}{\rho_{\text{campuran}}} \times \tau \\ &= \frac{17.193,23 \text{ lb/jam}}{57,42 \text{ lb/ft}^3} \times 1,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$V_{\text{larutan}} \text{ atau } V_{\text{liquid}} = 449,11 \text{ ft}^3$$

➤ Menentukan volume tangki diameter silinder

Untuk menentukan dimensi bejana, maka :

- Sudut puncak tutup bawah (Conical) = 120°
- Tinggi silinder (Ls) = 1,5 di
- Volume ruang kosong = diasumsikan 20 % volume tangki ($0,2 \cdot V_t$)
- Volume larutan = diasumsikan 80 % volume tangki ($0,8 \cdot V_t$)

$$V_{\text{tangki}} = V_{\text{larutan}} + V_{\text{ruang kosong}}$$

$$V_t = 449,11 \text{ ft}^3 + 0,2 V_t$$

$$V_t = \frac{449,11 \text{ ft}^3}{0,8}$$

$$V_t = 561,38 \text{ ft}^3$$

➤ **Menentukan diameter tangki**

Dimana :

- $L = 1,5 \text{ di} ; \alpha = 120^0$
- $\text{Vol Tutup bawah} = \left(\frac{\pi \cdot \text{di}^3}{24 \cdot \text{tg } \frac{1}{2}\alpha} \right)$
- $\text{Vol Silinder} = \left(\frac{\pi \text{di}^2 \cdot \text{Ls}}{4} \right)$
- $\text{Vol. Tutup atas} = (0,0847 \cdot \text{di}^3)$

Jadi :

$$V_t = \text{Vol. Tutup bawah} + \text{Vol. Silinder} + \text{Vol. Tutup atas}$$

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

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

$$561,38 \text{ ft}^3 = 0,0756 \text{ di}^3 + 1,1775 \text{ di}^3 + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$\text{di}^3 = \frac{561,38 \text{ ft}^3}{1,3378} = 419,63 \text{ ft}^3$$

$$\text{di} = \sqrt[3]{419,63 \text{ ft}^3} = 7,49 \text{ ft} = 89,90 \text{ inch}$$

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

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

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

$$449,11 \text{ ft}^3 = \left(\frac{\pi \cdot (7,49)^3}{24 \cdot \text{tg } \frac{1}{2}120} \right) + \left(\frac{\pi}{4} (7,49)^2 \cdot \text{Lls} \right)$$

$$449,11 \text{ ft}^3 = 4,23 \text{ ft}^3 + 50,68 \text{ ft}^2 \cdot \text{Lls}$$

$$\text{Lls} = 9,48 \text{ ft} = 113,80 \text{ inch}$$

Tinggi larutan di dalam tutup bawah (hb) :

$$\text{hb} = \frac{0,5 \cdot \text{di}}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha}$$

$$\text{hb} = \frac{0,5 \times (7,49)}{\text{tg } \frac{1}{2}120}$$

$$\text{hb} = 2,16 \text{ ft} = 25,95 \text{ inch}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{liquida}} &= \text{Lls} + \text{hb} \\ &= (9,48 + 2,16) \text{ ft} \end{aligned}$$

$$H_{\text{liquida}} = 11,64 \text{ ft} = 139,75 \text{ inch}$$

➤ **Menentukan tekanan design**

$$\begin{aligned} P_{\text{hidrostatik}} &= \frac{\rho_{\text{campuran}} \times (H_{\text{liquida}} - 1)}{144} \\ &= \frac{57,42 \text{ lb/ft}^3 \times (11,64 \text{ ft} - 1)}{144} \end{aligned}$$

$$= 4,24 \text{ psia}$$

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

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

$$P_i = (4,24 + 14,7) - 14,7 = 4,24 \text{ psig}$$

➤ **Menentukan tebal silinder (ts)**

Dipilih material :

- High Alloy Steel SA-240 grade M type 316
- $f_{\text{allowed}} = 18.036$
- Pengelasan *double welded* ($E = 0,8$) dan *faktor korosi* ($C = 1/16$)

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

$$ts = \frac{4,24 \text{ psig} \times 89,90 \text{ in}}{2 \times (18.036 \times 0,8 - 0,6 \times 4,24 \text{ psig})} + \frac{1}{16}''$$

$$ts = 0,0757 \text{ in} = \frac{2}{16} \text{ in} \Rightarrow \frac{3}{16} \text{ in}$$

(minimal spec ASME, tabel 5.7, Brownell hal. 89)

Standardisasi

$$do = di + 2 ts$$

$$= 89,90 + 2 (3/16)$$

$$do = 96,0 \text{ inch}$$

(table 5.7, hal. 91, Brownell).

Dari Brownell & Young tabel 5.7 diperoleh :

$$ts = 3/16 \text{ in; } do = 96 \text{ in:}$$

$$di = do - 2 ts = 96'' - 2 (3/16)$$

$$di = 95,63 \text{ in} = 7,96 \text{ ft}$$

Cek hubungan Ls dengan di :

$$\text{Dimana : } Ls = 1,5 di$$

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

$$561,38\text{ft}^3 = 0,0756 di^3 + \pi/4 (di)^2 Ls + 0,0847di^3$$

$$561,38\text{ft}^3 = 0,0756 (7,96\text{ft})^3 + \pi/4 (7,96\text{ft})^2 L_s + 0,0847(7,96\text{ft})^3$$

$$561,38\text{ft}^3 = 38,18 \text{ft}^3 + 49,83 \text{ft}^2 L_s + 42,78 \text{ft}^3$$

$$561,38\text{ft}^3 = 80,96.L_s$$

$$L_s = 9,64 \text{ft} = 115,76 \text{inch.}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{9,64}{7,96} = 1,21 \leq 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

➤ **Menentukan tebal tutup**

Tutup atas berbentuk standard dishead (r = di)

$$t_{ha} = \frac{0,885 \cdot \text{Pi} \cdot r}{(f \cdot E - 0,1 \cdot \text{Pi})} + C \quad \text{(Brownell, hal 258)}$$

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times 4,24 \times 95,63}{(18.036 \times 0,8 - 0,1 \times 4,24)} + \left(\frac{1}{16}\right)$$

$$t_{ha} = 0,08738 \text{in} \approx \frac{2}{16} \text{in} \approx \frac{3}{16} \text{in}$$

Tutup bawah berbentuk konikal (de = di)

$$t_{hb} = \frac{\text{Pi} \cdot d_e}{2 \cdot (f \cdot E - 0,6 \cdot \text{Pi}) \cdot \cos \frac{1}{2}\alpha} + C$$

$$t_{hb} = \frac{4,24 \times 95,63}{2 \times (18.036 \times 0,8 - 0,6 \times 4,24) \times \cos \frac{1}{2}120} + \left(\frac{1}{16}\right)$$

$$t_{hb} = 0,0906 \text{in} \approx \frac{2}{16} \text{in} \approx \frac{3}{16} \text{in}$$

➤ **Menentukan tinggi tutup dan tinggi bejana**

♣ Tutup atas berbentuk standard dishead

$$r = d_i = 95,63 \text{in}$$

$$\text{icr} = 0,06 \times d_i$$

$$= 0,06 \times 95,63 \text{in} = 5,74 \text{in}$$

$$AB = (di/2) - icr = \left(\frac{95,63}{2} \right) - 5,74 = 42,075 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 95,63 \text{ in} - 5,74 \text{ in} = 89,89 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(89,89)^2 - (42,075)^2} = 79,43 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 95,63 \text{ in} - 79,43 \text{ in} = 16,19 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 5-6, hal. 88 untuk $ts = 3/16$ diperoleh harga $sf = 2 \text{ in}$

$$ha = tha + b + sf = (3/16) + 16,19 + 2 = 18,38 \text{ in}$$

✚ Tutup bawah berbentuk konikal :

$$hb = \frac{\frac{1}{2} \cdot di}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha} = \frac{\frac{1}{2} \times 95,63}{\text{tg } \frac{1}{2}120} = 27,60 \text{ in}$$

jadi, tinggi tutup bawah (Lhb) :

$$Lhb = hb + sf = 27,60 + 2 = 29,60 \text{ in} = 2,47 \text{ ft}$$

Tinggi Reaktor (H) :

$$\begin{aligned} H &= \text{tinggi tutup bawah} + \text{tinggi silinder} + \text{tinggi tutup atas} \\ &= Lhb + Ls + ha \\ &= 29,60 \text{ in} + 115,76 \text{ in} + 18,38 \text{ in} \\ &= 163,75 \text{ in} = 13,64 \text{ ft} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Pengaduk

- Digunakan pengaduk jenis aksial turbin dengan 4 blade pada 45° angle
- Type : Vertical On Center (VOC) (moss, hal 330)
- Bahan konstruksi impeller dari High Alloy Steel SA-240 grade M type 316
- Bahan konstruksi poros pengaduk adalah Hot Rolled SAE 1020

Data-data dari jenis pengaduk (*Brown, fig.477, hal. 507*) sesuai dengan perencanaan :

$$Dt/Di = 2,4 - 3$$

$$Zl/Di = 2,4 - 3$$

$$Zi/Di = 0,4 - 0,6$$

$$W/Di = 0,25$$

Dimana : Dt = diameter dalam dari silinder

Di = diameter impeller

Zi = tinggi impeller dari dasar tangki

Zl = tinggi liquidida dalam silinder

W = lebar blade (daun) impeller

➤ **Menentukan diameter impeller (Di)**

$$Dt/Di = 3,0$$

$$Di = Dt/3 = \frac{95,63 \text{ inch}}{3}$$

$$Di = 31,88 \text{ in} = 2,65 \text{ ft}$$

➤ **Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki (Zi)**

$$Zi/Di = 0,4$$

$$Zi = 0,4 \times Di = 0,4 \times 31,88 \text{ in}$$

$$= 12,75 \text{ in} = 1,06 \text{ ft}$$

➤ **Menentukan lebar daun impeller (W)**

$$W/Di = 0,25$$

$$W = 0,25 \times Di = 0,25 \times 31,88 \text{ in}$$

$$= 7,97 \text{ in} = 0,66 \text{ ft}$$

➤ **Menentukan panjang impeller (Li)**

$$Li/Di = 0,3 \quad (\text{Geankoplis, tabel 3.4-1 hal. 144})$$

$$\begin{aligned} Li &= 0,3 \times Di = 0,3 \times 31,88 \text{ in} \\ &= 9,56 \text{ in} = 0,80 \text{ ft} \end{aligned}$$

➤ **Menentukan tebal daun impeller (J)**

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

$$\begin{aligned} J &= (1/12) \times 31,88 \text{ in} \\ &= 2,66 \text{ in} = 0,22 \text{ ft} \end{aligned}$$

➤ **Menghitung daya pengaduk**

Rumus :

$$P = \frac{\Phi \times \rho \times n^3 \times Di^5}{gc} \quad (\text{Brown, hal. 506})$$

Keterangan :

P = daya pengaduk (lbf·ft/s)

Φ = power number dengan menghitung bilangan Reynold (NRe)

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

$$NRe = \frac{n \times Di^2 \times \rho}{\mu}$$

Keterangan :

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

Di = diameter impeller (ft)

ρ = densitas campuran (lb/ft³)

μ = viskositas bahan masuk (lb/ft·s)

$$NRe = \frac{n \times Di^2 \times \rho}{\mu}$$

$$= \frac{2,5 \text{ rps} \times (2,65 \text{ ft})^2 \times 57,42 \text{ lb/ft}^3}{0,12249 \text{ lb/ft}\cdot\text{s}} = 8.229,89 \text{ lbf}\cdot\text{ft/s}$$

Dari Geankoplis fig. 3.4-4 hal. 145/Brown fig. 477 didapat harga $\Phi = 0,8$

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

$$P = \frac{0,8 \times 57,42 \times 2,5^3 \times 2,65^5}{32,1740}$$

$$= 2.925,39 \text{ lbf}\cdot\text{ft/s}$$

$$P = \frac{2.925,39}{550} = 5,3 \text{ hp}$$

Jika efisiensi motor 90 %, maka : *Peter & Timmerhaus, fig. 14 – 38, hal. 521*)

$$P = \frac{5,3}{0,9}$$

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

➤ Perhitungan poros pengaduk

Menentukan diameter poros :

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

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

Keterangan : τ = moment puntir (lb·in)

P = daya motor (hp)

N = putaran pengaduk = 150 rpm

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

D_p = diameter poros (in)

$$\tau = \frac{63025 \times 6}{150}$$
$$= 2.521 \text{ lb}\cdot\text{in}$$

Dari *Hesse hal. 467* diperoleh, untuk bahan hot rolled steal SAE 1020 mengandung karbon 20% dengan batas 36000 lb/in, $s = 20 \% \times 36000 \text{ lb/in}^2 = 7200 \text{ lb/in}^2$, maka didapatkan poros pengaduk (D) :

$$D = \left[\frac{16 \times \tau}{\pi \times s} \right]^{1/3} = \left[\frac{16 \times 2.521}{3,14 \times 7200} \right]^{1/3}$$
$$= 1,21 \text{ in} = 0,11 \text{ ft}$$

➤ **Menentukan jumlah pengaduk**

Ditentukan 1 buah pengaduk

➤ **Menentukan panjang poros**

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

Keterangan :

L = panjang poros (ft)

Z_i = jarak poros dari dasar reaktor (ft)

Z = panjang poros di atas bejana reaktor = 0,5 m = 1,64 ft

H' = tinggi reaktor – tinggi tutup bawah

$$= 13,64 \text{ ft} - 2,47 \text{ ft}$$

$$= 10,17 \text{ ft}$$

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

$$= (10,17 + 1,64 - 1,06) \text{ ft}$$

$$= 10,75 \text{ ft} = 129 \text{ in}$$

3. Perhitungan Nozzle

Perencanaan :

- Nozzle pada tutup atas standard dishead :
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed Chitin ($C_8H_{15}NO_6$)
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed Natrium Hiroksida (NaOH)
- Nozzle untuk silinder reactor :
 - Nozzle untuk pemasukan coil
 - Nozzle untuk pengeluaran coil
- Nozzle pada tutup bawah conical :
 - Nozzle untuk pengeluaran produk
- Digunakan flange standard type Welding neck pada :
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed Khitin ($C_8H_{15}NO_6$)
 - Nozzle untuk pemasukan umpan/feed Natrium Hiroksida (NaOH)
 - Nozzle untuk pemasukan coil
 - Nozzle untuk pengeluaran coil
 - Nozzle untuk pengeluaran produk

➤ Nozzle pada tutup atas

- Untuk Khitin (Nozzle A)

$$\text{Rate massa Chitin} = 10.699,62 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ Chitin} = 66,36 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{10.699,62 \text{ lb/jam}}{66,36 \text{ lb/ft}^3} = 161,23 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,04479 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned}
 Di &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && (\text{Timmerhaus hal. 496}) \\
 &= 3,9 \times (0,04479)^{0,45} \times (66,36)^{0,13} \\
 &= 1,5074 \text{ in} = 1 \frac{2}{3} \text{ inch}
 \end{aligned}$$

Dari *Geankoplis App. A.5-1* didapatkan : $Di = 2 \text{ in sch } 80$

Dari *Brownell fig. 12.2* hal 221 didapatkan :

$$\begin{array}{lll}
 \text{NPS} = 2 \text{ in} & E = 3 \frac{1}{16} \text{ in} & D_{\text{baut}} = \frac{5}{8} \text{ in} \\
 A = 6 \text{ in} & K = 2,38 & D_{\text{lubang baut}} = \frac{3}{4} \text{ in} \\
 T = \frac{3}{4} \text{ in} & L = 2 \frac{1}{2} \text{ in} & \text{Jumlah lubang baut} = 4 \\
 R = 3 \frac{5}{8} \text{ in} & B = 2,07 &
 \end{array}$$

- Untuk NaOH (Nozzle B) :

$$\text{Rate massa NaOH} = 6.493,61 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas NaOH} = 42,7 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{6.493,61}{42,7} = 152,07 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0424 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned}
 Di &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && (\text{Timmerhaus hal. 496}) \\
 &= 3,9 \times (0,0424)^{0,45} \times (42,7)^{0,13} \\
 &= 1,529 \text{ in} \approx 1 \frac{9}{17} \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari *Geankoplis App. A.5-1* dibulatkan menjadi : $Di = 1,5 \text{ in sch } 40$

Dari *Brownell fig. 12.2* didapatkan :

$$\begin{array}{lll}
 \text{NPS} = 1,5 \text{ in} & E = 2\frac{9}{16} \text{ in} & D_{\text{baut}} = \frac{1}{2} \text{ in} \\
 A = 5 \text{ in} & K = 1,90 & D_{\text{lubang baut}} = \frac{5}{8} \text{ in} \\
 T = 1\frac{11}{16} \text{ in} & L = 2\frac{7}{16} \text{ in} & \text{Jumlah lubang baut} = 4 \\
 R = 2\frac{7}{8} \text{ in} & B = 1,61 &
 \end{array}$$

➤ **Nozzel Untuk silinder reaktor**

- *Nozzle pemasukan dan pengeluaran coil pemanas*

$$\text{Rate steam masuk} = 633,81 \text{ kg/jam} = 1.397,29 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas steam} = 0,158629 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate steam}}{\rho \text{ steam}} \\
 &= \frac{1.397,29 \text{ lb/jam}}{0,158629 \text{ lb/ft}^3} = 8.808,52 \text{ ft}^3 / \text{jam} \\
 &= 2,4468 \text{ ft}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 D_{i \text{ opt}} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\
 &= 3,9 \cdot (2,4468)^{0,45} \cdot (0,158629)^{0,13} \\
 &= 4,5918 \text{ in} \approx 5 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari *Geankoplis App. A.5-1* didapatkan : $D_i = 5 \text{ in sch 80}$

Dari *Brownell fig. 12.2* didapatkan :

$$\text{NPS} = 5 \text{ in} \quad E = 6\frac{7}{16} \text{ in} \quad D_{\text{baut}} = \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$\begin{array}{lll}
 A = 10 \text{ in} & K = 5,56 & D_{\text{lubang baut}} = \frac{7}{8} \text{ in} \\
 T = \frac{15}{16} \text{ in} & L = 3 \frac{1}{2} \text{ in} & \text{Jumlah lubang baut} = 8 \\
 R = 7 \frac{5}{16} \text{ in} & B = 5,05 &
 \end{array}$$

➤ **Nozzle pada tutup bawah**

- Keluaran produk

$$\text{Rate massa campuran} = 7.798,80 \text{ kg/jam} = 17.193,23 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas campuran} = 57,42 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{17.193,23}{57,42} = 299,40 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,08316 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned}
 D_i &= 3,9 \cdot (Q)^{0,45} \cdot (\rho)^{0,13} && (\text{Timmerhaus hal. 496}) \\
 &= 3,9 \times (0,08316)^{0,45} \times (57,42)^{0,13} \\
 &= 2,16 \text{ in} \approx 2 \frac{5}{32} \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari *Geankoplis App. A.5-1* didapatkan : $D_i = 2,5 \text{ in sch 80}$

Dari *Brownell fig. 12.2* didapatkan :

$$\begin{array}{lll}
 \text{NPS} = 2,5 \text{ in} & E = 3 \frac{9}{16} \text{ in} & D_{\text{baut}} = \frac{5}{8} \text{ in} \\
 A = 7 \text{ in} & K = 2,88 & D_{\text{lubang baut}} = \frac{3}{4} \text{ in} \\
 T = \frac{7}{8} \text{ in} & L = 2 \frac{3}{4} \text{ in} & \text{Jumlah lubang baut} = 4 \\
 R = 4 \frac{1}{8} \text{ in} & B = 2,47 &
 \end{array}$$

➤ Nozzle untuk manhole

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

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

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

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

- Nozzle A = Nozzle untuk pemasukan feed Khitin ($C_8H_{15}NO_6$)
- Nozzle B = Nozzle untuk pemasukan feed Natrium Hidroksida (NaOH)
- Nozzle C = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas
- Nozzle D = Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle E = Nozzle untuk Manhole
- NPS = Ukuran pipa nominal, in

- A = Diameter luar flange, in
- T = Ketebalan flange minimum, in
- R = Diameter luar bagian yang menonjol, in
- E = Diameter hubungan atas, in
- K = Diameter hubungan pada titik pengelasan, in
- L = Panjang julakan, in
- B = Diameter dalam flange, in

Tabel 5.1.3 Data Spesifikasi Nozzle pada reaktor

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	2	6	$\frac{3}{4}$	$3\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{16}$	2,38	$2\frac{1}{2}$	2,07
B	$1\frac{1}{2}$	5	$\frac{11}{16}$	$2\frac{7}{8}$	$2\frac{9}{16}$	1,90	$2\frac{7}{16}$	1,61
C	5	10	$\frac{15}{16}$	$7\frac{5}{16}$	$6\frac{7}{16}$	5,56	$3\frac{1}{2}$	5,05
D	2,5	7	$\frac{7}{8}$	$4\frac{1}{8}$	$3\frac{9}{16}$	2,88	$2\frac{3}{4}$	2,07
E	20	$27\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{16}$	23	22	20	$5\frac{1}{16}$	19,25

4. Perhitungan Coil Pemanas

Dalam reaktor, reaksi terjadi adalah reaksi endotermis dan beroperasi pada suhu 140 °C. Sehingga diperlukan coil pemanas dengan steam sebagai media pemanas untuk memberikan panas pada reaksi tersebut sehingga reaksi tetap pada suhu 140 °C.

Dasar perencanaan :

- Jumlah steam masuk = 633,807 kg/jam = 1.397,29 lb/jam
 $Q = 320.117,07 \text{ kkal/jam} = 1.046.782 \text{ Btu/jam}$
- Steam masuk pada suhu 150°C (= 302°F)
- Steam keluar pada suhu 150°C (= 302°F)
- Menggunakan coil pemanas dengan bentuk spiral
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
(Brownell & Young, tabel 13.1 hal. 251)
- Faktor kekotoran diasumsi = 0,004
- Menentukan ΔT_{LMTD} :
 - t_1 = suhu bahan masuk = $100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$
 - t_2 = suhu bahan keluar = $140^{\circ}\text{C} = 284^{\circ}\text{F}$
 - T_1 = suhu steam masuk = $150^{\circ}\text{C} = 302^{\circ}\text{F}$
 - T_2 = suhu steam keluar = $150^{\circ}\text{C} = 302^{\circ}\text{F}$
 - $\Delta t_1 = (302 - 212)^{\circ}\text{F} = 90^{\circ}\text{F}$
 - $\Delta t_2 = (302 - 284)^{\circ}\text{F} = 18^{\circ}\text{F}$
 - $$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(90 - 18)^{\circ}\text{F}}{\ln \frac{90^{\circ}\text{F}}{18^{\circ}\text{F}}}$$
$$= 44,7361^{\circ}\text{F}$$
- Menentukan suhu kaloric :
 - $T_c = \frac{1}{2} (T_1 + T_2) = \frac{1}{2} (302 + 302)^{\circ}\text{F} = 302^{\circ}\text{F}$
 - $t_c = \frac{1}{2} (t_1 + t_2) = \frac{1}{2} (212 + 284)^{\circ}\text{F} = 248^{\circ}\text{F}$

- Ukuran pipa yang digunakan 5 in IPS Sch. 40, dengan ukuran :

Berdasarkan Kern, tabel 11 hal. 844 :

- $D_o = 4,5 \text{ in} = 0,375 \text{ ft}$
- $D_i = 4,026 \text{ in} = 0,335 \text{ ft}$
- $a'' = 1,178 \text{ ft}^2/\text{ft}$
- $a_p = 12,7 \text{ in}^2 = 0,0881 \text{ ft}^2$

Dasar perhitungan :

- *Koefisien perpindahan panas bagian dalam pipa coil pemanas*

Diketahui :

$$h_{i0} \text{ steam} = 1500 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

(h_{i0} = koefisien perpindahan panas dari pipa luar yang dikoreksi terhadap diameter pipa dalam, Btu/h.ft².°F)

- *Koefisien perpindahan panas bagian permukaan shell reaktor.*

$$\begin{aligned} \circ \quad G_p &= \frac{M}{a_p} = \frac{1.397,29 \text{ lb/jam}}{0,0881 \text{ ft}^2} \\ &= 15.860,27 \text{ lb/h.ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \quad N_{Re} &= \frac{D_i \times G_p}{\mu \times 2,42} \\ &= \frac{(0,205 \text{ ft}) \times (35.019,81 \text{ lb/h.ft}^2)}{(0,12 \times 2,42) \text{ lb/h.ft}} \\ &= 24.721,28 > 2100 \quad (\text{aliran turbulen}) \end{aligned}$$

Dari Mc Cabe II hal. 47, diketahui alirannya adalah turbulen ($N_{Re} > 2100$).

- $J_H = 500$ pada $N_{re} = 24.721,28$ (*Kern, fig. 20.2 hal. 718*)

$$\bullet \quad h_o = J_H \cdot \frac{k}{D_i} \cdot \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu \cdot W} \right)^{0,14} \quad (\text{kern, example 20.1, hal 719})$$

Dimana :

$$- \left(\frac{\mu}{\mu \cdot W} \right)^{0,14} = 1 \text{ for water}$$

$$- C_p = \text{kapasitas panas steam (302 } ^\circ\text{F)} = 0,45612 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$$

$$- \mu = \text{viskositas of steam (302 } ^\circ\text{F)} = 2,056 \text{ kg/m.s} = 1,381 \text{ lb/ft.s}$$

(Geankoplis, tabel A.2-12, hal 806)

$$- k = \text{konduktivitas thermal (steam 302 } ^\circ\text{F)} = 0,0162 \text{ Btu/(hr.ft}^2\text{)}(^\circ\text{F/ft)}$$

(Kern, tabel 5, hal 802)

$$- D_i = 0,205 \text{ ft}$$

Sehingga :

$$h_o = J_H \cdot \frac{k}{D_i} \cdot \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu \cdot W} \right)^{0,14}$$

$$h_o = (500) \times \left(\frac{0,0162}{0,205} \right) \times \left(\frac{(0,45612) \times (1,381)}{0,0162} \right)^{1/3} \cdot 1$$

$$= 133,859 \text{ Btu/h.ft}^2\text{.}^\circ\text{F}$$

- *Tahanan panas pada pipa dalam keadaan bersih*

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

$$U_c = \frac{\left(1500 \text{ Btu/h.ft}^2\text{.}^\circ\text{F} \right) \times \left(133,859 \text{ Btu/h.ft}^2\text{.}^\circ\text{F} \right)}{\left(1500 \text{ Btu/h.ft}^2\text{.}^\circ\text{F} \right) + \left(133,859 \text{ Btu/h.ft}^2\text{.}^\circ\text{F} \right)}$$

$$= 122,89 \text{ Btu/h.ft}^2\text{.}^\circ\text{F}$$

- *Tahanan panas pada pipa dalam keadaan kotor*

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

$$0,004 = \frac{122,89 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{oF} - U_d}{122,89 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{oF} \times U_d}$$

$$U_d = 82,39 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{oF}$$

9. Luas permukaan perpindahan panas :

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta t_{LMTD}} = \frac{(1.046.782,91 \text{ Btu/jam})}{(82,39 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{oF}) \times (44,7361 \text{ oF})} = 284 \text{ ft}^2$$

10. Menghitung panjang lilitan

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{284 \text{ ft}^2}{(1,178 \text{ ft}^2/\text{ft})} = 241,08 \text{ ft}$$

11. Menghitung jumlah lilitan coil

$$n_c = \frac{L}{d_c \times \pi}$$

Dimana : $d_c = 0,65 \times d_i$

$d_i = \text{diameter tangki} = 95,63 \text{ inch} = 7,96 \text{ ft}$

Sehingga $d_c = 0,65 \times 7,96 \text{ ft} = 5,174 \text{ ft}$

$$n_c = \frac{241,08}{(5,174) \times \pi} = 14,03 \approx 14 \text{ buah}$$

12. Menghitung tinggi lilitan coil

$$L_c = [(n_c - 1) (D_o + \text{jarak 2 coil}) + D_o]$$

Dimana :

Diambil jarak 2 coil (h_c) = 1 in

$$L_c = [(28 - 1)(2,88 \text{ in} + 1) + 2,88 \text{ in}]$$

$$L_c = 107,64 \text{ in} = 8,969 \text{ ft}$$

13. Menghitung tinggi liquid dalam silinder (L_{ls})

Volume liquid = V tutup bawah + V liquida dalam silinder

$$449,11 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot D_i^3}{24 \cdot \text{tg} \frac{1}{2} \alpha} + \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot L_{ls}$$

$$L_{ls} = 9,48 \text{ ft}$$

Karena $L_c (8,969 \text{ ft}) < L_{ls} (9,48 \text{ ft})$, jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai.

5. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reactor

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

a. 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

b. Bolting

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

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

Tensile strength minimum : 75.000 psia

Allowable stress (f) : 13.684

c. Flange

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

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	: 75.000 psia
Allowable stress (f)	: 18.410
Type flange	: Ring flange loose type

5.1. Perhitungan Lebar 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 (14,7 psia)
- m = gasket factor (3,75)

Diketahui d_i gasket = d_o shell = 96 in = 7,99 ft

Maka didapatkan :

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

$$\frac{d_o}{96} = 1,00082$$

$$d_o = 96,078 \text{ in}$$

$$= 8,006 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum (n)} &= \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{(96,078 - 96) \text{ in}}{2} \\ &= 0,03936 \text{ in} \approx \frac{1}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter rata-rata gasket (G)} &= d_i + n \\ &= 96 \text{ in} + 0,03936 \text{ in} \\ &= 96,039 \text{ in} = 8,003 \text{ ft} \end{aligned}$$

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 :

$$\begin{aligned} \text{Lebar setting gasket bawah} &= b_o = n/2 \\ &= (0,03936/2) = 0,01968 \end{aligned}$$

- Sehingga didapatkan H_y :

$$H_y = W_{m2} = (\pi) \times (0,01968) \times (96,039) \times (9000)$$

$$H_y = 53.439,84 \text{ lb}$$

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

Beban baut agar tidak bocor (H_p)

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

$$H_p = 2 \times (\pi) \times (0,01968) \times (96,039) \times (3,75) \times (14,7)$$

$$H_p = 654,64 \text{ lb}$$

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

Beban karena tekanan dalam (H)

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

$$H = (\pi/4) \times (96,039)^2 \times (14,7)$$

$$H = 106.488,44 \text{ lb}$$

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

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

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \\ &= 106.488,44 \text{ lb} + 654,64 \text{ lb} \\ &= 107.143,08 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

▪ *Perhitungan luas minimum bolting area*

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal.240

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

$$\begin{aligned} A_{m1} &= \frac{107.143,08 \text{ lb}}{13684 \text{ lb/in}^2} \\ &= 7,829 \text{ in}^2 = 0,06524 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

▪ *Perhitungan Bolting Optimum*

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Ukuran baut = 1 1/2 in
- Root area = 1,294 in²

Jumlah bolting optimum = 8 buah

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Bolt spacing = 3 1/4 in

- Minimum radial distance (R) = 2 in
- Edge distance (E) = 1 1/2 in
- Bolting circle diameter (C) :

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

Dimana :

- $d_i \text{ shell} = 95,63 \text{ in}$
- $g_o = \text{tebal shell } (t_s) = 3/16 \text{ in}$

Maka bolting circle diameter (C) :

$$\begin{aligned} C &= (95,63 \text{ in}) + 2 [(14,5) \cdot (3/16 \text{ in}) + (2 \text{ in})] \\ &= 105,07 \text{ in} \end{aligned}$$

- Diameter luar flange :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= C + 2 E \\ &= (105,07 \text{ in}) + (2 \times 1 \frac{1}{2} \text{ in}) \\ &= 108,07 \text{ in} = A \end{aligned}$$

- Check lebar gasket :

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

$$A_b \text{ actual} = 8 \times 1,294 \text{ in}$$

$$A_b \text{ actual} = 10,352 \text{ in}^2$$

- Lebar gasket minimum

$$\begin{aligned} L &= A_b \text{ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G} \\ &= 10,352 \times \frac{13684}{2 \times \pi \times 9000 \times 96,039} \\ L &= 0,026 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena $L < n = 0,03936 \text{ in}$, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi.

▪ *Perhitungan Moment*

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

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

$$W = \left(\frac{7,829 \text{ in}^2 + 10,352 \text{ in}^2}{2} \right) \times 13684$$
$$= 124.394,40 \text{ lb}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

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

$$h_G = \frac{105,07 \text{ in} - 96,039 \text{ in}}{2}$$
$$= 9,031 \text{ in}$$

✓ Moment flange (M_a) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$M_a = W \cdot h_G$$

$$M_a = (124.394,40 \text{ lb}) \times (3,89 \text{ in})$$

$$M_a = 483.894,2 \text{ lb.in}$$

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

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{ml} = 124.394,40 \text{ lb}$$

➤ 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 :

- $B = d_o \text{ shell reactor} = 96 \text{ in}$

- $p = \text{tekanan operasi} = 14,7 \text{ lb/in}^2$

Maka :

$$\begin{aligned} H_D &= (0,785) \times (96 \text{ in})^2 \times (14,7 \text{ lb/in}^2) \\ &= 106.348,032 \text{ lb} \end{aligned}$$

➤ Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.100 hal. 243 :

$$\begin{aligned} h_D &= \frac{C - B}{2} \\ &= \frac{(105,07 - 96)}{2} \text{ in} \\ &= 9,07 \text{ in} \end{aligned}$$

➤ Moment M_D

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D \\ &= (106.348,032 \text{ lb}) \times (9,07 \text{ in}) \end{aligned}$$

$$M_D = 964.576,65 \text{ lb.in}$$

➤ Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatis total (H_G)

$$H_G = W - H \quad (\text{Brownell \& Young, persamaan 12.98 hal. 242})$$

$$\begin{aligned}
 &= (124.394,40 \text{ lb}) - (106.488,44 \text{ lb}) \\
 &= 17.905,96 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

➤ **Moment M_G**

Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal. 242 :

$$\begin{aligned}
 M_G &= H_G \times h_G \\
 &= (17.905,96 \text{ lb}) \times (9,031 \text{ in}) \\
 &= 161.708,72 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 H_T &= H - H_D \\
 &= (106.488,44 \text{ lb}) - (106.348,032 \text{ lb}) \\
 &= 140,408 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \\
 &= \frac{1}{2} (9,07 \text{ in} + 9,031 \text{ in}) \\
 &= 9,05 \text{ in}
 \end{aligned}$$

✓ **Moment M_T**

Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned}
 M_T &= H_T \times h_T \\
 &= (140,408 \text{ lb}) \times (9,05 \text{ in}) \\
 M_T &= 1.270,69 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_o) :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

$$= (964.576,65 + 161.708,72 + 1.270,69) \text{ lb.in}$$

$$= 1.127.556,06 \text{ lb.in}$$

Karena $M_o > M_a$, maka $M_{\max} = M_o = 1.127.556,06 \text{ lb.in}$

5.3. Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, persamaan 12.85 hal. 239 :

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

Sehingga didapatkan rumus :

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

$$k = A/B$$

Dimana :

- A = diameter luar flange = 108,07 in
- B = diameter dalam flange = 96 in
- f = stress yang diijinkan untuk bahan flange (18410 psia)

Maka :

$$k = A/B = (108.07 \text{ in}) / (96 \text{ in})$$

$$k = 1,13$$

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

$$- Y = 22$$

$$- M = \frac{M_o}{B} = \frac{1.127.556,06 \text{ lb.in}}{96} = 11.745,38 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{(22) \times (11.745,38 \text{ lb.in})}{(18410 \text{ psia}) \times (96 \text{ in})}}$$

$$t = 0,38 \text{ in}$$

6. Rancangan Penyangga

➤ Menentukan berat total (W_t)

Densitas bahan konstruksi (ρ) = 489 lb/ft³

(Perry, 6th ed., table : 3-118 hal. 3-95)

- Menentukan berat silinder

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

Keterangan :

W_s = berat silinder reaktor (lb)

DO = diameter luar silinder reaktor (8 ft)

DI = diameter dalam silinder reaktor (7,96 ft)

H = tinggi silinder reaktor (15,94 ft)

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

Maka :

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{\pi}{4} \cdot (DO^2 - DI^2) \cdot H \cdot \rho = \frac{\pi}{4} \times (8\text{ft}^2 - 7,96\text{ft}^2) \times 15,94\text{ft} \times 489\text{lb/ft}^3 \\ &= 3.908,228 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Menentukan berat tutup atas

$$W_{da} = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 6,28 \cdot DI \cdot ha \quad (\text{Hesse, persamaan 4-16 hal. 92})$$

Keterangan :

A = luas tutup silinder yang berbentuk standard dishead (ft²)

t = tebal tutup standard dishead ($\frac{3}{16}$ in) = 0,015625 ft

ha = tinggi tutup standard dishead (18,38 in = 1,53 ft)

DI = diameter dalam silinder reaktor (7,96 ft)

Maka :

$$\begin{aligned} A &= 6,28 \cdot DI \cdot ha \\ &= 6,28 \times 7,96 \times 1,53 = 76,48 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$W_{da} = A \cdot t \cdot \rho = 76,48 \times (0,015625) \times 489 = 584,36 \text{ lb}$$

- **Menentukan berat tutup bawah**

$$W_{db} = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 0,785 \cdot (DI + Dn) \cdot \sqrt{4 \cdot H^2 + (DI - Dn)^2} + 0,785 \cdot di^2$$

Keterangan :

DI = diameter dalam silinder reaktor (7,96 ft)

Dn = diameter nozzle (0,208 ft)

H = tinggi tutup konikal (2,47 ft)

T = tebal tutup konikal ($\frac{3}{16}$ in) = 0,015625 ft

Maka :

$$A = 0,785 \cdot (DI + Dn) \cdot \sqrt{4 \cdot H^2 + (DI - Dn)^2} + 0,785 \cdot di^2$$

(Hesse, persamaan 4-16 hal. 92)

$$= 0,785 \cdot (7,96 + 0,208) \cdot \sqrt{4 \cdot 2,47^2 + (7,96 - 0,208)^2}$$

$$+ (0,785 \cdot 7,96^2)$$

$$A = 86,098 \text{ft}^2$$

$$W_{db} = A \cdot t \cdot \rho = 86,098 \text{ft}^2 \times 0,015625 \text{ft} \times 489 \text{lb/ft}^3 = 680,76 \text{lb}$$

- **Menentukan berat larutan**

$$W_1 = 17.193,23 \text{ lb/jam} \times 1,5 \text{ jam} = 25.789,85 \text{ lb}$$

- **Menentukan berat poros pengaduk**

$$W_p = 0,785 \cdot D^2 \cdot L \cdot \rho$$

Keterangan :

D = diameter poros (0,11 ft)

L = panjang poros (13,99 ft)

Maka :

$$\begin{aligned} W_p &= 0,785 \cdot D^2 \cdot L \cdot \rho = 0,785 \times 0,11^2 \times 13,99 \times 489 \\ &= 64,98 \text{ lb} \end{aligned}$$

- **Menentukan berat impeller**

$$W_i = V \cdot \rho$$

$$V = n \cdot p \cdot l \cdot i$$

$$p = 0,5 \cdot D_i$$

Keterangan :

V = volume total dari blade (ft³)

p = panjang satu kepingan blade (ft)

l = lebar dari satu kepingan blade = W = (0,66 ft)

t = tebal dari satu kepingan blade = J = (0,22 ft)

D_i = diameter impeller (2,65 ft)

N = jumlah blade (4)

Maka :

$$p = 0,5 \cdot D_i = 0,5 \times 2,65 \text{ ft} = 1,325 \text{ ft}$$

$$V = n \cdot p \cdot l \cdot t = 4 \times 1,325 \text{ ft} \times 0,66 \text{ ft} \times 0,22 \text{ ft} = 0,769 \text{ ft}^3$$

$$W_i = V \cdot \rho = 0,769 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 = 376,31 \text{ lb}$$

- **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 reaktor, lb
- D_o = diameter luar pipa coil pemanas = 2,88 in = 0,24 ft
- D_i = diameter dalam pipa coil pemanas = 2,469 in = 0,205 ft
- H = panjang coil pemanas = 457,707 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

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

- **Berat coil pemanas:**

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

$$W_c = (\pi/4) \times [(0,24)^2 - (0,205)^2] \text{ft}^2 \times (457,707 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 2.737,88 \text{ lb}$$

$$= 1.241,89 \text{ kg}$$

- **Menentukan 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 = 3.908,228 lb

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_a &= (0,18) \times (3.908,228 \text{ lb}) \\ &= 703,48 \text{ lb} \\ &= 319,09 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat total penyangga =

$$\begin{aligned} W_T &= W_s + W_d (\text{tutup atas}) + W_d (\text{tutup bawah}) + W_l + W_p + W_i + W_c + W_a \\ &= (3.908,228 \text{ lb} + 584,36 \text{ lb} + 680,76 \text{ lb} + 25.789,85 \text{ lb} + 64,98 \text{ lb} + \\ &\quad 376,31 \text{ lb} + 2.737,88 \text{ lb} + 703,48 \text{ lb}) \text{ lb} \\ &= 34.845,85 \text{ lb} \\ &= 15.805,98 \text{ kg} = 15,806 \text{ ton.} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} W_t &= 15.805,98 \text{ kg} + (0,1 \times 15.805,98 \text{ kg}) \\ &= 17.386,58 \text{ kg} = 38.330,44 \text{ lb} = 17,386 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ Menentukan kolom penyangga (leg)

Dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal. 197 :

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

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
- ΣW = berat total, lb
- P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol/ditiadakan, $P_w=0$).

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

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

$$P = \frac{38.330,44 \text{ lb}}{4} = 9.582,61 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi reaktor (H) = 191,42 in = 15,94 ft
- Panjang penyangga = $\frac{1}{2} (H + L)$
 $= \frac{1}{2} (15,94 + 5) \text{ ft}$
 $= 10,47 \text{ ft} = 125,64 \text{ in}$

Jadi panjang penyangga (leg) = 9,5596 ft = 125,64 in

Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 4" ukuran 4 x 2 5/8 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

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

- Nominal size = 4 in
- Berat = 7,7 lb
- Area of section (A_y) = 2,21 in²
- Depth of beam (h) = 4 in
- Width of flange (b) = 2,66 in
- Axis (r) = 1,64 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

$$- L/r = (125,64 \text{ in}) / (1,64 \text{ in})$$

$$L/r = 76,61$$

Karena L/r antara 60 – 200 , maka :

$$\begin{aligned} f_c \text{ aman} &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{\left(\frac{L}{r} \right)^2}{18000} \right)} \\ &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{(76,61)^2}{18000} \right)} \\ &= 13.574,04 \text{ psia} \end{aligned}$$

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

$$A = \frac{P}{f_c} = \frac{9.582,61 \text{ lb}}{13.574,04 \text{ lb/in}^2}$$

$$= 0,706 \text{ in}^2 < 2,21 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}$$

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

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- Ukuran I beam = 4 x 2 5/8 in
- Berat = 7,7 lb
- Jumlah penyangga = 4 buah
- Peletakan beban dengan beban eksentrik.

7. Menentukan Panjang dan Lebar Base Plate

- *Luas base plate*

Rumus :

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

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate, in²
- P = beban dari tiap-tiap base plate = 9.582,61 lb
- f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in² (Hesse, tabel 7-7 hal. 162)

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{op}} = \frac{9.582,61 \text{ lb}}{600 \text{ lb/in}^2} = 15,97 \text{ in}^2$$

- *Panjang dan lebar base plate*

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

Dimana :

$$\begin{aligned} - A_{bp} &= \text{luas base plate} \\ &= 15,97 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - p &= \text{panjang base plate, in} \\ &= 2m + 0,95h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - l &= \text{lebar base plate, in} \\ &= 2n + 0,8b \end{aligned}$$

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

$$b = 2,66 \text{ in}$$

$$h = 4 \text{ in}$$

Maka :

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

$$\begin{aligned} 15,97 \text{ in}^2 &= [2m + (0,95 \times 4)] \times [2n + (0,8 \times 2,66)] \\ &= (2m + 3,8) \times (2m + 2,08) \end{aligned}$$

$$15,97 \text{ in}^2 = 4m^2 + 11,76 m + 7,904$$

$$0 = 4m^2 + 11,76 m - 8,066$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m_{1,2} = \frac{(-11,76) \pm \sqrt{(11,76)^2 - (4 \times 4) \cdot (-8,066)}}{2 \times 4}$$

$$m_1 = 0,5738 \text{ in}$$

$$m_2 = -3,513 \text{ in}$$

Diambil $m = m_1 = 0,5738$

Sehingga :

- Panjang base plate (p) = $2m + 0,95h$
 $= (2 \times 0,5738) + (0,95 \times 4)$
 $= 4,947 \text{ in} \approx 5 \text{ in}$
- Lebar base plate (l) = $2n + 0,8b$
 $= (2 \times 0,5738) + (0,8 \times 2,66)$
 $= 3,276 \text{ in} \approx 3,5 \text{ in}$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 5 in dan lebar base plate 3,5 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 5x 3,5 in dengan luas (A) = $17,5 \text{ in}^2$.

▪ ***Peninjauan terhadap bearing capacity***

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

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in^2
- P = beban tiap kolom = 9.582,61 lb
- A = luas base plate = $17,5 \text{ in}^2$.

Beban yang harus ditahan :

$$f = \frac{P}{A} = \frac{9.582,61 \text{ lb}}{17,5 \text{ in}^2} = 547,58 \text{ lb/in}^2$$

Karena $f (547,58) < f_{op} (600)$, maka base plate dengan ukuran : 5 x 3,5 in dapat digunakan.

Peninjauan harga m dan n

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

$$5 = 2m + (0,95 \times 4)$$

$$m = 0,6$$

- Lebar base plate (l)

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

$$3,5 = 2n + (0,8 \times 2,66)$$

$$n = 0,72$$

Dari nilai m dan n diatas, maka yang mengontrol dalam pemilihan tebal base plate adalah n karena $n > m$

➤ **Menentukan tebal base plate**

Dari Hesse, persamaan 7-12 hal. 163 :

Tebal base plate (t):

$$t = \sqrt{1,5 \times 10^{-4} \times f \times n^2}$$

Dengan :

- t = tebal base plate, in

- f = actual unit pressure yang terjadi pada base late = $547,58 \text{ lb/in}^2$

- n = 0,72 in

$$t = \sqrt{1,5 \times 10^{-4} \times 547,58 \times 0,72^2}$$

$$t = 0,206 \text{ in} \approx 1 \text{ in}$$

➤ **Menentukan ukuran baut**

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{4} = \frac{4198,176685}{4} = 1062,814099 \text{ lb}$$

$$f_{\text{baut}} = \text{stress baut maksimum} = 13684 \text{ lb/in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} = \frac{1062,814099}{13684} = 0,077668379 \text{ in}^2$$

Dari *Brownell & Young tabel 10-4 hal. 188* didapatkan ukuran baut 1 in dengan dimensi :

- Ukuran baut : 1 in
- Root area : 0,551 in²
- Bolt spacing min : 2 ¼ in
- Min radial distance : 1 ¾ in
- Edge distance : 1 ⅙ in
- Nut dimension : 1 ⅝ in
- Max filled radius : ⅞ in

➤ **Menentukan lug dan gusset**

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

Dasar Perhitungan :

Dari gambar 10.6, hal 191, *Brownell* diperoleh :

a. Lebar Lug

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

$$= 1 + 9 \text{ in}$$

$$= 10 \text{ in}$$

$$B = \text{jarak antar gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in}$$

$$= 1 + 8 \text{ in}$$

$$= 9 \text{ in}$$

b. Lebar Gusset

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

$$= 2 (4 - 0,5 \times 1)$$

$$= 7 \text{ in}$$

Lebar lug atas = a = 0,5 (L + ukuran baut) (*Brownell & Young Hal 193*)

$$= 0,5 (7 + 1)$$

$$= 4 \text{ in}$$

Perbandingan tebal base plate = $\frac{B}{L}$

$$= \frac{9}{7} = 1,2857 = 1,2$$

Dari table 10.6, hal 192, *Brownell* didapat $\gamma_1 = 0,350$

e = 0,5 x nut dimension

$$= 0,5 \times 1 \frac{5}{8}$$

$$= 0,8125 \text{ in}$$

c. Tebal Plate Horizontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari persamaan 10.40, hal 192, *Brownell* :

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

Dimana :

P = beban tiap baut = 1062,814099 lb

μ = poisson's ratio = 0,3 (untuk baja)

L = panjang horizontal plate bawah = 7

e = nut dimension = $1 \frac{5}{8}$ in 1,625 in

$\gamma_1 = 0,350$

jadi :

$$\begin{aligned} My &= \frac{1062,814099}{4\pi} \left[(1 + 0,3) \times \ln \frac{2 \times 7}{\pi \times 1,625} + (1 - 0,350) \right] \\ &= 760,7666 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times My}{fall}}$$

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times 760,7666}{13684}}$$

$$= 0,5776 \text{ in}$$

maka digunakan plate dengan tebal 0,5776 in

d. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

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

$$\text{gusset minimal} = \frac{3}{8} \times thp$$

$$= \frac{3}{8} \times 0,5776 = 0,2166 \text{ in}$$

e. Tinggi Gusset

Tinggi gusset = hg = A + ukuran baut

$$= 10 + 1 \text{ in}$$

$$= 11 \text{ in}$$

f. Tinggi Lug

$$\begin{aligned}\text{Tinggi lug} &= h_g + 2 t_{hp} \\ &= 11 + 2(0,5776) \\ &= 12,1551 \text{ in}\end{aligned}$$

g. Kesimpulan perancangan lug dan gusset :

➤ Lug

- Lebar = 10 in
- Tebal = 0,5776 in
- Tinggi = 12,1551 in

➤ Gusset

- Lebar = 7 in
- Tebal = 0,2166 in
- Tinggi = 11 in

3. Rancangan 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 :

- $W = 38.330,44 \text{ lb} = 17.386,58 \text{ kg}$
- ***Beban yang harus ditanggung tiap kolom***

Rumus:

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

Dimana :

- p = panjang base plate = 5 in = 0,42 ft
- l = lebar base plate = 3,5 in = 0,29 ft
- t = tebal base plate = 1 in = 0,0833 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= (0,42 \text{ ft}) \times (0,29 \text{ ft}) \times (0,0833 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 4,96 \text{ lb} \end{aligned}$$

- ***Beban tiap penyangga***

Rumus:

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

Dimana :

- L = tinggi kolom = 9,5596 ft
- A = luas kolom I beam = 2,21 in² = 0,01535 ft²
- F = faktor koreksi = 3,4
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga :

$$W_p = (9,5596 \text{ ft}) \times (0,01535 \text{ ft}^2) \times (3,4) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 243,9697 \text{ lb}$$

□ **Beban total**

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= (38.330,44 + 4,96 + 243,9697) \text{ lb} \\ &= 38.579,37 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

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

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

Volume pondasi :

$$\begin{aligned} V &= A \times t \\ &= (800 \text{ in}^2) \times (25 \text{ in}) \\ &= 20000 \text{ in}^3 = 11,5741 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

- Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

$$\rho = \text{densitas semen} = 144 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{perry, edisi 6 tabel 3-18})$$

Maka :

$$W = (11,5741 \text{ ft}^3) \times (144 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 1666,6704 \text{ lb}$$

$$= 755,9850 \text{ kg}$$

- 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 :

$$P = 10 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ ft}}{144 \text{ in}^2}$$

$$= 155,5556 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- W = berat beban total + berat pondasi

- A = luas bawah pondasi = (40 x 40) in² = 1600 in²

Sehingga :

$$P = \frac{38.579,37 \text{ lb} + 1666,6704 \text{ lb}}{1600 \text{ in}^2}$$

$$P = 25,15 \text{ lb/in}^2 < 155,5556 \text{ lb/in}^2$$

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

Dimensi Peralatan :

1. Dimensi tangki :

- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
- Do (diameter luar) = 96 in
- Di (diameter dalam) = 95,63 in
- t_s (tebal silinder) = 3/16 in
- L_s (tinggi silinder) = 115,76 in
- t_{ha} (tebal tutup atas) = 3/16 in
- h_a (tinggi tutup atas) = 18,38 in
- t_{hb} (tebal tutup bawah) = 3/16 in
- h_b (tinggi tutup bawah) = 27,60 in
- Tinggi reaktor = 191,42 in

2. Dimensi pengaduk :

- Jenis pengaduk = axial turbin 4 blades sudut 45°
- Type = Vertical On Center (VOC)
- Bahan impeller = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
- Bahan poros pengaduk = Hot Rolled SAE 1020
- Diameter impeller (D_i) = 31,88 in
- Tinggi impeller (Z_i) = 12,75 in
- Panjang impeller (L) = 9,56 in
- Lebar impeller (W) = 7,97 in
- Tebal daun impeller = 2,66 in
- Daya pengaduk = 3,12 Hp

- Diameter poros = 0,467 in
- Panjang poros = 167,94 in
- Jumlah pengaduk = 1 buah

3. Nozzle untuk pemasukan feed Khitin ($C_8H_{15}NO_6$)

- 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 1/16 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 feed Natrium Hidroksida (NaOH)

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 1 1/2 in
- Diameter luar flange (A) = 5 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 11/16 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 2 7/8 in
- Diameter hubungan atas (E) = 2 9/16 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 1,90 in
- Panjang julakan (L) = 2 7/16 in
- Diameter dalam flange (B) = 1,61 in

5. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas

- Type = Welding neck
 - Ukuran nominal pipa (NPS) = 5 in
 - Diameter luar flange (A) = 10 in
 - Ketebalan flange minimum (T) = 15/16 in
 - Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 7 5/16 in
 - Diameter hubungan atas (E) = 6 7/16 in
 - Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 5,56 in
 - Panjang julakan (L) = 3 1/2 in
 - Diameter dalam flange (B) = 5,05 in
6. Nozzle untuk pengeluaran produk
- Type = Welding neck
 - Ukuran nominal pipa (NPS) = 2 1/2 in
 - Diameter luar flange (A) = 7 in
 - Ketebalan flange minimum (T) = 7/8 in
 - Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 4 1/8 in
 - Diameter hubungan atas (E) = 3 9/16 in
 - Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 2,88 in
 - Panjang julakan (L) = 2 3/4 in
 - Diameter dalam flange (B) = 2,47 in
7. Nozzle untuk Man Hole
- Type = Welding neck
 - Ukuran nominal pipa (NPS) = 20 in
 - Diameter luar flange (A) = 27 1/2 in

- Ketebalan flange minimum (T) = 1 1/16 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 23 in
- Diameter hubungan atas (E) = 22 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 20 in
- Panjang julakan (L) = 5 11/16 in
- Diameter dalam flange (B) = 19,25 in

8. Coil Pemanas

- Diameter coil = 62,08 in = 5,74 ft
- Panjang lilitan = 5.492,53 in = 457,707 ft
- Jumlah lilitan = 14 lilitan
- Tinggi coil = 107,64 in
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.

9. Flange

- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
- Tensile strength minimum = 75000 psia
- Allowable stress (f) = 18.410
- Tebal flange = 1,1799 in
- Diameter dalam (D_i) flange = 96 in
- Diameter luar (D_o) flange = 96,078 in
- Type flange = Ring flange loose type

10. Bolting

- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type

- Tensile strength minimum = 75000 psia
- Ukuran baut = 1 in
- Jumlah baut = 8 buah
- Allowable stress (f) = 13.684

11. Gasket

- Bahan gasket = Asbestos filled
- Lebar (L) = 0,03936 in
- Tebal gasket (n) = 1/16 in
- Gasket factor (m) = 3,75
- Diameter rata-rata = 96,039 in

12. Sistem Penyangga

- Jenis = Kolom I beam
- Jumlah = 4 buah
- Panjang (L) = 125.64 in
- Ukuran Nominal Pipa (NPS) = 4 in
- Area of section (Ay) = 2.21 in²
- Depth of beam (h) = 4 in
- Width of flange (b) = 2,66 in
- Axis (r) = 1,64 in

13. Base Plate

- Panjang (p) = 5 in
- Lebar (l) = 3,5 in
- Tebal (t) = 1 in

- Ukuran baut = 1 in
- Jumlah baut = 4
- Bahan = Cast iron

14. Lug

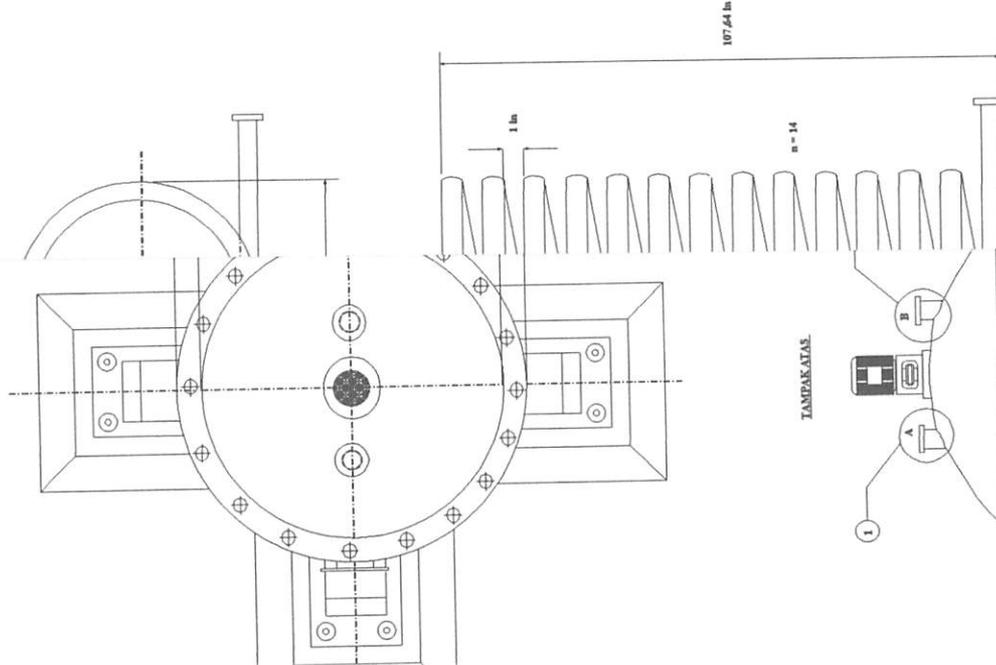
- Lebar = 10 in.
- Tebal = 0,5776 in.
- Tinggi = 12,1551 in.

15. Gusset

- Lebar gusset = 7 in
- Tebal gusset = 0,2166 in
- Tinggi gusset = 11 in

16. Sistem Pondasi

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

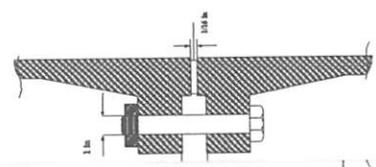


TAMPAK ATAS

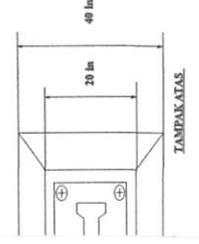
1 A B

1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 10.5 11 11.5 12 12.5 13 13.5 14

ANAS

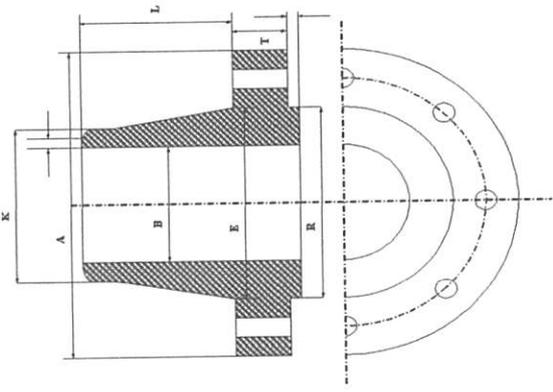


DETAIL FLANGE & BAWIT



TAMPAK ATAS

TAMPAK SAMPING



DETAIL LUBANG

NOZZLE	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	2	6	3/4	3.58	3.1/16	2.58	2.1/2	2.07
B	1.1/2	5	11/16	2.78	2.9/16	1.90	2.7/16	1.61
C	5	10	15/16	7.5/16	6.7/16	5.56	3.1/2	5.05
D	2.5	7	7/8	4.18	5.9/16	2.88	2.3/4	2.07
E	20	27.52	1.11/16	23	22	20	5.11/16	19.25

No	FOUNDAI	REPERANGAN	BAHAN
19	CEMENT LAND AND GRAVEL		
20	SAFE PLATE	CAST IRON	
17	PENYANGGA	CARBON STEEL	
16	NOZZLE PRODUK	HAS SA 240 GRADE M TYPE 316	
15	TUTUP BAWAH	HAS SA 240 GRADE M TYPE 316	
14	PENGADUK	HIGH ALLOY STEEL SA 240 GRADE M TYPE 316	
13	COIL PEMANAS	HIGH ALLOY STEEL SA 240 GRADE M TYPE 316	
12	NOZZLE KONDENSAT	HAS SA 240 GRADE C TYPE M7	
11	LUC AND CURSET	CARBON STEEL	
10	NOZZLE SUPPLY STEAM	HAS SA 240 GRADE C TYPE M7	
9	BILINDER	HAS SA 240 GRADE M TYPE 316	
8	MAN HOLE	HAS SA 240 GRADE M TYPE 316	
7	FORGE PENGADUK	HOT ROLLER STEEL SA EDD	
6	FLANGE	HIGH ALLOY STEEL SA 240 GRADE M TYPE 316	
5	GASKET	ASBESTOS FILLED	
4	BAWIT	HAS SA 193 GRADE B8-TYPE M7	
3	TUTUP ATAS	HAS SA 240 GRADE M TYPE 316	
2	NOZZLE NOOH MAUK	HAS SA 240 GRADE M TYPE 316	
1	NOZZLE (CHITING) MAUK	HAS SA 240 GRADE M TYPE 316	

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

PERANCANGAN ALAT UTAMA

REAKTOR

DI BANGGANG OLEHI

DOSEN PEMBIMBING

[Signature]

Gustawan Winthana

071608

Ir. Heriandi Setyawan, MT

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Instrumentasi dan keselamatan kerja adalah dua faktor yang penting dalam suatu industri guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai yang diinginkan. Sedangkan keselamatan kerja juga harus diperhatikan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana, dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

7.1. Instrumentasi

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

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dalam pengendalian proses suatu pabrik industri. Dengan adanya instrumentasi yang memadai, maka bagian-bagian dari pabrik yang penting memerlukan pengendalian operasi/proses. Pengendalian operasi/proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar diperlukan secara cermat dan akurat.

Pengetahuan akan pemilihan alat-alat pengendalian proses ini penting karena menyangkut harga peralatan itu sendiri yang cukup mahal.

Pada umumnya instrumentasi dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya, yaitu :

1. Proses manual

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

2. Proses otomatis

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

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

- mengurangi jumlah pegawai (man power).
- keselamatan kerja lebih terjamin.
- hasil proses lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

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

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

- Element proses pendingin

Tujuan pemasangan instrumentasi adalah :

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

Faktor-faktor perlu diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi adalah :

1. Jenis instrumentasi.
2. Range yang diperlukan untuk pengukuran.
3. Ketelitian yang diperlukan.
4. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan pada kondisi proses.
5. Faktor ekonomi.

Pada Pra Rencana Pabrik *Khitosan* ini, instrumen yang digunakan adalah alat kontrol yang bekerja secara manual maupun secara otomatis. Hal ini tergantung dari sistem peralatan, faktor teknis, faktor ekonomis serta kelayakan lingkungan kerja tetapi instrumen yang digunakan cenderung pada pemakaian alat kontrol secara otomatis karena ada beberapa keunggulan kompetitif bila dibandingkan secara manual.

Namun demikian tenaga manusia masih sangat diperlukan dalam pengoperasian dan pengawasan proses.

Dalam perencanaan suatu pabrik, alat kontrol yang diperlukan adalah :

a. Indikator

Untuk mengetahui secara langsung kondisi operasi suatu daerah tertentu dari suatu peralatan.

b. Controller

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

Dengan adanya instrumen diharapkan proses akan bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Instrumen yang digunakan pada Pra Rencana Pabrik *Khitosan* ini adalah :

a. Temperatur Controller (TC)

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan suhu, agar beroperasi pada temperatur konstan.

b. Flow Controller (FC)

Dipasang pada alat untuk mengendalikan laju alir fluida yang melalui perpipaan.

c. Pressure Controller (PC)

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan tekanan, agar beroperasi pada tekanan konstan.

d. Weight Controller (WC)

Dipasang pada alat untuk mengatur laju aliran padatan berdasarkan pada berat padatan yang ditampung dalam suatu penampung sementara

e. Feed Ratio Controller (FRC)

Dipasang pada alat yang memerlukan pengendalian dalam hal perbandingan bahan yang akan masuk.

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	Kode alat	Kode instrumentasi
1	Storage NaOH	F-114	LI
2	Heater NaOH	E-116	TC
3	Reaktor	R-110	TC
4	Cooler	E-122	TC
5	Bin Penampung	F-125	WC
6	Heater Udara	E-131B	TC
7	Bin Penampung	F-134	WC
8	Bin Penampung	F-136	WC

7.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan suatu hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawannya. Selain itu juga menyangkut lingkungan dan masyarakat sekitar pabrik. Keselamatan kerja ini merupakan usaha untuk

memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja. juga untuk mencegah terjadinya kecelakaan, kebakaran dan penyakit kerja dalam lingkungan 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.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah :

a. Lingkungan Fisik

Meliputi : mesin, peralatan produksi dan lingkungan kerja (suhu, penerangan, dll). Kecelakaan kerja bisa disebabkan oleh kesalahan perencanaan, aus, rusak, kesalahan pembelian, penyusunan dari peralatan dan sebagainya.

b. Latar Belakang Kerja

Yaitu sifat/karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya. Sifat/karakter tersebut meliputi :

- 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.

c. Sistem Manajemen

Sistem manajemen ini merupakan unsur terpenting, karena menjadi pengatur kedua unsur di atas. Kesalahan sistem manajemen dapat menyebabkan kecelakaan kerja yang disebabkan karena, antara lain :

- Prosedur kerja tidak diterapkan dengan baik.
- Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan dan modifikasi pabrik serta tidak adanya inspeksi perusahaan.
- Tidak adanya sistem penanggulangan bahaya.

Secara umum pada Pra Rencana Pabrik *Khitosan* ini ada 3 macam bahaya yang dapat terjadi dan harus mendapatkan perhatian pada perencanaan, yaitu :

- a. Bahaya kebakaran dan peledakan
- b. Bahaya mekanik
- c. Bahaya terhadap kesehatan dan jiwa manusia.

Bahaya Kebakaran dan Peledakan

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

1. Terjadi hubungan singkat (*koorsleting*) pada saklar, stop kontak, atau alat listrik lainnya baik pada peralatan instrumentasi maupun pada peralatan listrik sederhana seperti lampu, radio, komputer, mesin fax, answering machine, dll.
2. Kebakaran yang diakibatkan percikan api pada heater udara .

Cara untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran antara lain :

1. Pemasangan pipa air melingkar (water hydrant) di seluruh areal pabrik.
2. Pemasangan alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau di setiap tempat rawan ledakan dan kebakaran, terutama di sekitar alat-alat proses bertekanan dan bersuhu tinggi.
3. Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang mudah menimbulkan kebakaran.
4. 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.
5. Pemasangan alat-alat listrik harus diatur sedemikian rupa agar tidak berdekatan dengan sumber panas.
6. Membuat plakat-plakat, slogan-slogan atau *Standar Operational Procedures (SOP)* pada setiap proses yang salah satu isinya menerangkan bahaya dari proses atau alat yang bersangkutan.

Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik disebabkan oleh pengerjaan konstruksi bangunan atau alat proses yang tidak memenuhi syarat. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya bahaya ini adalah :

1. Perencanaan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, pertimbangan faktor korosi. Perencanaan alat *under design* biasanya lebih besar menciptakan bahaya ini.
2. Pemasangan alat kontrol atau indikator yang baik dan sesuai, serta pemberian alat pengaman proses pada alat-alat yang beresiko besar menciptakan terjadinya bahaya ini.
3. 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

Bahaya terhadap Kesehatan dan Jiwa Manusia

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

Sedangkan karyawan gudang wajib mengetahui prosedur penggunaan kendaraan pengangkut sampai cara penyusunan kemasan produk.

Selain itu pembuatan ventilasi setiap ruangan harus disesuaikan standar WHO (World Health Organization) agar lingkungan kerja yang sehat dapat meningkatkan produktifitas karyawan dalam bekerja.

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

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik *Chitosan*

No.	Alat pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Gudang, bagian proses
2.	Helm pengaman	Gudang, bagian proses
3.	Sarung tangan	Gudang, bagian proses
4.	Sarung karet	Gudang, bagian proses
5.	Isolasi panas	Heater
6.	Pemadam kebakaran	Semua Unit

BAB VIII

UTILITAS PABRIK

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik *Khitosan* 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.
- Refrigerant digunakan untuk menjaga suhu dan mendinginkan suhu dalam proses produksi.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 5 unit, yaitu :

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

8.1. Unit Penyediaan Steam

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

- Tekanan : 14,696 psia
- Temperatur : 150 °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)
- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

(Jenny Ernawati, Ir Hal 70)

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

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

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

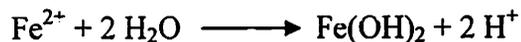
b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

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

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

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



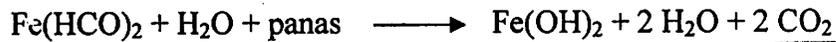
Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



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

Reaksi yang terjadi :





(Muharto, Ir Hal 46)

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

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian air menuju ke sand filter (H-217) untuk menyaring kotoran-kotoran yang masih tersisa.

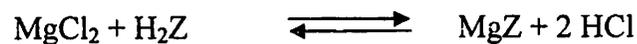
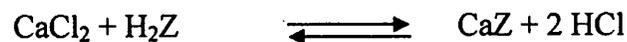
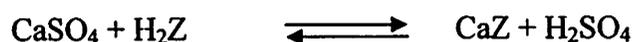
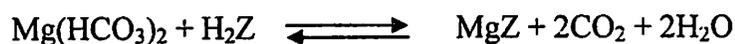
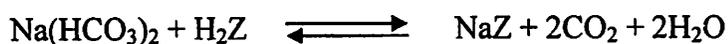
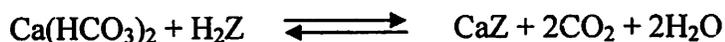
Dari sand filter air masuk ke bak air bersih (F-218) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu :

a. Pengolahan air umpan boiler

Pelunakan air umpan boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-

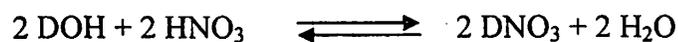
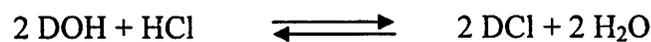
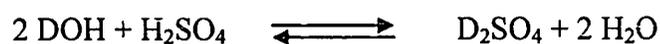
210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan dengan pompa (L-219) menuju kation exchanger (D-210A). dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-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-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH).

Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin

b. Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, air dari bak air lunak (F-221) dipompa (L-225) ke bak air pendingin (F-226) kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa (L-227). Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower (P-240) dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin kembali.

c. Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan dengan pompa (L-228) menuju bak klorinasi (F-230) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-231) dengan menggunakan pompa (L-229) dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

d. Pengolahan air proses

Untuk air proses digunakan air dari bak air lunak (F-218) dan di distribusikan keperalatan dengan menggunakan pompa (L-241).

8.2. Unit Penyediaan Air

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

8.2.1. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam Pra Rencana Pabrik *Khitosan* sebesar 972,47 kg/jam. Air umpan boiler yang disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan adanya kebocoran akibat transmisi dan factor keamanan 20%. Sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 1.166,96 kg/jam.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar tidak merusak boiler (ketel), maka air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

☞ total padatan (total dissolved solid)	= 3500 ppm
☞ alkalinitas	= 700 ppm
☞ padatan terlarut	= 300 ppm
☞ silica	= 60 – 100 ppm
☞ besi	= 0.1 mg/L
☞ tembaga	= 0.5 mg/L
☞ oksigen	= 0.007 mg/L
☞ kesadahan (hardness)	= 0
☞ kekeruhan	= 175 ppm
☞ minyak	= 7 ppm
☞ residual fosfat	= 140 ppm

(Perry, 6th ed, hal 9-76)

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 , NH_3 .
- ☞ Zat-zat yang dapat menyebabkan busa, yaitu organik, anorganik dan zat tak terlarut dalam jumlah besar.

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

- ☞ Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu.
- ☞ Daerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

8.2.2. Air pendingin

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

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

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

- besi penyebab korosi
- silica penyebab kerak
- hardness yang memberikan efek pada pembuatan kerak

- minyak penyebab turunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan

(Jenny Ernawati, Ir Hal 69)

Air pendingin pada Pra Rencana Pabrik *Khitosan* ini sebesar 39.975,55 kg/jam yang digunakan pada Cooler (E-122).

8.2.3. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, air untuk mencuci, mandi, taman, dan lain-lain. Air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 55.223,67 kg/jam Standart air sanitasi yang harus dipenuhi :

▲ Syarat fisik

- tidak berwarna
- tidak berbau
- tidak berbusa
- mempunyai suhu dibawah suhu udara
- kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO_2
- pH netral

▲ Syarat kimia

- Tidak beracun
- Tidak mengandung bakteri ion patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air

▲ Syarat mikrobiologis

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

(Salvato Jr, Hal 34)

8.2.4. Air proses

Air proses pada Pra Rencana Pabrik *Khitosan* ini sebesar 779,88 kg/jam, yang digunakan pada rotary vacuum filter (H-123)

8.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik *Khitosan* ini meliputi :

- Proses : 32,0651 kW
- Penerangan : 26,8 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada listrik padam, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 305 kW dengan satu buah sebagai cadangan.

8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan oleh pabrik, yaitu pada boiler sebesar 21530,37 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah Diesel Oil, pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah

- Mudah didapat
- Viskositasnya relatif 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 :

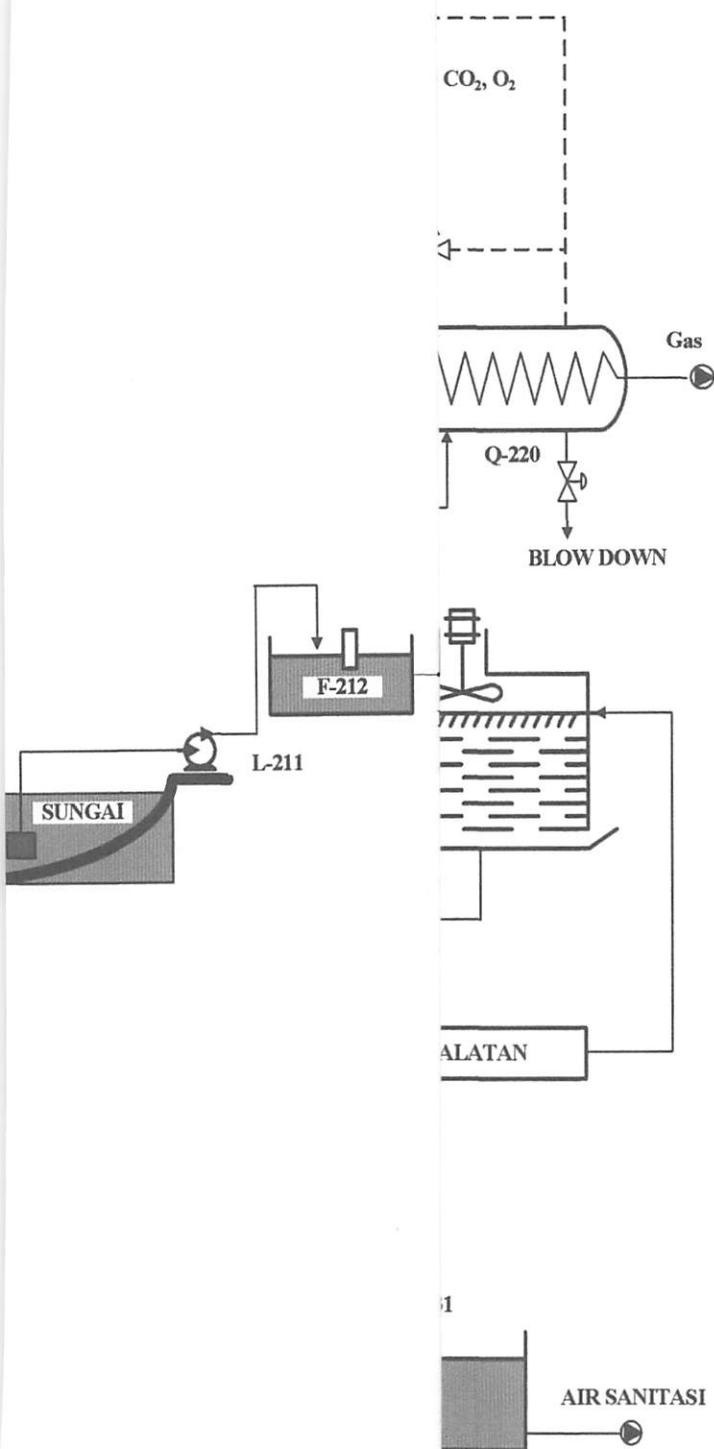
- Flash point = 38 °C (100 °F)
- Pour point = - 6 °C (21,2 °F)
- Densitas = 0.8 kg/L
- Heating value = 19.000 btu/lb

8.5. Unit Penyediaan Air Pendingin

Pada Pra Rencana Pabrik *Khitosan* ini dipakai air pendingin pada peralatan Cooler (E-122) sebesar 39.975,55 kg/jam dengan make up untuk factor keamanan 5% maka total kebutuhan refrigerant sebesar 41.974,33 kg/jam.

8.6. Pengolahan limbah

Limbah yang dihasilkan dalam Pra Rencana Pabrik *Khitosan* berupa CH_3COONa dan NaOH sisa, yang ditampung dalam tangki penampung limbah untuk selanjutnya diolah menjadi zat cair yang tidak membahayakan lingkungan.



25	L-241	POMPA AIR PROSES
24	P-240	COOLING TOWER
23	F-231	BAK AIR SANITASI
22	F-230	BAK KLORINASI
21	L-229	POMPA KE BAK AIR SANITASI
20	L-228	POMPA KE BAK KLORINASI
19	L-227	POMPA KE PERALATAN
18	F-226	BAK AIR PENDINGIN
17	L-225	POMPA KE BAK AIR PENDINGIN
16	L-224	POMPA KE BOILER
15	D-223	DEAERATOR
14	L-222	POMPA KE DEAERATOR
13	F-221	BAK AIR LUNAK
12	Q-220	BOILER
11	L-219	POMPA AIR BERSIH
10	F-218	BAK AIR BERSIH
9	F-217	SAND FILTER
8	F-216	TANGKI CLARIFIER
7	L-215	POMPA SEDIMENTASI
6	F-214	BAK SEDIMENTASI
5	L-213	POMPA SKIMMER
4	F-212	SKIMMER
3	L-211	POMPA AIR SUNGAI
2	D-210B	ANION EXCHANGER
1	D-210A	KATION EXCHANGER
NO	KODE	NAMA ALAT

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

UNIT PENGOLAHAN AIR PRA RENCANA PABRIK
CHITOSAN

DIRANCANG OLEH :

DISETUJUI
 DOSEN PEMBIMBING :

Gunawan Wicaksono

09.14.908

Ir. Harimbi Setyawati, MT

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial dari masyarakat karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

1. Faktor Utama
 - a. Penyediaan bahan baku
 - b. Pemasaran (marketing)
 - c. Utilitas (bahan bakar, sumber air, dan listrik)
 - d. Keadaan geografis dan masyarakat
2. Faktor Khusus
 - a. Transportasi
 - b. Tenaga kerja
 - c. Buangan pabrik (disposal)
 - d. Pembuangan limbah
 - e. Site dan karakteristik dari lokasi

f. Peraturan perundang-undangan

9.1.1. Faktor Utama

a. Penyediaan Bahan Baku

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

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

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

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

c. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

• Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya.

Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai, dan air dari PDAM.

Untuk itu perlu diperhatikan mengenai :

- Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani kebutuhan pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dua sumber : air sungai dan air PDAM. Air sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan. Air PDAM hanya bersifat cadangan. Air PDAM juga digunakan untuk sanitasi dan untuk kebutuhan proses (air pendingin).

• Listrik dan Bahan Bakar

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

- Ada atau tidaknya listrik di daerah tersebut.

- Jumlah listrik di daerah tersebut.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

d. Iklim dan Alam Sekitarnya

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Keadaan alam.
Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin
Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut akan mempengaruhi peralatan.
- Gempa bumi yang pernah terjadi.
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang.

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi.

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya yang serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat.
- Jalan/rel kereta api.

- Adanya pelabuhan
- Sungai yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu.

b. Buangan pabrik

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan :

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul

c. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

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

d. Site Karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah :

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Harga tanah dan fasilitas lainnya.

e. Faktor Lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Apakah merupakan daerah pedesaan atau perkotaan.
- Fasilitas rumah dan tempat ibadah.

f. Peraturan dan Perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

e. Pembuangan Limbah

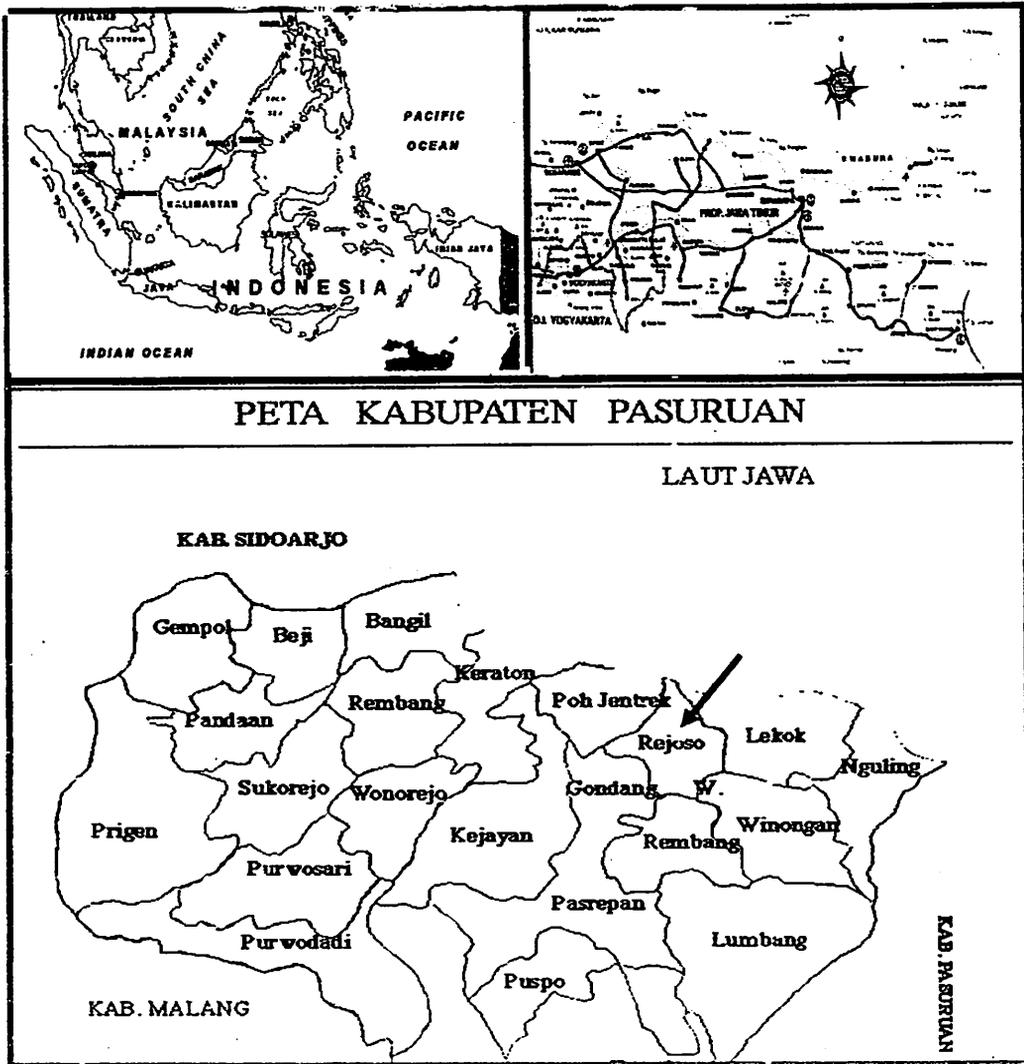
Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor di atas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik Khitosan terletak di **Desa Rejoso, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.**

Dasar pemilihan lokasi adalah sebagai berikut :

- Dekat dengan bahan baku.
- Tersedianya kebutuhan air dan tenaga listrik.
- Fasilitas transportasi yang memadai.
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup.

Dari faktor-faktor yang telah diuraikan maka dapat disimpulkan bahwa lokasi pabrik terletak di **Desa Rejoso, Kecamatan Rejosari, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.** Peta lokasi pabrik Khitosan dapat dilihat pada gambar 9.1.



Cambar 9.1. Lokasi Pabrik Khitosan

Keterangan :

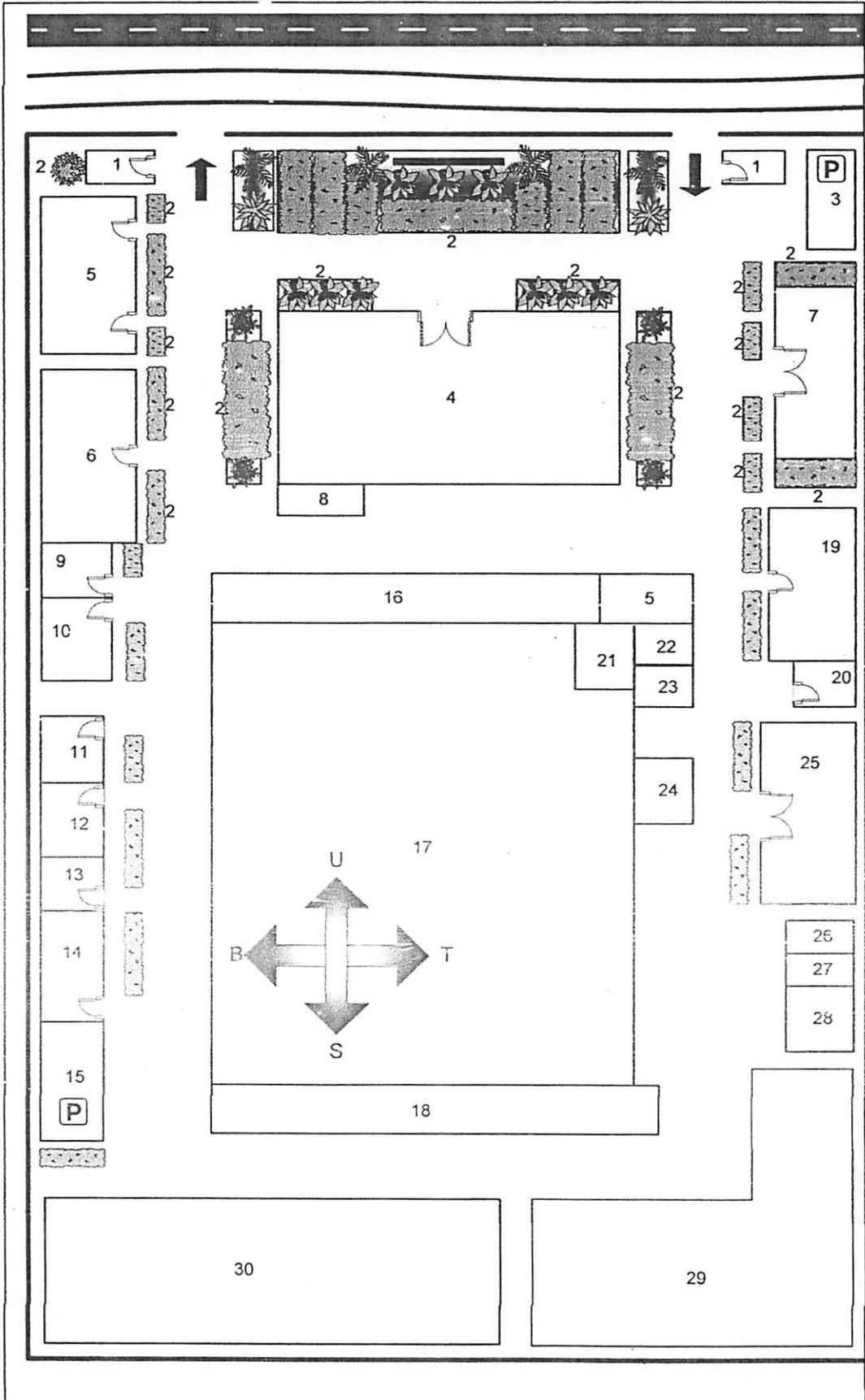
↓ = Menunjukkan lokasi pabrik

9.2. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Tata Letak Pabrik adalah suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yang meliputi areal proses, areal penyimpanan, dan areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik (plant lay out) adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk gerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Bentuk dari kerangka bangunan, tembok, dan atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan air, steam, dan lain-lain.
- Kemungkinan perluasan pabrik di masa mendatang.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti ledakan, kebakaran, timbulnya gas atau asap dan lain-lain.
- Pondasi dari bangunan dan peralatan kerja (mesin-mesin).
- Ventilasi yang baik.
- Penerangan ruangan

Tata letak bangunan pabrik khitosan dapat dilihat pada gambar 9.2.



Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik Khitosan

Skala 1 : 300

Keterangan Gambar 9.2 :

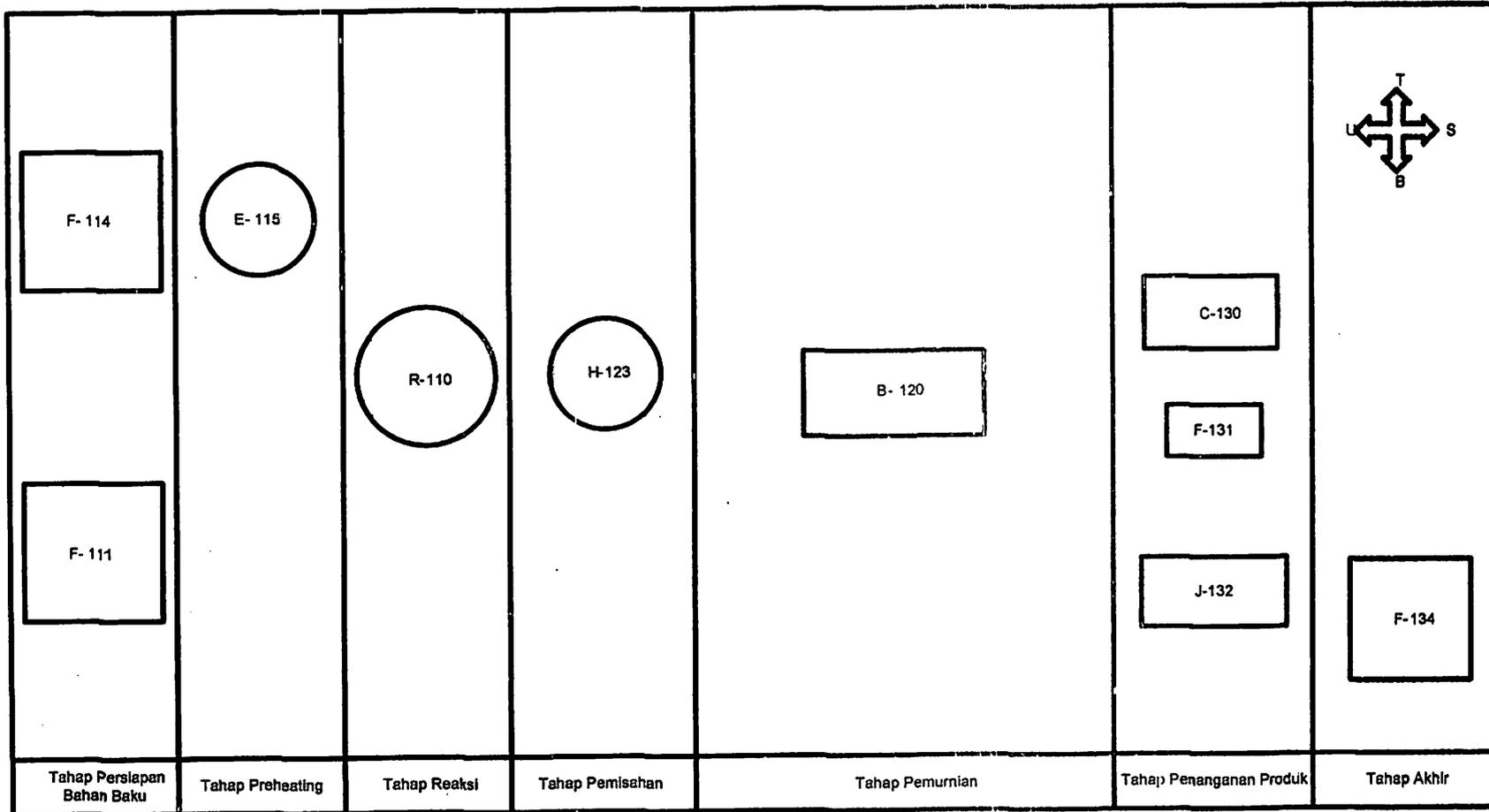
1. Pos keamanan/ penjagaan
2. Taman
3. Parkir tamu
4. Kantor pusat
5. Pos penimbangan
6. Gedung serbaguna (aula)
7. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
8. Dapur
9. Perpustakaan
10. Musholla
11. Kantin
12. Koperasi
13. Poliklinik
14. Pemadam kebakaran
15. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
16. Gudang bahan baku
17. Area proses
18. Gudang produk
19. Manager Produksi dan Teknik
20. Departemen Produksi
21. Departemen Teknik
22. Ruang kontrol
23. Garasi
24. Bengkel
25. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
26. Generator
27. Ruang bahan bakar
28. Ruang boiler
29. Utilitas
30. Area perluasan pabrik

9.3. Tata Letak Peralatan Proses

Dalam pengaturan peralatan (*equipment lay out*) beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

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

Tata letak peralatan proses dapat dilihat pada gambar 9.3.



Gambar 9.3. Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)

Keterangan gambar 9.3 :

1. Storage Khitin (F-111)
2. Storage Natrium Hidroksida (F-114)
3. Heater NaOH (E-116)
4. Reaktor (R-110)
5. Rotary Vaccum Filter (H-120)
6. Rotary Dryer (B-130)
7. Hammer Mill (C-135)
8. Bin Produk (F-131)
9. Pengemasan (J-132)
10. Gudang Produk (F-134)

9.4. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas tanah untuk masing-masing bangunan pada pabrik Khitosan dapat dilihat pada tabel 9.1.

Tabel 9.1. Perkiraan Luas Pabrik

No	Lokasi	Ukuran (m)	Luas	
			m ²	ft ²
1	Pos Keamanan	(3 x3) x 2	18	193,98
2	Parkir Tamu	5 x 3	15	161,65
3	Parkir Karyawan	5 x 8	40	431,07
4	Taman	100 x 3	300	3233,03
5	Perkantoran Administrasi	100 x 5	500	5388,39

6	Perpustakaan	5 x 4	20	215,54
7	Departemen Produksi	100 x 5	500	5388,39
8	Quality Control	5 x 10	50	538,84
9	Toilet	2 x 2	4	43,11
		(3 x 3) x 4	36	387,96
		(5 x 4) x 3	60	646,61
10	Area Proses Produksi	142,5 x 95	13537,5	145890,60
11	Ruang Kontrol	5 x 5	25	269,42
12	Laboratorium	5 x 10	50	538,84
13	Aula	15 x 10	150	1616,52
14	Poliklinik	5 x 4	20	215,54
15	Kantor Devisi Litbang	6 x 4	24	258,64
16	Departemen Teknik	4 x 6	24	258,64
17	Kantin	6 x 6	36	387,96
18	Mushola	10 x 8	80	862,14
19	Pemadam Kebakaran	5 x 6	30	323,30
20	Ruang Generator	5 x 5	25	269,42
21	Timbangan Truk	5 x 10	50	538,84
22	Bengkel	5 x 10	50	538,84
23	Open Yard Produk	10 x 10	100	1077,68
24	Open Yard Bahan Baku	10 x 10	100	1077,68
25	Area Pembangkit Listrik	10 x 6	60	646,61

26	Area Pengolahan Air	10 x 15	150	1616,52
27	Ruang Boiler	5 x 5	25	269,42
28	Area Pengolahan Limbah	15 x 5	75	808,26
29	Area Perluasan Pabrik	20 x 15	300	3233,03
30	Jalan		3000	32330,33
	Jumlah		19454,5	209656,79

Kebutuhan tanah = 209656,79 ft² = 19477.753 m²

Luas tanah = 20000 m²

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

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

Elemen dasar itu terdiri dari :

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

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

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

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

10.1. Dasar Perusahaan

Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

Lokasi pabrik : **Desa Rejoso, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur**

Kapasitas produksi : 30.000 ton/tahun

Status investasi : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN).

10.2. Bentuk Perusahaan

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

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

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

10.3. Struktur Organisasi

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

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus.
2. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
3. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
4. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

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

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya.

2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staf ahli.
3. Perwujudan “**the right man in the right place**” lebih mudah dilaksanakan.

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

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

10.4. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi (Job Description)

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah sekelompok orang yang ikut dalam pengumpulan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan yang besarnya tergantung dari prosentase kepemilikan saham. Kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Penanam saham wajib menanamkan modalnya paling sedikit 1 tahun. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) adalah rapat dari pemegang saham yang memiliki kekuasaan tertinggi dalam mengambil keputusan untuk kepentingan

perusahaan. RUPS biasanya dilakukan paling sedikit sekali dalam setahun, atau selambat-lambatnya enam bulan sejak tahun buku yang bersangkutan berjalan (neraca telah aktif).

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung/sesuai dengan besarnya modal yang ditanamkan, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

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

3. Direktur Utama

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

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.
- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.

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

4. Penelitian dan Pengembangan (R&D).

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

5. Direktur Produksi dan Teknik

Direktur Produksi dan Teknik diangkat dan diberhentikan oleh direktur utama. Direktur Produksi dan Teknik bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran produksi, dimulai dari perencanaan produksi, perencanaan bahan

baku, perangkat produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengontrol, dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dari mulai bahan baku sampai menghasilkan produk.

6. Direktur Administrasi dan Keuangan

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

7. Departemen Produksi

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

a. Divisi Proses

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

b. Divisi Gudang

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

c. Divisi Quality Control dan Laboratorium.

Divisi Quality Control dan Laboratorium bertanggung jawab kepada kepala Dept. Produksi dan bertugas mengawasi dan mengendalikan kualitas bahan baku, produk utama dan produk samping, sehingga didapat produk dengan standard kualitas yang diinginkan dengan melakukan analisa dan pengujian terhadap bahan mentah yang dipasok serta produk Khitosan dan produk samping untuk mengetahui kualitasnya.

8. Departemen Teknik

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

a. Divisi Utilitas

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

b. Divisi Bengkel dan Perawatan

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

9. Departemen Keuangan dan Administrasi

Kepala Dept. Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca keuangan perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik

pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan dan akhir pekan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Dept. Keuangan dan Akuntansi membawahi 4 divisi yaitu :

a. Divisi Pembukuan (Akuntansi)

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

b. Divisi Administrasi

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

c. Divisi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Keuangan dan Administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

12. Departemen Umum dan Sumber Daya Manusia.

Kepala Dept. Umum dan SDM bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum dan ketenagakerjaan. Departemen ini mengatur

masalah administrasi, keamanan dan keselamatan, lingkungan, logistik serta hubungan antara perusahaan dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain. Departemen ini membawahi 4 divisi :

a. Divisi Humas dan Personalia

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

b. Divisi Keamanan dan Keselamatan

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

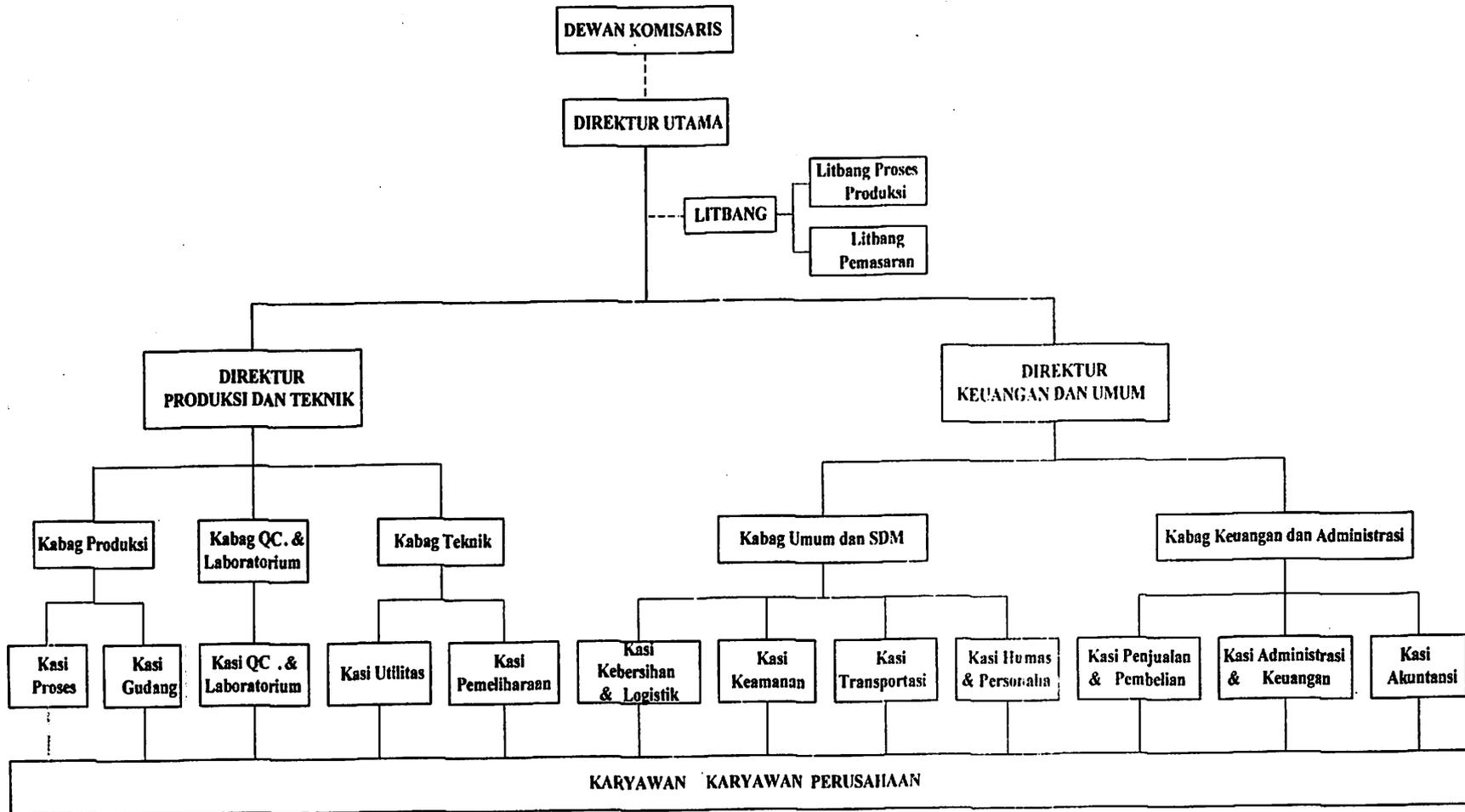
c. Divisi Kebersihan dan Logistik

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

d. Divisi Transportasi.

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

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.1. Gambar Struktur Organisasi Perusahaan.



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pra Rencana Pabrik Khitosan

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 melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

a. Tunjangan

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

b. Fasilitas

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

c. Pengobatan

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

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma

- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapat penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentive 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 bulan bagi tenaga kerja wanita
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

10.6. Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik Khitosan ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta

perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi, atau yang dikenal dengan istilah shut down.

a. Untuk pegawai non shift

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

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

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

b. Untuk pegawai shift

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

Shift I : 07.00 – 15.00

Shift II : 15.00 – 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam empat minggu dan empat kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada tabel 10.1.

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

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

Keterangan :

P : Shift Pagi

S : Shift Siang

M : Shift Malam

L : Libur/Off

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

10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

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

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia.
2. Manager
 - a. Manager produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Manager Administrasi dan Keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
3. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA), T. Kimia, Ekonomi
4. Kepala Departemen
 - a. Departemen Produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Departemen Teknik : Sarjana Teknik Mesin
 - c. Departemen QC dan Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia
 - d. Departemen Keuangan dan Akuntansi : Sarjana Ekonomi
 - e. Departemen Umum dan SDM : Sarjana Psikologi Industri
5. Kepala Divisi
 - a. Divisi Proses : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Divisi Gudang : Sarjana Teknik Kimia
 - c. Divisi Utilitas : Sarjana Teknik Mesin, Teknik Elektro
 - d. Divisi Bengkel dan Perawatan : Sarjana Teknik Mesin
 - e. Divisi QC. dan Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia, Kimia (MIPA)
 - f. Divisi Penjualan dan Pembelian : Sarjana Ekonomi dan Promotion
 - g. Divisi Akuntansi : Sarjana Ekonomi

- h. Divisi Humas dan Personalia : Sarjana Psikologi dan Hukum
 - i. Divisi Administrasi Keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
 - j. Divisi Keamanan dan Keselamatan : Diploma / SMU / SMK
 - k. Divisi Kebersihan dan Logistik : Diploma / SMU / SMK
 - l. Divisi Transportasi : Sarjana / Diploma Teknik Mesin
 - m. Dokter : Sarjana Kedokteran
6. Karyawan : Sarjana / Diploma / SMU / SMK / SLTP.

10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Step dalam proses = 7 tahap

Kapasitas produksi (P) = (30.000 ton/th)/(330 hari/tahun) = 90,90 ton/hari.

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

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

$$M = 15,2 \times (90,90)^{0,25}$$

$$M = 46,93 \text{ (orang jam/hari. Tahapan proses)}$$

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 7 tahap, maka :

Karyawan proses = 46,93 orang jam/hari.tahapan \times 7 tahap = 328 orang.jam/hari

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

$$\text{Karyawan proses} = \frac{328 \text{ orang.jam/shift}}{8 \text{ jam/hari}} = 41 \text{ orang /shift.hari}$$

Karena terdapat 4 regu shift, maka karyawan proses yang bekerja per hari adalah :

Karyawan proses = 41 (orang /shift.hari) \times 4 regu shift = 164 orang/hari.

Sedangkan jumlah karyawan staf 72 orang. Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Khitosan adalah 236 orang.

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.2.

Tabel 10.2. Jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja.

No.	Jabatan (Tugas)	SLTP	SMU	D3	SI
1.	Direktur Utama				1
2.	Manager Produksi dan Teknik				1
3.	Manager Administrasi dan Keuangan				1
4.	Sekretaris				4
5.	Kepala LITBANG (R&D)				1
6.	Karyawan LITBANG (R&D)			8	3
7.	Kepala Dept. Produksi				1
8.	Kepala Dept. Teknik				1
9.	Kepala Dept. Keuangan dan Administrasi				1
10.	Kepala Dept. Umum dan SDM				1
11.	Kepala Divisi Produksi				1
12.	Karyawan Divisi Proses	12	62	68	4
13.	Kepala Divisi Gudang				1
14.	Karyawan Divisi Gudang		10	10	
15.	Kepala Divisi Utilitas				1
16.	Karyawan Divisi Utilitas		8	8	1
17.	Kepala Divisi Bengkel & Pemeliharaan				1
18.	Karyawan Divisi Bengkel & Pemeliharaan		6	10	
19.	Kepala Divisi QC dan Laboratorium				1
20.	Karyawan Divisi QC dan Laboratorium			10	
21.	Kepala Divisi Penjualan dan Pembelian				1
22.	Karyawan Divisi Penjualan dan Pembelian			12	
23.	Kepala Divisi Administrasi				1
24.	Karyawan Divisi Administrasi			4	
25.	Kepala Divisi Akuntansi				1
26.	Karyawan Divisi Akuntansi			6	
27.	Kepala Divisi Humas dan Personalia				1
28.	Karyawan Divisi Humas dan Personalia			6	
29.	Kepala Divisi Transportasi			1	
30.	Karyawan Transportasi		6		
31.	Kepala Divisi Keamanan dan Keselamatan		1		
32.	Karyawan Keamanan		10		
33.	Kepala Divisi Kebersihan dan Logistik		1		
34.	Karyawan Kebersihan dan Logistik	10			
35.	Karyawan Perpustakaan		2		
36.	Dokter				4
37.	Karyawan Kesehatan			6	
JUMLAH		10	44	149	33
TOTAL TENAGA KERJA		236			

10.9. Status Karyawan dan Sistem Pengupahan (Gaji)

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

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

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Karyawan reguler

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

2. Karyawan borongan

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

3. Karyawan harian

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

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan (Tugas)	Jumlah	Gaji/bulan (Rp)	Total/Bulan (Rp)
1	Dewan Komisaris	5	20.000.000	100.000.000
2	Direktur utama	1	10.000.000	10.000.000
3	Direktur Teknik dan Produksi	1	7.000.000	7.000.000
4	Direktur Administrasi dan Keuangan	1	7.500.000	7.500.000
5	Sekretaris	4	2.000.000	8.000.000
6	Kepala LITBANG (R&D)	1	5.000.000	5.000.000
7	Staff.LITBANG (R&D)	3	2.000.000	6.000.000
		8	1.500.000	12.000.000
8	Kepala Dept. Produksi	1	4.000.000	4.000.000
9	Kepala Dept. Teknik	1	4.000.000	4.000.000
10	Kepala Dept. Keuangan dan Administrasi	1	4.000.000	4.000.000
11	Kepala Dept. Umum dan SDM	1	4.000.000	4.000.000
12	Kepala Dept. QC dan laboratorium	1	4.000.000	4.000.000
13	Kepala Divisi Proses	1	3.500.000	3.500.000
14	Karyawan Divisi Proses	68	1.200.000	81.600.000
		62	900.000	55.800.000
		12	750.000	9.000.000
15	Kepala Divisi Gudang	1	1.500.000	1.500.000
16	Karyawan Divisi Gudang	10	1.000.000	10.000.000
		10	800.000	8.000.000
17	Kepala Divisi Utilitas	1	1.500.000	1.500.000
18	Karyawan Divisi Utilitas	8	1.000.000	8.000.000
		8	800.000	6.400.000
19	Kepala Divisi Bengkel & Perawatan	1	2.000.000	2.000.000
20	Karyawan Divisi Bengkel & Perawatan	16	1.200.000	19.200.000
21	Kepala Divisi QC. dan Laboratorium	1	1.500.000	1.500.000
22	Karyawan Divisi QC. dan Laboratorium	6	800.000	4.800.000
23	Kepala Divisi Penjualan dan Pembelian	1	1.500.000	1.500.000
24	Karyawan Divisi Penjualan dan Pembelian	5	800.000	4.000.000
25	Kepala Divisi Administrasi	1	1.500.000	1.500.000
26	Karyawan Divisi Administrasi	2	800.000	1.600.000
27	Kepala Divisi Akuntansi	1	2.000.000	2.000.000
28	Karyawan Divisi Akuntansi	2	1.000.000	2.000.000
29	Kepala Divisi Humas dan Personalia	1	1.500.000	1.500.000
30	Karyawan Divisi Humas dan Personalia	4	800.000	3.200.000
31	Kepala Divisi Transportasi	1	1.000.000	1.000.000
32	Karyawan Divisi Transportasi	6	700.000	4.200.000
33	Kepala Divisi Keamanan dan Keselamatan	1	1.000.000	1.000.000
34	Karyawan Keamanan dan Keselamatan	10	700.000	7.000.000
35	Kepala Divisi Kebersihan dan Keindahan	1	1.100.000	1.100.000
36	Karyawan Kebersihan dan Keindahan	10	500.000	5.000.000
37	Karyawan Perpustakaan	2	700.000	1.400.000
38	Dokter	1	2.500.000	2.500.000
39	Karyawan Kesehatan	6	700.000	4.200.000

BAB XI

ANALISA EKONOMI

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

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

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

11.1 Faktor – faktor Penentu

11.1.1 Total Capital Investment (TCI)

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

1. **Fixed capital Investment (Modal Tetap)**

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dan fasilitas FCI dibagi menjadi :

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

Sehingga : $TCI = FCI + WCI$

11.1.2. Biaya Produksi

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

a. Biaya pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

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

b. Biaya umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

a. Biaya tetap

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

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

b. Biaya semi variabel (SVC)

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

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

11.1.3. Penaksiran Harga Alat

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

Harga alat pada pabrik Khitosan ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter and Timmerhaus serta G.D. Ulrich.

A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

a. Modal langsung

- Harga peralatan (E)	= US\$ 1.902.045,69
- Instalasi alat (50% E)	= US\$ 951.022,85
- Instrumentasi dan kontrol (15% E)	= US\$ 285.306,85
- Perpipaan terpasang (30 % E)	= US\$ 570.613,71
- Listrik terpasang (10%E)	= US\$ 190.204,57
- Tanah dan Bangunan	= US\$ 1.606.000,00
- Fasilitas pelayanan (40 % E)	= US\$ 760.818,28
- Pengembangan lahan (5 % E)	= US\$ 95.102,28
Total Modal langsung (DC)	= US\$ 6.361.114,23

b. Modal tak langsung (Indirect Coast)

- Engineer dan supervisi (30% E)	= US\$ 570.613,71
- Biaya konstruksi (40% E)	= US\$ 760.818,28
- Biaya tak terduga (10% FCI)	= 0,10 FCI
Total modal tak langsung (IC)	= US\$1.331.431,98+ 0,10 FCI

c. Total Plant Coast (TPC)

$$\text{TPC} = \text{DC} + \text{IC} = \text{US\$ } 337.079.807,40$$

d. Modal Kerja (WCI) 15% TCI = Rp 734.042.610.175,23,-

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\text{TCI} = \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$\text{TCI} = \text{US\$ } 9.047.273,56 + 15\% \text{ TCI}$$

$$85\% \text{ TCI} = \text{US\$ } 9.047.273,56$$

TCI = US\$ 10.643.851,25

B. Biaya Pembuatan

a. Biaya produksi langsung

- Gaji karyawan 1 tahun (TK)	= US\$	1.227.066,67
- Bahan baku 1 tahun	= US\$	192.854.930,00
- Utilitas 1 tahun	= US\$	95.258.192,00
- Biaya Pengemasan 1 tahun	= US\$	2.100.000,00
- Pemeliharaan & perawatan(6% FCI)	= US\$	542.836,41
- Laboratorium (10% TK)	= US\$	122.706,67
- Patent dan royalties (2% TPC)	=	0,02 TPC
- Supervisi (15 % TK)	= US\$	184.060

Total biaya produksi langsung (DPC) = US\$ 292.289.791,98 + 0,02 TPC,-

b. Biaya produksi tetap

- Pajak kekayaan (2% FCI)	= US\$	180.945,47
- Asuransi (1% FCI)	= US\$	90.472,74
- Depresiasi alat & bangunan (13%FCI)	= US\$	1.176.145,56
- Bunga bank (20% modal pinjaman)	= US\$	851.508,10

Total biaya produksi tetap (FPC) = US\$ 2.299.071,87

c. Biaya Over Head Pabrik = US\$ 976.981,54

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

- Administrasi (2% TPC)	= US\$	6.741.596,15
- Distribusi dan pemasaran (3% TPC)	= US\$	1.112.394,22
- Litbang (8% TPC)	= US\$	16.853.990,37

- Financing (bunga) (10% TCI) = US\$ 1.064.385,13
- Total biaya umum (GE) = US\$ 34.772.365,87**

e. Biaya produksi total (TPC)

$$\text{TPC} = \text{DPC} + \text{FPC} + \text{Overhead} + \text{GE} = \text{US\$ } 337.079.807,40$$

C. Analisa Profitabilitas

Asumsi yang diambil:

a. Modal yang digunakan terdiri dari :

1. Modal sendiri (60 %).
2. Modal pinjaman (40 %).

b. Bunga kredit = 20 % per tahun

c. Masa konstruksi

Tahun I = 60 % modal sendiri + 40 % modal pinjaman

Tahun II = 60 % modal sendiri + 40 % modal pinjaman

d. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun

e. Umur pabrik 10 tahun

f. Kapasitas produksi

Tahun I = 80 % dari produksi total

Tahun II = 100 % dari produksi total

g. Pajak penghasilan = 35 % per tahun

Menghitung biaya variabel (VC)

- Bahan baku / tahun = US\$ 192.854.930,00
- Utilitas 1 tahun = US\$ 95.258.192,23
- Pengemasan 1 tahun = US\$ 2.100.000,00

Total biaya variabel = US\$ 290.213.122,23

Biaya Semi Variabel (SVC)

- Biaya umum = US\$ 34.772.365,87
- Biaya overhead = US\$ 976.981,54
- Pemeliharaan = US\$ 542.836,410
- Biaya laboratorium = US\$ 122.706,67
- Gaji karyawan = US\$ 1.227.066,67
- Supervisi = Rp 184.060,00
- Royalti = Rp 6.741.596,15

Total biaya semivariabel = US\$ 44.567.513

Penjualan = US\$ 342.000.000

Laba untuk kapasitas pabrik 100 %

Laba kotor = total penjualan – total biaya produksi
= US\$ 342.000.000 - US\$ 337.079.807,40
= US\$ 4.920.192,60

Pajak penghasilan = 35% dari laba kotor
= US\$ 1.722.067,41

Laba bersih = Laba kotor (1 - % pajak)
= US\$ 4.920.192,60 x 0,65
= US\$ 3.198.125,19

Cash flow adalah aliran kas untuk mengetahui kas perusahaan setiap akhir tahun, terbagi menjadi dua yaitu Cb dan Ca :

Nilai penerimaan cash flow sebelum pajak (Cb) :

$Cb = \text{Laba kotor} + \text{depresiasi alat}$

$$Cb = \text{US\$ } 4.920.192,60 + \text{US\$ } 1.176.145,56 = \text{US\$ } 6.096.338,16$$

Nilai penerimaan cash flow setelah pajak (Ca) :

$Ca = \text{Laba bersih} + \text{depresiasi alat}$

$$\begin{aligned} Ca &= \text{US\$ } 3.198.125,19 + \text{US\$ } 1.176.145,56 \\ &= \text{US\$ } 4.374.270,75 \end{aligned}$$

Menghitung penilaian investasi :

1. POT

POT Setelah Pajak

$POT = (\text{modal tetap} / \text{cashflow setelah pajak}) \times 1 \text{ tahun}$

$$= \frac{\text{US\$ } 9.047.273,56}{\text{US\$ } 4.374.270,75} \times 1 \text{ thn}$$

$$= 2,07 \text{ tahun}$$

2. ROI (return of investment)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

ROI adalah laju pengembalian modal.

$ROI \text{ after tax} = (\text{laba bersih} / \text{modal tetap}) \times 100\%$

$$= \frac{\text{US\$ } 3.198.125,19}{\text{US\$ } 9.047.273,56} \times 100\%$$

$$= 35,35 \%$$

- c. Berarti pabrik layak untuk didirikan karena $ROI > \text{Bunga Bank}$ ($>20\%$)

1. BEP

FPC = US\$ 2.299.071,87

SVC = US\$ 44.567.613

VC = US\$ 290.213.122,23

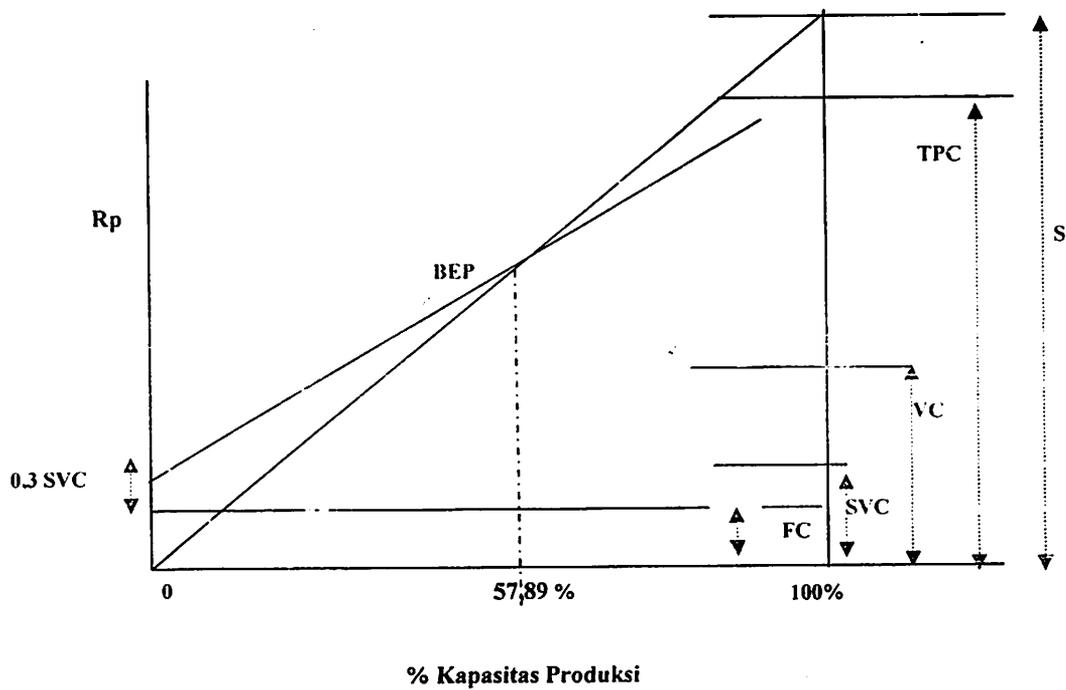
S = US\$ 342.000.000

$$BEP = \frac{FC + 0,3SVC}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\%$$

$$= \frac{2.299.071,87 + (0,3 \times 44.567.613)}{342.000.000 - (0,7 \times 44.567.613) - 290.213.122,23} \times 100\%$$

= 57,89 %

Karena harga BEP diantara 40% - 60%, maka pabrik layak didirikan.



Gambar 11.1. Break Event Point Pra rencana pabrik Khitosan

Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi = BEP x 30.000 ton/tahun

$$= 57,89\% \times 30.000 \text{ ton/tahun} = 17.367,00 \text{ ton/tahun}$$

Untuk produksi tahun pertama kapasitas produksi 80 % dari kapasitas yang sesungguhnya sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{\text{PBi} (100 - \text{BEP}) - (100 - \% \text{ kapasitas})}{\text{PB}(100 - \text{BEP})}$$

Dimana : PBi = Keuntungan pada % kapasitas yang tercapai di bawah 100%

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{\text{PBi}}{\text{US\$ } 3.198.125,19} = \frac{(100 - 57,89) - (100 - 80)}{(100 - 57,89)}$$

$$\text{PBi} = \text{US\$ } 1.679.186,60$$

Sehingga nilai cash flow (Ca) setelah pajak untuk tahun pertama adalah

Ca = Laba bersih tahun pertama + depresiasi alat

$$= \text{US\$ } 1.679.186,60 + \text{US\$ } 1.176.145,56$$

$$= \text{US\$ } 2.855.332,17$$

2. SDP (shut down point)

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

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{\text{S} - 0,7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= \frac{0,3 \times \text{US\$ } 44.567.613}{\text{US\$ } 342.000.000 - (0,7 \times \text{US\$ } 44.567.613) - \text{US\$ } 290.213.122,23} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{SDP} = 48,67\%$$

Titik shut down point terjadi pada kapasitas

$$= 48,67\% \times 30.000 \text{ ton/tahun}$$

$$= 14.601,01 \text{ ton/tahun}$$

3. NPV (net present value)

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

Langkah - langkah menghitung NPV :

- a. Menghitung CA0 (tahun ke 0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$i = \text{bunga bank} = 20\%$$

$$C_{A-2} = 40\% \times \text{FCI} \times (1+i)^2$$

$$= 0,40 \times 9.047.273,56 \times (1+0.20)^2$$

$$= \text{US\$ } 5.211.229,57$$

$$C_{A-1} = 60\% \times \text{FCI} \times (1+i)^2$$

$$= 0,60 \times 9.047.273,56 \times (1+0.20)^2$$

$$= \text{US\$ } 6.514.036,97$$

$$C_{A-0} = -(C_{A-2} + C_{A-1})$$

$$= \text{US\$ } 5.211.229,57 - \text{US\$ } 6.514.036,97$$

$$= -11.725.266,54$$

Menghitung NPV tiap tahun

$$\text{NPV} = C_A \times F_d$$

$$\text{Dimana : } F_d = \text{faktor diskon} = \frac{1}{(1+i)^n}$$

i = tingkat bunga

$$\begin{aligned}
 \text{IRR} &= i_2 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1) \\
 &= 15 + \frac{\text{US\$ } 2.849.361,84}{\text{US\$ } 2.849.361,84 - (-\text{US\$ } 390.741,00)} \times (25 - 15) \\
 &= 23,79 \%
 \end{aligned}$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (20 %) maka pabrik *Khitosan* layak untuk didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Pra rencana pabrik *Khitosan* ini diharapkan akan mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai dengan tujuan. Dari hasil produksi tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri yang pemakaiannya dari tahun ke tahun terus meningkat. Di samping itu diharapkan produksi *Khitosan* ini dapat menembus pasaran dunia sehingga akan menambah devisa negara dari nilai ekspor.

Bila ditinjau dari segi bahan baku, proses, peralatan proses, penggunaan, lokasi pabrik, organisasi perusahaan dan analisa ekonomi, perencanaan pabrik *Khitosan* ini layak untuk direalisasikan dengan rincian pertimbangan sebagai berikut :

A. Tinjauan dari segi teknis

Bila ditinjau dari segi teknis, proses pembuatan *Khitosan* ini adalah baik, disamping proses yang tidak rumit juga mempunyai kemurnian tinggi.

Pemilihan lokasi pabrik berdasarkan pada :

- ◆ Bahan baku mudah di dapat
- ◆ Persediaan air yang memadai
- ◆ Tenaga kerja yang cukup tersedia
- ◆ Tersedia sarana transportasi yang memadai, baik untuk pengangkutan bahan baku Khitin dan NaOH maupun produk *Khitosan* ($C_6H_{13}NO_5$)

B. Tinjauan dari segi ekonomi

Suatu analisa ekonomi sangat diperlukan untuk mengetahui layak tidaknya suatu pabrik untuk didirikan baik dalam rencana jangka pendek maupun jangka panjang.

Hasil analisa studi kelayakan ekonomi pabrik adalah:

- POT : 2 – 4 tahun
- ROI_{AT} : > bunga bank (20%)
- BEP : 40 – 60 %
- IRR : > Suku bunga bank (20%)

Hasil analisa ekonomi yang didapatkan adalah :

- ◆ POT : 2,07 tahun
- ◆ ROI_{AT} : 35,35 %
- ◆ BEP : 57,89 %
- ◆ IRR : 23,79 %

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Othmer, Kirk, *Chemical Engineering Processing*, 3rd edition, New York : John Willey & Sons. Inc, 1980
- (2) Badger, Walter L. and Julis T. Banchero, *Introduction to Chemical Engineering*, Mc. Graw Hill Book Company, Tokyo, 1985.
- (3) Faith, W.L., Keyes, D.B., and Clarck, R.L., *Industrial Chemical*, John Willey and Sons, New York, 1958.
- (4) Hesse, H.C., and Rushton, J.H., *Processes Equipment Design*, D. Van Nostrand Co. New Jersey, 1981.
- (5) Hougen, A. Olaf and Watson, K. M., *Chemical Process Principle*, 2nd Edition John Willey and Sons, Inc., New York, 1954.
- (6) Kirk, R.F., and D.F., Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Volume 14, John Willey and Sons Inc, New York, 1954.
- (7) Ludwig, Ernest E., *Design for Chemical and Petrochemical Plant*, Gulf Publishing Company, Houston, 1964.
- (8) Mc. Cabe Warren, Smith Julian, Harriot Peter, *Operasi Teknik Kimia*, jilid I, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia, 1994.
- (9) Mc. Cabe Warren, Smith Julian, Harriot Peter, *Operasi Teknik Kimia*, jilid II, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia, 1994.
- (10) Perry, Robert H., *Perry's Chemical Engineers Handbook*, 3th Edition, Mc. Grow Hill Company Inc., New York, 1987.
- (11) Perry, Robert H., *Perry's Chemical Engineers Handbook*, 6th Edition, Mc. Grow Hill Company Inc., New York, 1987
- (12) Perry, R.H and Green, DW, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th edition, Mc. Grow Hill Company Inc., New York, 1987
- (13) Vilbrandt, Frank C., Phd., and Charles E. Dryden Phd., *Chemical Engineering Plant Design*, Fourth Edition, Mc. Graw Hill Book Company, New York, 1959.
- (14) Warren Viessman, Jr , and Mark J. Hammer., *Water Supply and Pollution Control*, fifth editon, New York, 1993.

- (15) Ulrich, G.D., *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, New York : John Willey & Sons, Inc.
- (16) Van Ness.C.H, *Chemical Engineering Thermodynamic*, Tokyo : McGraw Hill Book Company
- (17) Brownell & Young. *Process Equipment Design*, John Willey & Sons, Inc, 1959
- (18) Brown, G.G, *Unit Operations*, Charless turtle Co., Tokyo, Japan, 1961
- (19) Peter S & Timmerhauss, *Plant Design & Economic to Chemical Engineering*, 4th Edition, Mc. Graw Hill, Singapore, 1991.
- (20) D.Q. Kern, *Process Heat Transfer*, Tokyo : McGraw Hill Book Company Japan, 1965
- (21) Sugiarto, *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, Universitas Indonesia Press, Jakarta, 1987.
- (22) NI Ketut Juli Puspasari, *Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil Dengan Koagulan Chitosan*, ITN Malang, 2005.
- (23) Suhardi. *Khitin dan Khitosan*, Pusat Antar Universitas Pangan dan gizi. PAU, Universitas Gajahmada, Yogyakarta. 1997
- (24) Abuzaytun, Reem and Shahidi, Fereidon, *Chitin, Chitosan and Co-Product: Chemistry, Production, Application and health effect*. Elsevier, 2005.
- (25) Meyers. S. P. No, H. K. Lee, K.S. *Isolation and Characterization of Chitin from Crawfish Shell Waste*. J. Agricfood Chem, 1989
- (26) Shahidi, Aplication of Chitin and Chitosan. *Trends in Food Science and Technology*. vol 10,1999
- (27) Biro Pusat Statistik, "Statistika Indonesia". Surabaya. 2010
- (28) Anonymous, Marganof@yahoo.com, *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat di Perairan*. 2011
- (29) Anonymous, *Pemanfaatan Limbah Cangkang Udang*, Karunia Wiji, S, 2009.

- (30) Anonymous, *Pelatihan pembuatan Chitosan dari limbah udang sebagai bahan pengawet alami untuk memperlama daya simpan makanan di Kelurahan pucangsawit*, <http://siskaela@blog.uns.ac.id>, Pratiwi, 2008
- (31) Anonymous, *Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Suhu pada proses Deasetilasi Chitin dari kulit udang*, Endang, W Mastuti, Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2009.
- (32) Harianingsih, *Pemanfaatan Limbah cangkang kepiting menjadi Khitosan sebagai pelapis (Coater) pada buah stroberi*, Thesis S-2, 2010.