

No : TA/TK/

**PRA RANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL DARI
ASETALDEHIDA DAN FORMALDEHIDA DENGAN
NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI
DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia**



Oleh:

**Nama : Satya Nugraha
NIM : 16521014**

**Nama: Rifqi Adrian
NIM : 16521028**

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
PERANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Satya Nugraha

Nama : Rifqi Adrian

NIM : 16521014

NIM : 16521028

Yogyakarta, 22 April 2021

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Satya Nugraha



Rifqi Adrian

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL DARI ASETALDEHIDA DAN FORMALDEHIDA DENGAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Satya Nugraha

Nama : Rifqi Adrian

NIM : 16521014

NIM : 16521028

Yogyakarta, 22 April 2021

Pembimbing 1



Ir. Sukirman, M.M.

NIP. 805210101

Pembimbing 2



Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.

NIP. 165210101

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA PERANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL DARI ASETALDEHIDA DAN FORMALDEHIDA DENGAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Oleh :

Nama: Satya Nugraha
NIM: 16521014

Nama: Rifqi adrian
NIM: 16521028

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam
Indonesia.

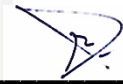
Yogyakarta, 27 Juni 2021

Tim Penguji,

Ketua : Ir.Sukirman, M.M

Anggota 1 : Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

Anggota 2 : Umi Rofiqah, S.T., M.T.



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi
NIK. 845210102

LEMBAR PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini kami persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan serta doa untuk kami.
2. Dosen Pembimbing, Bapak Sukirman, Ir., M.M. dan Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.
3. Ketua program studi dan seluruh dosen Jurusan Teknik Kimia FTI UII.
4. Teman-teman serta kakak tingkat Jurusan Teknik Kimia FTI UII.

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur senantiasa terucap atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya. Dengan segala pemberian-Nya itu, kita masih dapat merasakan betapa indahnyanya hidup ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda alam Nabi Agung Muhammad SAW. Semoga dengan kita bershalawat kepadanya, beliau dapat menolong kita di akhirat kelak. Aamiin.

Alhamdulillah rabbil 'alamiin, penyusun telah menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pentaeritritol dari Asetaldehida dan Formaldehida dengan Natrium Hidroksida sebagai media alkali dengan kapasitas 20.000 Ton/Tahun” ini. Susah senang telah penyusun lalui, dimulai dari penyusunan proposal, mencari bahan tugas akhir, mengerjakan setiap detail tugas akhir dan penyusunan laporan. Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun banyak dibantu oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penyusun yang selalu memberikan dukungan materi dan non-materi kepada penyusun, yang selalu menerima pengaduan dan keluhan kesah penyusun, serta yang selalu memberikan doa yang tak pernah terputus.

2. Keluarga penyusun yang turut serta dalam memberikan dukungan dan segala bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung.
3. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ir. Sukirman, M.M. selaku dosen pembimbing 1 dan Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang selalu sabar menghadapi mahasiswa bimbingannya.
7. Kakak tingkat dan alumni Teknik Kimia FTI UII yang senantiasa membagi pengalamannya kepada kami.
8. Teman-teman seperjuangan yang sama-sama berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

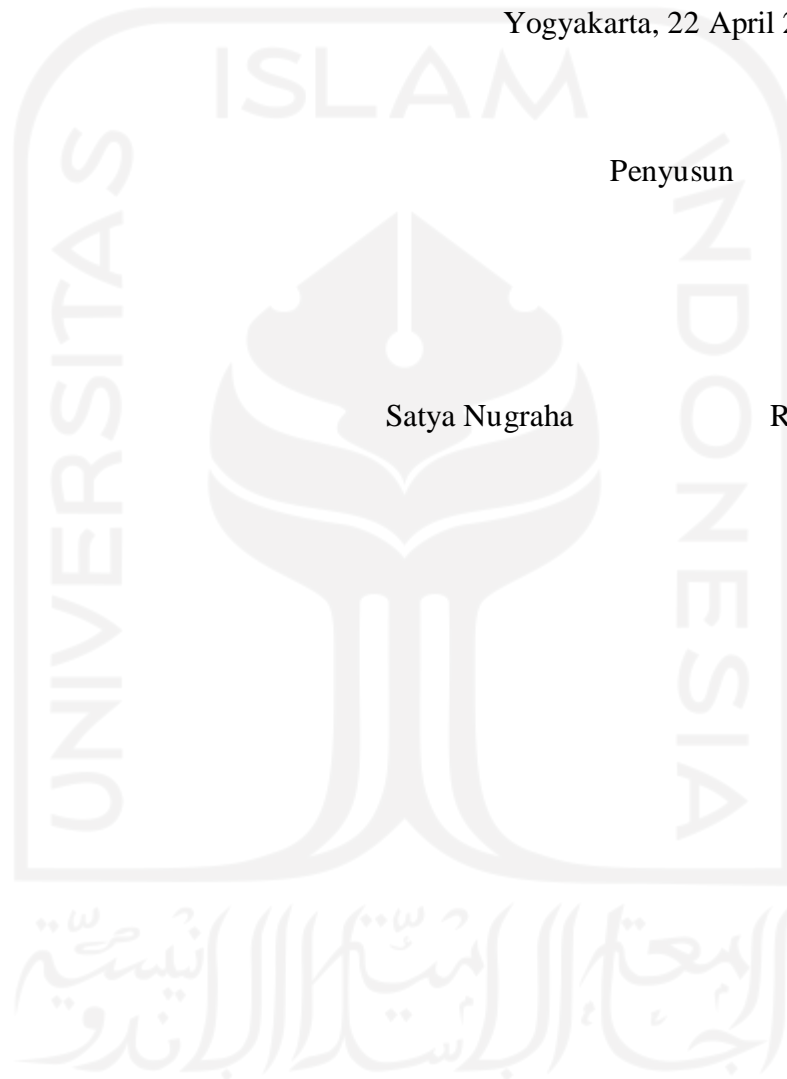
Semoga Allah SWT memberi keberkahan atas pertolongannya dan membalaskebaikan yang telah diberikan kepada penyusun.

Sebagai manusia yang tidak sempurna, penyusun memohon maaf apabila pembaca menemukan kesalahan dan kekhilafan di dalam laporan Tugas Akhir ini. Penyusun sangat memohon kritik dan saran yang dapat menjadi masukan bagi penyusun untuk membangun diri dan memperbaiki kesalahan tersebut. Atas kritik dan sarannya penyusun ucapkan terima kasih.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi yang membaca dan juga penyusun.

Wassalamu"alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 22 April 2021



Penyusun

Satya Nugraha

Rifqi Adrian

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TINJAUAN PUSTAKA	5
1.2.1 PEMILIHAN PROSES	6
1.2.2 POTENSIAL EKONOMI	8
1.2.3 KINETIKA	10
BAB II PERANCANGAN PRODUK	
2.1 SPESIFIKASI PRODUK	11
2.1.1 PENTAERITRITOL	11
2.1.2 NATRIUM FORMAT	11
2.2 SPESIFIKASI BAHAN BAKU	12
2.2.1 FORMALDEHIDA 37%	12
2.2.2 ASETALDEHIDA	13
2.2.3 NATRIUM HIDROKSIDA	13
2.2.4 ASAM FORMAT	14
2.3 PENGENDALIAN PRODUKSI	14
2.3.1 PENGENDALIAN KUALITAS	15
2.3.2 PENGENDALIAN KUANTITAS	16
BAB III PERANCANGAN PROSES	
3.1 URAIAN PROSES	17
3.2 SPESIFIKASI ALAT	18

3.2.1 <i>Mixer</i> (M-01).....	18
3.2.2 Reaktor (R-01).....	19
3.2.3 Neutralizer (N-01)	20
3.2.4 Evaporator (EV-01)	21
3.2.5 <i>Centrifuge</i> (CF-01)	23
3.2.6 <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	23
3.2.7 <i>Crystallizer</i> (CR-01)	24
3.2.8 <i>Rotary Dryer</i> (RD-02)	25
3.2.9 Tangki Penyimpan Asetaldehida (T-01).....	25
3.2.10 Tangki Penyimpan Formaldehida (T-02).....	26
3.2.11 <i>Bin Hooper</i> Penyimpan Sodium Hidroksida (BH-01)	27
3.2.12 Tangki Penyimpan Asam Format (T-03)	28
3.2.13 Silo Penyimpan Natrium Format (S-01)	29
3.2.14 Silo Penyimpan Pentaeritritol (S-02).....	30
3.2.15 <i>Belt Conveyor</i> Sodium Hidroksida (BC-01).....	30
3.2.16 <i>Belt Conveyor</i> Natrium Format (BC-02).....	31
3.2.17 <i>Belt Conveyor</i> Sodium Format (BC-03).....	31
3.2.18 <i>Belt Conveyor</i> Pentaeritritol (BC-04)	32
3.2.19 <i>Bucket Elevator</i> Natrium Format (BE-01)	32
3.2.20 <i>Belt Conveyor</i> Pentaeritritol (BC-05)	33
3.2.21 <i>Bucket Elevator</i> Pentaeritritol (BE-02).....	34
3.2.22 <i>Heater</i> (HE-01).....	34
3.2.23 <i>Heater</i> (HE-02).....	35
3.2.24 <i>Heater</i> (HE-03).....	36
3.2.25 <i>Heater</i> (HE-04).....	37
3.2.26 <i>Heater</i> (HE-05).....	37
3.2.27 <i>Cooler</i> (CL-01).....	38
3.2.28 Pompa (P-01).....	39
3.2.29 Pompa (P-02).....	40
3.2.30 Pompa (P-03).....	41
3.2.31 Pompa (P-04).....	42
3.2.32 Pompa (P-05).....	43
3.2.33 Pompa (P-06).....	44
3.2.34 Pompa (P-07).....	45
3.2.35 <i>Expansion Valve</i> (E-01)	45
3.2.36 <i>Blower</i> (BL-01)	46

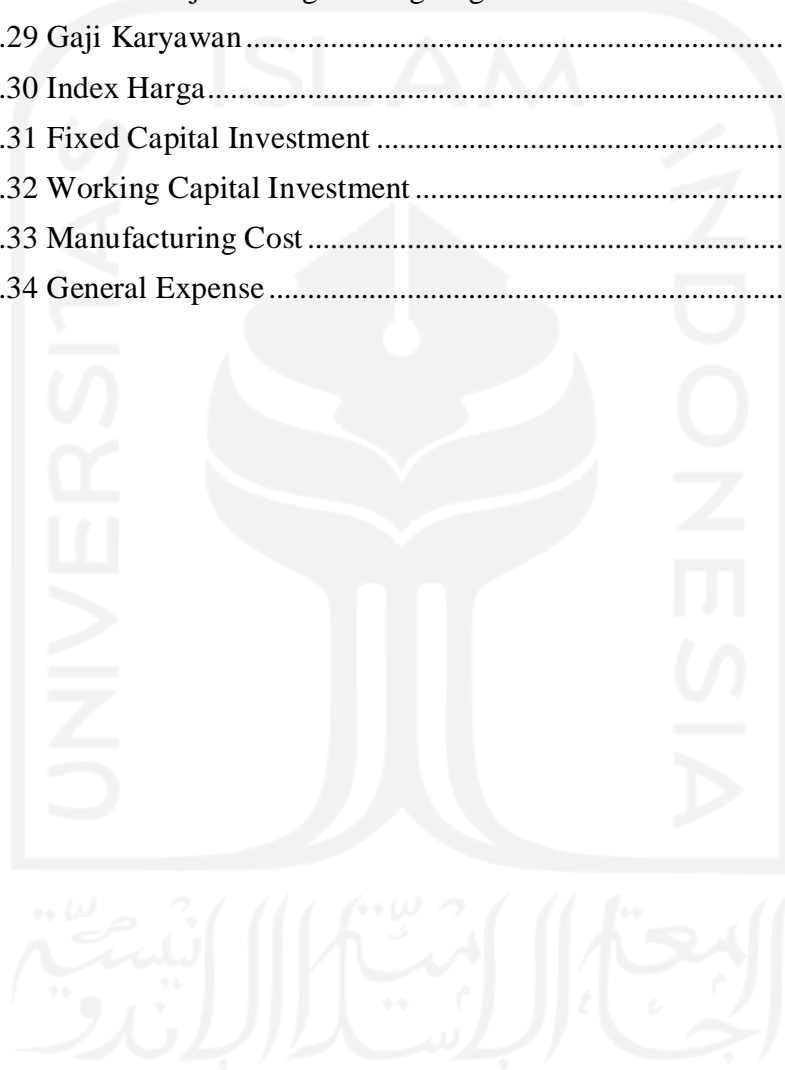
3.2.37 <i>Fan</i> (F-01).....	47
3.3 PERENCANAAN PRODUKSI.....	47
3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan baku.....	47
3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses.....	48
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	
4.1 LOKASI PABRIK.....	49
4.1.1 Faktor Primer.....	50
4.1.2 Faktor Sekunder.....	51
4.2 TATA LETAK PABRIK.....	52
4.3 TATA LETAK ALAT PROSES.....	56
4.4 ALIR PROSES DAN MATERIAL.....	58
4.4.1 Neraca Massa.....	58
4.4.1.1 Neraca Massa Total.....	58
4.4.1.2 Neraca Massa Per Alat.....	59
4.4.2 Neraca Panas.....	62
4.5 PELAYANAN TEKNIK (UTILITAS).....	68
4.5.1 Unit Pengadaan Air dan Pengolahan Air.....	68
4.5.1.1 Unit Pengadaan Air.....	68
4.5.1.2 Unit Pengolahan Air.....	70
4.5.1.3 Kebutuhan Air.....	78
4.5.2 Unit Pengadaan Steam.....	80
4.5.3 Unit Pengadaan Listrik.....	81
4.5.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	84
4.5.5 Unit Pengadaan Udara Dingin.....	84
4.5.6 Unit Pengolahan Limbah.....	85
4.5.7 Spesifikasi Alat Utilitas.....	85
4.6 ORGANISASI PERUSAHAAN.....	113
4.6.1 Bentuk Organisasi Perusahaan.....	113
4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	115
4.6.3 Tugas dan Wewenang.....	119
4.6.3.1 Pemegang Saham.....	119
4.6.3.2 Dewan Komisaris.....	119
4.6.3.3 Dewan Direksi.....	119
4.6.3.4 Staff Ahli.....	121
4.6.3.5 Kepala Bagian.....	121
4.6.3.6 Kepala Seksi.....	125

4.6.3.7 Status Karyawan	126
4.6.4 Jabatan dan Keahlian.....	126
4.6.5 Jumlah Karyawan.....	128
4.6.6 Pembagian Jam Kerja.....	131
4.6.6.1 Karyawan Non Shift.....	131
4.6.6.2 Karyawan <i>Shift</i>	132
4.6.7 Ketenagakerjaan.....	134
4.6.7.1 Cuti Tahunan.....	134
4.6.7.2 Hari Libur Nasional	134
4.6.7.3 Kerja Lembur	134
4.6.7.4 Sistem Gaji Pegawai	134
4.6.8 Fasilitas Karyawan	136
4.7 EVALUASI EKONOMI	138
4.7.1 <i>Capital Investment</i>	141
4.7.1.1 <i>Fixed Capital Investment</i>	141
4.7.1.2 <i>Working Capital Investment</i>	142
4.7.2 <i>Total Production Cost</i>	143
4.7.2.1 <i>Manufacturing Cost</i>	143
4.7.2.2 <i>General Expense</i>	144
4.7.3 Analisa Keuntungan	145
4.7.4 Analisa Kelayakan.....	145
4.7.4.1 <i>Return on Investment (ROI)</i>	145
4.7.4.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	146
4.7.4.3 <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)</i>	146
4.7.4.4 <i>Break Even Point (BEP)</i>	147
4.7.4.5 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	148
BAB V PENUTUP	
5.1 KESIMPULAN	149
5.2 SARAN	150
DAFTAR PUSTAKA	151
LAMPIRAN	154

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Impor pentaeritritol tahun 2014-2018	2
Tabel 1.2 Kebutuhan pentaeritritol di wilayah Asia	4
Tabel 1.3 Kapasitas Pabrik Pentaeritritol Yang Telah Berdiri	5
Tabel 1.4 Pertimbangan pemilihan metode yang digunakan.....	9
Tabel 3.1 Shell tiap course plate tangki (T-01)	26
Tabel 3.2 Shell tiap course plate tangki (T-02)	27
Tabel 3.3 Shell tiap course plate tangki (T-03)	29
Tabel 3.4 Kebutuhan bahan baku	48
Tabel 4.1 Rincian luas tanah dan bangunan pabrik pentaeritritol	54
Tabel 4.2 Neraca Massa Total	58
Tabel 4.3 Neraca Massa Mixer-01	59
Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor-01	59
Tabel 4.5 Neraca Massa Neutralizer-01	60
Tabel 4.6 Neraca Massa Evaporator-01	60
Tabel 4.7 Neraca Massa Centrifuge-01.....	61
Tabel 4.8 Neraca Massa Rotary Dryer-01	61
Tabel 4.9 Neraca Massa Crystallizer-01	62
Tabel 4.10 Neraca Massa Rotary Dryer-02	62
Tabel 4.11 Neraca Panas Mixer-01	63
Tabel 4.12 Neraca Panas Reaktor-01	63
Tabel 4.13 Neraca Panas Neutralizer-01	63
Tabel 4.14 Neraca Panas Evaporator-01	64
Tabel 4.15 Neraca Panas Centrifuge-01	64
Tabel 4.16 Neraca Panas Rotary Dryer-01	64
Tabel 4.17 Neraca Panas Crystallizer-01	65
Tabel 4.18 Neraca Panas Rotary Dryer-02	65
Tabel 4.19 Kebutuhan Air Untuk Pendingin	78
Tabel 4.20 Kebutuhan Air Untuk Steam.....	79
Tabel 4.21 Kebutuhan Air Domestik	80
Tabel 4.22 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses.....	82

Tabel 4.23 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Utilitas	83
Tabel 4.24 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Lain	84
Tabel. 4.25 Jabatan dan Keahlian	127
Tabel. 4.26 Jumlah Operator	129
Tabel. 4.27 Jumlah Karyawan	130
Tabel 4.28 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu	133
Tabel 4.29 Gaji Karyawan	135
Tabel 4.30 Index Harga	140
Tabel 4.31 Fixed Capital Investment	142
Tabel 4.32 Working Capital Investment	143
Tabel 4.33 Manufacturing Cost	144
Tabel 4.34 General Expense	145



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Impor pentaeritritol tahun 2014-2018	3
Gambar 1.2 Struktur kimia pentaeritritol	6
Gambar 4.1 Lokasi pendirian pabrik	49
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik Pentaeritritol	55
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses	58
Gambar 4.4 Diagram Kualitatif	66
Gambar 4.5 Diagram Kuantitatif	67
Gambar 4.6 Diagram Alir Utilitas	77
Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan	118
Gambar 4.8 Grafik Index Harga	141
Gambar 4.9 Grafik BEP	148

ABSTRAK

Pada saat ini bahan baku pentaeritritol digunakan sebagai pembuatan *surface coating* dan sebagai bahan baku cat dengan keunggulan seperti kecepatan pengeringan, mempunyai daya tahan yang baik dan tahan terhadap air dan alkali. Selain itu, pentaeritritol juga dipergunakan dalam berbagai produksi seperti pernis, tinta cetak dan bahan perekat lainnya. Pabrik direncanakan didirikan di kawasan industri Surabaya. Pabrik pentaeritritol dari asetaldehida, formaldehida dan natrium hidroksida sebagai media alkali dirancang dengan kapasitas 20.000 ton/tahun. Pabrik beroperasi secara kontinyu selama 330 hari / tahun. Proses pembuatan pentaeritritol dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Demi menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyediaan air pendingin sebesar 115.139,353 kg/jam, listrik yang diperlukan sebesar 268,860 KW. Bahan bakar yang dibutuhkan sebesar 176,288 L/jam serta laboratorium. Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dibutuhkan modal tetap Rp 206.967.607.859 dan modal kerja Rp 555.401.537.076. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 51.060.734.457 per tahun, setelah dipotong pajak 50 % keuntungan mencapai Rp 25.530.367.229 per tahun. Analisis kelayakan ini memberikan hasil bahwa *Percent return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 24,67% dan setelah pajak sebesar 12,34%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 3 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 4,69 tahun. *Break Event Point* (BEP) sebesar 46,91% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,55%. Berdasarkan data – data di atas maka pabrik pentaeritritol dari asetaldehida, formaldehida dan natrium hidroksida sebagai media alkali perlu dipertimbangkan untuk dikaji lebih lanjut.

Kata-kata kunci : Pentaeritritol, Asetaldehida, Formaldehida, RATB

ABSTRACT

Nowadays pentaerythritol is used as a raw material for surface coating and as a paint raw material with advantages such as drying speed, good durability and resistance to water and alkali. In addition, pentaerythritol is also used in various products such as varnish, printing ink and other adhesives. The factory is planned to be established in the industrial area of Surabaya. The pentaerythritol plant from acetaldehyde, formaldehyde and sodium hydroxide as an alkaline medium is designed with a capacity of 20,000 tons / year. The plant operates continuously for 330 days / year. The process of making pentaerythritol is carried out in a stirred tank flow reactor (RATB). In order to support the production process, a support unit was established, namely a cooling water supply unit of 115,139,353 kg / hour, the electricity required was 268,860 KW. The required fuel is 176,288 L / hour as well as a laboratory. From the economic analysis carried out on this factory, it requires a fixed capital of Rp. 206,967,607,859 and a working capital of Rp. 555,401,537,076. Profits before tax amounted to Rp.51,060,734,457 per year, after being deducted by 50% tax, the profits reached Rp.25,530,367,229 per year. This feasibility analysis shows that the percentage of return on investment (ROI) before tax is 24.67% and after tax is 12.34%. Pay Out Time (POT) before tax is 3 years, while after tax is 4.69 years. Break Event Point (BEP) of 46.91% and Shut Down Point (SDP) of 30.55%. Based on the data above, the pentaerythritol plant from acetaldehyde, formaldehyde and sodium hydroxide as alkaline media needs to be considered for further study.

Key words: Pentaerythritol, Acetaldehyde, Formaldehyde, RATB

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Salah satu industri kimia yang mempunyai kegunaan yang penting dan peluang yang besar di masa mendatang adalah Pentaerythritol atau tetramethylolmethane $[C(CH_2OH)_4]$. Pentaerythritol mulai diproduksi secara komersial pada tahun 1930, di mana beberapa perusahaan di Amerika Serikat memproduksi pentaerythritol untuk digunakan pada pembuatan PETN (pentaerythritol tetranitrate atau $C_5H_8N_4O_{12}$). Selama perang dunia kedua produk PETN cukup berkembang, namun sekarang sebagian besar produksi pentaerythritol digunakan untuk bahan baku alkyd resin. Sementara sektor lain yang menggunakan pentaerythritol sebagai bahan bakunya yaitu industri *polyester*, *polyether*, sebagai *plasticizer*, bahan pelumas buatan, resin pentene, *synthetic dry oil*, farmasi, insektisida, dan industri cat.

Pada tahun 1882, awalnya pentaeritritol ditemukan sebagai produk samping dari reaksi antara barium hidroksida dengan formaldehida tidak murni. Akan tetapi, beberapa tahun kemudian, tahun 1891, ditemukan bahwa pengotornya adalah asetaldehida, yang terkondensasi dengan formaldehida dalam kondisi basa (Maity, 2009).

Industri atau pabrik pentaeritritol belum pernah didirikan di Indonesia. Padahal, jumlah impor pentaeritritol di Indonesia cukup tinggi dan diperkirakan

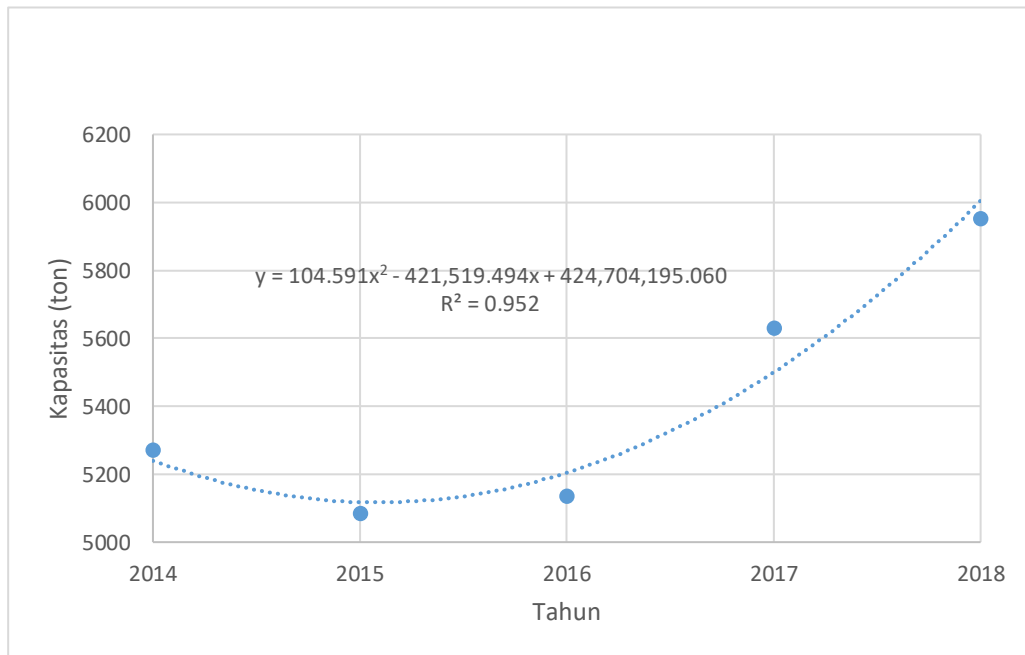
akan terus meningkat dikarenakan semakin berkembangnya industri pemakai pentaeritritol. Ada beberapa industri kimia lain di Indonesia yang membutuhkan pentaeritritol sebagai bahan bakunya. Sehingga, industri kimia yang membutuhkan pentaeritritol tersebut harus mengimpor bahan bakunya. Selain di Indonesia, negara-negara tetangga di Asia juga cukup banyak yang membutuhkan pentaeritritol. Artinya, pembangunan pabrik pentaeritritol di Indonesia dapat membantu memenuhi kebutuhan negara Indonesia dan juga negara-negara tetangga.

Prediksi kapasitas pabrik salah satunya diambil berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai impor pentaeritritol di Indonesia. Impor pentaeritritol di Indonesia dari tahun ke tahun dapat dilihat pada Tabel 1.1 atau Gambar 1.1.

Tabel 1.1 Impor pentaeritritol tahun 2014-2018

No	Tahun	Impor (ton)
1	2014	5269,261
2	2015	5083,862
3	2016	5133,349
4	2017	5628,687
5	2018	5952,499

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)



Gambar 1.1 Impor pentaeritritol tahun 2014-2018

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Untuk menghitung kebutuhan impor pentaeritritol di Indonesia pada beberapa tahun yang akan datang, maka dapat digunakan persamaan polinomial orde 2 pada persamaan (1.1).

$$y = ax^2 + bx + c \quad \dots (1.1)$$

Keterangan :

y = kebutuhan impor pentaeritritol di Indonesia,

x = tahun ke-

a = gradien,

b = intercept,

c = konstanta.

Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka diketahui kebutuhan impor pentaeritritol di Indonesia pada tahun 2025 atau tahun ke-12 adalah :

$$y = (104,591 \times (2025)^2) - (421519,494 \times 2025) + 424704195,060$$

$$y = 15689,085 \text{ ton/tahun}$$

Selain melihat kebutuhan impor pentaeritritol di Indonesia pada tahun mendatang, perlu diperhatikan pula kebutuhan pentaeritritol di luar Indonesia terutama wilayah Asia.

Tabel 1.2 Kebutuhan pentaeritritol di wilayah Asia

No	Negara	Tahun Ke / berat (ton)				
		2014	2015	2016	2017	2018
1	India	14779.66	17919.79	20215.27	16587.02	19442.13
2	Jepang	2304.63	2033.48	2347.97	9946.64	11410.29
3	Malaysia	4826.71	4579.03	4819.26	4958.59	6258.4

Dapat dilihat dari tabel bahwa kebutuhan pentaeritritol di berbagai negara Asia dalam waktu enam tahun terakhir masih sangat banyak, terutama di negara India yang jika ditotal pada 6 tahun terakhir berjumlah 88943.87 ton.

Dari data tersebut bisa diasumsikan bahwa membangun pabrik pentaeritritol di Indonesia menjadi proyeksi untuk industri di masa depan, hasil produksi dari pabrik yang berada di Indonesia memiliki kesempatan untuk menjual hasil produknya dengan cara mengekspor hasil tersebut ke berbagai negara yang berada di asia.

Dengan melihat kebutuhan pentaeritritol baik di dalam maupun di luar

negeri dan juga perhitungan dengan *supply and demand*, maka besarnya kapasitas pabrik pentaeritritol yang direncanakan adalah sebesar 20.000 ton/tahun.

Kapasitas pabrik pentaeritritol yang pernah berdiri adalah berkisar antara 5.000-36.000 ton/tahun (www.icis.com), sebagaimana terdapat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Kapasitas Pabrik Pentaeritritol Yang Telah Berdiri

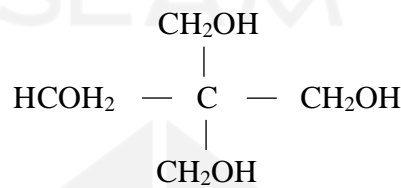
No	Negara	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
1	Ankleshwar, India	Kanoria Chemicals & Industries	5000
2	Hengyang, China	Hunan Hengyang Sanhua	13000
3	Gemlik-Bursa, Turkey	MKS Marmara Entegre Kimya	17000
4	Perstorp, Sweden	Perstorp	27000
5	Bruchhausen, Germany	Perstorp	36000

Pendirian pabrik pentaeritritol di Indonesia diharapkan mampu mendorong kemandirian Indonesia untuk dapat memproduksi bahan-bahan sendiri tanpa bergantung pada negara lain. Selain itu, pendirian pabrik ini juga diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap sosial dan ekonomi negara Indonesia. Dalam artian, pendirian pabrik ini diharapkan dapat menekan tingkat pengangguran yang ada di Indonesia serta meningkatkan kesejahteraan sosial dan juga dapat meningkatkan devisa negara.

1.2 TINJAUAN PUSTAKA

Pentaeritritol merupakan senyawa kristal putih dan tidak berbau yang

mempunyai rumus kimia $C_5H_{12}O_4$ dengan struktur kimia seperti pada Gambar 1.2. Senyawa ini mempunyai titik leleh cukup tinggi, yaitu berkisar pada suhu $262^\circ C$ dan bersifat higroskopis. Senyawa pentaerythritol larut dalam air, sedangkan kelarutannya pada cairan organik sangat terbatas dan tidak larut dalam pelarut ether.



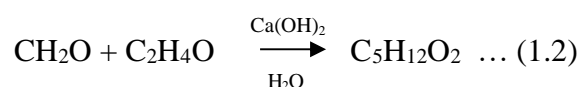
Gambar 1.2 Struktur kimia pentaeritritol

1.2.1 PEMILIHAN PROSES

Ada dua cara memproduksi pentaeritritol yaitu:

1. Pentaeritritol dengan Kalsium Hidroksida sebagai media alkali.
2. Pentaeritritol dengan Natrium Hidroksida sebagai media alkali.

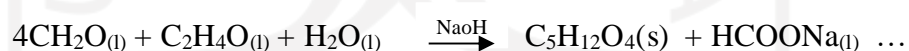
Metode pertama yang digunakan yaitu bahan baku formaldehid, asetaldehid dan kalsium hidroksida sebagai media alkalinya dengan perbandingan yang tetap. Kondisi operasi pada proses ini tidak boleh melebihi atau dijaga agar tetap pada $50^\circ C$, karena reaksi samping cepat terjadi. Waktu yang dibutuhkan untuk reaksi ini di dalam tangki reaktor adalah selama 2 jam dengan yield hasil 80 %. Jenis reaktor yang digunakan adalah tangki berpengaduk (*stirred tank reactor*).



Endapan yang terjadi disaring didalam centrifuge. Filtrat hasil

penyaringan kemudian dipekatkan dalam evaporator. Dari sini larutan yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam dryer. Produk dari dryer siap untuk dikemas. Kristal dalam proses ini warnanya tidak putih karena produk reaksi samping, sehingga perlu proses pemurnian lebih lanjut. Proses ini membutuhkan lebih banyak alat yang digunakan. Hal ini menyebabkan meningkatnya biaya kebutuhan alat sehingga proses ini tidak ekonomis. (sumber www.organicssynthesis.com)

Metode kedua yang digunakan yaitu bahan baku formaldehid, asetaldehid dan natrium hidroksida sebagai media alkalinya. Reaktor yang bekerja secara kontinyu dimana metode terbaik adalah dengan memasukkan secara bersamaan ketiga bahan baku tersebut. Perbandingan mol formaldehid : asetaldehid : natrium hidroksida adalah 4,5 : 1 : 1,2. Kondisi reaktor berpengaduk adalah 30°C dan 2 atm, dimana reaksi berlangsung dalam fase cair. Reaksi pembentukan pentaeritritol yang terjadi adalah :



(1.3)

Konversi atas dasar CH_3CHO adalah 90%, karena reaksinya berjalan eksotermis maka agar suhu reaktor tetap perlu ditambahkan pendingin.

Natrium hidroksida sisa reaksi dinetralkan dengan asam format, karena kelarutan natrium hidroksida yang sangat besar sehingga bila tidak dinetralkan akan menyulitkan proses evaporasi. Sodium hidroksida ditambahkan ke dalam larutan formaldehida, kemudian asetaldehida

ditambahkan secara perlahan dengan disertai pengadukan. Hasil keluaran dari reaktor kemudian ditambah dengan asam untuk menetralkan sisa alkali yang berupa sodium hidroksida. Larutan tersebut kemudian di evaporasi dan dipisahkan antara produk utama dengan produk sampingnya yang berupa sodium format. Sedangkan produk utama akan dikristalisasi dan dikeringkan menjadi padatan pentaerythritol. (Faith dan Keyes, 1957)

(Sumber : Patten US2818442A)

1.2.2 POTENSIAL EKONOMI

Dengan melihat reaksi untuk memproduksi pentaeritritol, maka dapat diketahui besarnya potensial ekonomi sebagai berikut :

1. Metode Pertama

$$\begin{aligned}
 PE &= (\text{Massa} \times \text{Harga}) \text{ produk} - (\text{Massa} \times \text{Harga}) \text{ reaktan} \\
 &= [(\text{Massa} \times \text{Harga}) \text{ pentaeritritol} + (\text{Massa} \times \text{Harga}) \text{ natrium} \\
 &\quad \text{format}] - [(\text{Massa} \times \text{Harga}) \text{ formaldehida} + (\text{Massa} \times \text{Harga}) \\
 &\quad \text{asetaldehida} + (\text{Massa} \times \text{Harga}) \text{ natrium hidroksida}] \\
 &= [(1 \text{ ton} \times 1,5100 \text{ US\$/ton}) + (0,48 \text{ ton} \times 300 \text{ US\$/ton})] - [(1,10 \text{ ton} \\
 &\quad \times 400 \text{ US\$/ton}) + (0,40 \text{ ton} \times 1,500 \text{ US\$/ton}) + (0,26 \text{ ton} \times 600 \\
 &\quad \text{US\$/ton})] \\
 &= \text{US\$ } 448,419
 \end{aligned}$$

2. Metode Kedua

$$PE = (\text{Massa} \times \text{Harga}) \text{ produk} - (\text{Massa} \times \text{Harga}) \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned}
&= [(Massa \times Harga) \text{ pentaeritritol} + (Massa \times Harga) \text{ natrium format}] - [(Massa \times Harga) \text{ formaldehida} + (Massa \times Harga) \text{ asetaldehida} + (Massa \times Harga) \text{ natrium hidroksida}] \\
&= [(1 \text{ ton} \times 1,5100 \text{ US\$/ton}) + (0,5 \text{ ton} \times 450 \text{ US\$/ton})] - [(0,98 \text{ ton} \times 400 \text{ US\$/ton}) + (0,36 \text{ ton} \times 1,500 \text{ US\$/ton}) + (0,33 \text{ ton} \times 350 \text{ US\$/ton})] \\
&= \text{US\$ } 689,248
\end{aligned}$$

Tabel 1.4 Pertimbangan pemilihan metode yang digunakan

	Metode Pertama	Metode Kedua
Kondisi Operasi	Dijaga tetap 50°C	Suhu 30°C, tekanan 2 atm
Yield	80%	90%
Perhitungan	US\$ 448,419	US\$ 689,248
Ekonomi		

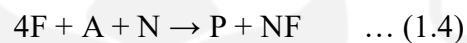
Metode yang akan dipilih dalam pembuatan pentaeritritol berdasarkan pada beberapa hal yang memiliki nilai keuntungan yang lebih, maka metode kedua pun menjadi pilihan (Maity, 2009), karena :

1. Jauh lebih mudah dalam mengubah ion sodium menjadi sodium format
2. Yield yang di dapat berkisar 85-90%
3. Produk samping berupa sodium format dapat memiliki banyak manfaat, diantaranya sebagai bahan pemutih, pelumas, pengatur

viskositas, serta dapat juga digunakan sebagai bahan pembuat asam format.

Berdasarkan perhitungan potensial ekonomi dalam memproduksi pentaeritritol dari formaldehida dan asetaldehida dengan hasil samping berupa sodium format, dapat diketahui bahwa proses tersebut dapat menghasilkan profit yang cukup tinggi. Maka, proses tersebut layak untuk dijalankan.

1.2.3 KINETIKA



Dimana, F = formaldehida, A = asetaldehida, N = natrium hidroksida, P = pentaeritritol, dan NF = natrium format.

Reaksi pembuatan pentaeritritol merupakan reaksi orde 3 terhadap asetaldehida dengan nilai konstanta kecepatan reaksi sebagai berikut :

$$k = 1,82 \cdot 10^{17} \exp \left(-\frac{22800}{RT} \right) L^2 mol^{-2} jam^{-1} \quad (\text{Peter \& Cupit, 1958})$$

dengan :

k = konstanta kecepatan reaksi

R = tetapan gas

T = suhu

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 SPESIFIKASI PRODUK

2.1.1 PENTAERITRITOL

SIFAT FISIS

Rumus kimia	: $C_5H_{12}O_4$
Fasa	: Kristal
Berat molekul	: 136,15 gram/mol
Titik didih	: 276 °C (1 atm)
Titik leleh	: 262 °C (1 atm)
Kelarutan (air)	: 5,6 gram/100 gram
Kelarutan (alkohol)	: Sangat sedikit larut
Kelarutan (ether)	: Tidak dapat larut
Konsentrasi	: 98%

(Perry, 1997)

2.1.2 NATRIUM FORMAT

SIFAT FISIS

Rumus kimia	: $HCOONa$
Fasa	: Padat (sciencelab, 2018)
Warna	: Putih
Berat molekul	: 68,01 gram/mol

Titik leleh	: 253°C
Spesific gravity	: 1,919
Kelarutan (air dingin)	: 44 gram/100 gram (0°C)
Kelarutan (air panas)	: 160 gram/100 gram (100°C)
Kelarutan (pelarut lain)	: Sedikit larut dalam etil alkohol, tidak larut dalam etil eter
Konsentrasi	: 92%
(Perry, 1997)	

2.2 SPESIFIKASI BAHAN BAKU

2.2.1 FORMALDEHIDA 37%

SIFAT FISIS

Rumus kimia	: CH ₂ O
Fasa	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 30,02 gram/mol
Titik didih	: -19,3°C
Titik leleh	: -117°C
Densitas	: 1,08 gram/mL
Kelarutan (air dingin)	: Mudah larut
Kelarutan (air panas)	: Mudah larut
Kelarutan (pelarut lain)	: Larut dalam dietileter, alkohol, aseton
(Sciencelab, 2018)	

2.2.2 ASETALDEHIDA

SIFAT FISIS

Rumus kimia	: C_2H_4O
Fasa	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 44,05 gram/mol
Titik didih	: $20,2^{\circ}C$
Titik leleh	: $-123,5^{\circ}C$
Spesific gravity	: 0,783
Kelarutan	: <i>Infinitely</i> pada air, alkohol, eter
Konsentrasi	: 99%

(Perry, 1997)

2.2.3 NATRIUM HIDROKSIDA

SIFAT FISIS

Rumus kimia	: NaOH
Fasa	: Padat
Warna	: Putih
Berat molekul	: 40 gram/mol
Titik didih	: $1388^{\circ}C$
Titik leleh	: $323^{\circ}C$
Specific gravity	: 2,13
Kelarutan (air)	: Larut (eksoterm)

Kelarutan (pelarut lain) : Larut dalam etanol, metanol, dan gliserol

Konsentrasi : 98%

(LabChem, 2018)

2.2.4 ASAM FORMAT

SIFAT FISIS

Rumus kimia : CH_2O_2

Fasa : Cair

Warna : Tidak berwarna

Berat molekul : 46,03 gram/mol

Titik didih : $100,8^\circ\text{C}$

Titik leleh : $8,6^\circ\text{C}$

Spesific gravity : 1,220 gram/mL

Kelarutan : *Infinitely* pada air dan alkohol

Konsentrasi : 94%

(Perry, 1997)

2.3 PENGENDALIAN PRODUKSI

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan. Pengendalian ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di control room. Pengendalian ini

dilakukan dengan cara automatic control yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diset terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifik, yaitu nyala lampu, bunyi alarm dsb. Bila terjadi penyimpangan maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau set semula baik secara manual atau otomatis. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu kontrolasi seperti *Level Controler*, *Temperature Controler*, *Pressure Controler*, *Weight Controler* dan lain-lain.

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

2.3.1 PENGENDALIAN KUALITAS

Dalam proses produksi suatu pabrik diperlukan adanya suatu unit yang berfungsi untuk mengontrol dan mengendalikan kondisi bahan baku hingga produknya. Pengontrolan ini disebut dengan pengendalian kualitas yang dilakukan oleh Laboratorium.

Laboratorium ini bertugas untuk :

a) Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier.

b) Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan

Pengendalian kualitas produk dilakukan dengan tujuan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan perencanaan semula sehingga memenuhi kebutuhan konsumen.

c) Melakukan riset atau penelitian yang kaitannya dengan proses produksi

d) Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada limbah pabrik.

2.3.2 PENGENDALIAN KUANTITAS

Pengendalian kuantitas produksi dilakukan dengan tujuan agar jumlah produksi sesuai dengan perencanaan semula. Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 URAIAN PROSES

Natrium hidroksida 98% dilarutkan dengan menggunakan air di dalam mixer dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Natrium hidroksida yang sudah larut dalam mixer kemudian dimasukkan ke dalam reaktor bersama dengan asetaldehida dan formaldehida pada suhu 45°C dan tekanan 2 atm. Hasil keluaran dari reaktor yaitu pentaeritritol, natrium format, serta sisa bahan baku berupa formaldehida, asetaldehida, dan larutan natrium hidroksida yang kemudian diumpankan ke neutralizer. Di dalam neutralizer, natrium hidroksida akan dinetralkan dengan menggunakan asam format pada suhu 45°C dan tekanan 2 atm, proses di dalam neutralizer direaksikan hingga natrium hidroksida habis bereaksi. Setelah proses penetralan di neutralizer, semua bahan akan diumpankan ke evaporator untuk dipekatkan pada kondisi operasi suhu 105°C dan tekanan 1 atm. Hasil atas evaporator berupa formaldehida, asetaldehida dan air dalam bentuk uap, sedangkan hasil bawah evaporator adalah pentaeritritol dalam bentuk larutan dan natrium format dalam bentuk padatan. Hasil atas evaporator akan dialirkan ke unit pengelolaan lanjut, sedangkan hasil bawah evaporator akan dimasukkan ke dalam centrifuge untuk proses pemisahan kristal natrium format dari larutan pentaeritritol, proses ini berlangsung pada suhu 45°C dan tekanan 1 atm. Kemudian larutan pentaeritritol diumpankan ke *crystallizer*

pada suhu 20°C dan tekanan 1 atm untuk proses pengkristalan pentaeritritol. Kemudian, padatan pentaeritritol akan dikeringkan dalam rotary dryer pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm.

3.2 SPESIFIKASI ALAT

3.2.1 Mixer (M-01)

Fungsi	: Melarutkan padatan natrium hidroksida 98% menjadi larutan natrium hidroksida 50%
Jenis	: Tangki silinder tegak dengan tutup <i>torispherical head</i> dilengkapi dengan pengaduk
Kondisi Operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : 30°C
Spesifikasi	: Diameter : 3,05 m Tinggi : 4,88 m Tinggi Cairan : 4,12 m Tebal Shell : 5/8 in Tebal Head : 3/4 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: Carbon Steel SA-283 Grade C
Pengaduk	:
Jenis Pengaduk	: Flat Blade Turbine
Diameter Pengaduk	: 1,06 m
Lebar Pengaduk	: 0,26 m

Daya Pengaduk : 0,33 HP
 Jumlah Baffle : 4
 Lebar Baffle : 0,18 m
 Harga : \$ 12,033

3.2.2 Reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan asetaldehida, formaldehida, dan natrium hidroksida menjadi pentaeritritol dan natrium format
 Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk
 Katalis : Natrium hidroksida
 Kondisi Operasi : Tekanan : 2 atm
 Suhu : 45⁰C
 Spesifikasi : Inside Diameter : 2,72 m
 Outside Diameter : 2,73 m
 Tinggi : 4,08 m
 Tinggi Cairan : 4,06 m
 Tebal Shell : 5/16 in
 Tebal Head : 5/16 in
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : Stainless Steel SA-167 Grade 11 Type 316
 Pengaduk :
 Jenis Pengaduk : Flat Blade Turbine

Diameter Pengaduk : 0,91 m
 Lebar Pengaduk : 0,23 m
 Daya Pengaduk : 40 HP
 Jumlah Baffle : 4
 Lebar Baffle : 0,15 m
 Pendingin :
 Jenis : Jacket
 Tinggi Jacket : 5,17 m
 Lebar Jacket : 0,03 m
 Tebal Jacket : 5/16 in
 Harga : \$ 498,486

3.2.3 Neutralizer (N-01)

Fungsi : Menetralkan natrium hidroksida sisa reaksi dengan menggunakan asam format
 Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk
 Kondisi Operasi : Tekanan : 2 atm
 Suhu : 45 °C
 Spesifikasi : Inside Diameter (ID) : 1,13 m
 Outside Diameter (OD) : 1,14 m
 Tinggi : 2,01 m
 Tebal Shell : 3/16 in
 Tebal Head : 3/16 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless Steel SA-167 Grade 11 Type 304

Pengaduk :

Jenis Pengaduk : Turbin dengan 6 blade disk standar

Jumlah Pengaduk : 1

Diameter Pengaduk : 0,38 m

Lebar Pengaduk : 0,09 m

Daya Pengaduk : 3 HP

Jumlah Baffle : 4

Lebar Baffle : 0,03 m

Pendingin :

Jenis : Jacket

Tinggi Jacket : 1,13 m

Tebal Jacket : 3/16 in

Harga : \$ 324,862

3.2.4 Evaporator (EV-01)

Fungsi : Menguapkan air, asetaldehida dan formaldehida

Jenis : Long vertikal tube evaporator

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 105°C

Jumlah : 1

Dimensi Vessel Evaporator :

Diameter : 6,04 m

Tinggi : 9,06 m

Tebal Shell : 1/2 in

Tebal Head : 5/8 in

Dimensi Heat Exchanger :

Shell Side

Fluida Panas : Steam

ID Shell : 19 1/4 in

Pitch : 1 in

Pass : 1

Tube Side

Fluida Dingin : Umpan campuran pentaeritritol, natrium format, air, asetaldehida dan formaldehida

Jumlah Tube : 138

OD Tube : 3/4 in

BWG : 10

ID Tube : 0,58 in

Panjang Tube : 16 ft

Faktor Kekotoran :

Rd Min : 0,0010

Rd Terhitung : 0,0027

Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

Harga : \$ 414,945

3.2.5 Centrifuge (CF-01)

Fungsi	:	Memisahkan padatan natrium format dari evaporator sebelum diumpankan ke <i>Crystallizer</i>
Jenis	:	<i>Disk bowl centrifuge</i>
Kondisi Operasi	:	Tekanan : 1 atm Suhu : 45°C
Spesifikasi	:	Diameter : 0,18 m Daya Motor : 0,33 HP
Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	Carbon Steel SA-283 Grade C
Harga	:	\$ 28,207

3.2.6 Rotary Dryer (RD-01)

Fungsi	:	Mengurangi kadar air dari natrium format
Jenis	:	<i>Direct contact rotary dryer</i>
Kondisi Operasi	:	Tekanan : 1 atm Suhu : 80 °C
Spesifikasi	:	Diameter : 2,03 m Panjang : 8,75 m Tebal Shell : 3/16 in Kemiringan : 0,26 m/m Kecepatan Putar : 3,77 rpm Waktu Tinggal : 64 menit

Daya Motor : 10 HP
Jumlah : 1 buah
Bahan : Carbon Steel SA - 302 Grade D
Harga : \$171,763

3.2.7 Crystallizer (CR-01)

Fungsi : Mengkristalkan larutan pentaeritritol menjadi kristal pentaeritritol
Jenis : *Swenson-walker crystallizer*
Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 20 °C
Spesifikasi : Diameter : 0,51 m
Panjang : 6,10 m
Tinggi : 0,26 m
Tebal Dinding : 3/16 in
Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon Steel SA-285 Grade C

Pengaduk :

Jenis Pengaduk : Spiral agitator

Jumlah Pengaduk : 1

Diameter Pengaduk : 0,51 m

Panjang Pengaduk : 6,10 m

Daya Pengaduk : 1/6 HP

Harga : \$ 43,691

3.2.8 Rotary Dryer (RD-02)

Fungsi : Mengurangi kadar air dari pentaeritritol

Jenis : *Direct contact rotary dryer*

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 80°C

Spesifikasi : Diameter : 1,65 m

Panjang : 6,26 m

Tebal Shell : 3/16 in

Kemiringan : 0,08 m/m

Kecepatan Putar : 4,64 rpm

Waktu Tinggal : 10 menit

Daya Motor : 1,5 HP

Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon Steel SA - 302 Grade D

Harga : \$124,592

3.2.9 Tangki Penyimpan Asetaldehida (T-01)

Fungsi : Menyimpan larutan asetaldehida 99% untuk keperluan selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan tutup *dome* dan *flat bottom*

Fase : Cair

Jumlah : 1

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 30 °C

Spesifikasi : Diameter : 9,14 m
Tinggi : 7,31 m
Tebal Head : 3/16 in

Tabel 3.1 Shell tiap course plate tangki (T-01)

Plate	H (ft)	ts (in)	ts standard
1	24	0,023	3/16
2	18	0,021	3/16
3	12	0,018	3/16
4	6	0,015	3/16

Bahan : Carbon Steel SA-285 Grade C

Harga : \$ 89,183

3.2.10 Tangki Penyimpan Formaldehida (T-02)

Fungsi : Menyimpan larutan formaldehida 37% untuk keperluan selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan tutup *dome* dan *flat bottom*

Fase : Cair

Jumlah : 1

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Spesifikasi : Diameter : 13,72 m

Tinggi : 9,14 m

Tebal Head : 3/16 in

Tabel 3.2 Shell tiap course plate tangki (T-02)

Plate	H (ft)	ts (in)	ts standard
1	30	0,0367	3/16
2	25	0,0327	3/16
3	20	0,0286	3/16
4	15	0,0246	3/16
5	10	0,0205	3/16

Bahan : Carbon Steel SA-285 Grade C

Harga : \$ 210,545

3.2.11 Bin Hooper Penyimpan Sodium Hidroksida (BH-01)

Fungsi : Menyimpan natrium hidroksida padat selama 7 hari

Jenis : Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

	Suhu	: 30 °C
Spesifikasi	Diameter	: 4,57 m
	Tinggi	: 7,32 m
	Diameter Bukaan Bawah	: 0,03 m
	Tebal Shell	: 5/16 in
Jumlah	: 1 buah	
Bahan	: Carbon Steel SA - 283 Grade C	
Harga	: \$ 29,227	

3.2.12 Tangki Penyimpan Asam Format (T-03)

Fungsi	: Menyimpan larutan asam format untuk keperluan selama 7 hari
Jenis	: Tangki silinder tegak dengan tutup <i>Torispherical head and bottom</i>
Fase	: Cair
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi	Tekanan	: 1 atm
	Suhu	: 30 °C
Spesifikasi	Diameter	: 4,57 m
	Tinggi	: 7,31 m
	Tebal Head	: 3/16 in

Tabel 3.3 Shell tiap course plate tangki (T-03)

Plate	H (ft)	ts (in)	ts standard
1	24	0,0183	3/16
2	18	0,0168	3/16
3	12	0,0154	3/16
4	6	0,0139	3/16

Bahan : Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316
 Harga : \$ 10,803

3.2.13 Silo Penyimpan Natrium Format (S-01)

Fungsi : Menyimpan padatan natrium format sebelum masuk ke unit pengantongan selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan tutup *conical* 60⁰

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Spesifikasi : Diameter : 3,07 m

Tinggi : 6,14 m

Tebal Shell : 1/4 in

Tebal Head : 5/16 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C

Harga : \$ 69,210

3.2.14 Silo Penyimpan Pentaeritritol (S-02)

Fungsi	:	Menyimpan kristal pentaeritritol untuk keperluan selama 7 hari sebelum masuk ke unit pengantongan
Jenis	:	Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut
Kondisi Operasi	:	Tekanan : 1 atm Suhu : 30 °C
Spesifikasi	:	Diameter : 4,94 m Tinggi : 12,33 m Tebal Head : 7/16 in Tebal Shell : 5/16 in
Jumlah	:	1 buah
Bahan	:	Carbon Steel SA-283 Grade C
Harga	:	\$ 99,217

3.2.15 *Belt Conveyor* Sodium Hidroksida (BC-01)

Fungsi	:	Memindahkan padatan natrium hidroksida keluaran <i>Bin Hooper</i> ke <i>Mixer</i>
Jenis	:	<i>Close belt conveyor</i>
Kondisi Operasi	:	Tekanan : 1 atm Suhu : 30 °C
Spesifikasi	:	Lebar : 0,36 m Panjang : 3,05 m Daya Motor : 0,05 HP

Jumlah : 1 buah
Bahan : Carbon Steel SA-135 Grade A
Harga : \$ 39,850

3.2.16 *Belt Conveyor Natrium Format (BC-02)*

Fungsi : Memindahkan natrium format keluaran *Centrifuge*
ke *Rotary Dryer*
Jenis : *Close belt conveyor*
Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 30 °C
Spesifikasi : Lebar : 0,36 m
Panjang : 3,05 m
Daya Motor : 0,125 HP
Jumlah : 1 buah
Bahan : Carbon Steel SA-135 Grade A
Harga : \$ 39,850

3.2.17 *Belt Conveyor Sodium Format (BC-03)*

Fungsi : Memindahkan natrium format keluaran *Rotary*
Dryer ke *Bucket Elevator* untuk dibawa menuju Silo
Jenis : *Close belt conveyor*
Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 30 °C

Spesifikasi : Lebar : 0,36 m
Panjang : 3,05 m
Daya Motor : 0,125 HP

Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon Steel SA-135 Grade A

Harga : \$ 39,850

3.2.18 *Belt Conveyor* Pentaeritritol (BC-04)

Fungsi : Memindahkan pentaeritritol keluaran *Crystallizer*
ke *Rotary Dryer*

Jenis : *Close belt conveyor*

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Spesifikasi : Lebar : 0,36 m

Panjang : 3,05 m

Daya Motor : 0,125 HP

Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon Steel SA-135 Grade A

Harga : \$ 39,850

3.2.19 *Bucket Elevator* Natrium Format (BE-01)

Fungsi : Memindahkan natrium format dari *Belt Conveyor*
ke Silo

Jenis	: <i>Close bucket elevator</i>	
Kondisi Operasi	: Tekanan	: 1 atm
	: Suhu	: 30 °C
Spesifikasi	: Ukuran	: 6 x 4 x 4,25 in
	: Bucket Speed	: 225 ft/menit
	: Rpm Shaft	: 43 rpm
	: Tinggi	: 8 m
	: Daya Motor	: 0,083 HP
Kapasitas	: 2,5 ton/jam	
Jumlah	: 1 buah	
Bahan	: <i>Malleable-iron</i>	
Harga	: \$ 12,963	

3.2.20 *Belt Conveyor* Pentaeritritol (BC-05)

Fungsi : Memindahkan pentaeritritol dari *Rotary Dryer* ke *Bucket Elevator* untuk dibawa menuju Silo

Jenis	: <i>Close belt conveyor</i>	
Kondisi Operasi	: Tekanan	: 1 atm
	: Suhu	: 30 °C
Spesifikasi	: Lebar	: 0,36 m
	: Panjang	: 3,05 m
	: Daya Motor	: 0,125 HP
Jumlah	: 1 buah	

Bahan : Carbon Steel SA-135 Grade A

Harga : \$ 39,850

3.2.21 *Bucket Elevator* Pentaeritritol (BE-02)

Fungsi : Memindahkan pentaeritritol dari *Belt Conveyor* ke Silo

Jenis : *Close belt conveyor*

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Spesifikasi : Ukuran : 6 x 4 x 4,25 in

Bucket Speed : 225 ft/menit

Rpm Shaft : 43 rpm

Tinggi : 15 m

Daya Motor : 0,25 HP

Kapasitas : 2,83 ton/jam

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Malleable-iron*

Harga : \$ 18,605

3.2.22 *Heater* (HE-01)

Fungsi : Memanaskan fluida dari Tangki Penyimpan Formaldehida menuju Reaktor

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Beban Panas	: 367425,35 kJ/jam
Luas Transfer Panas	: 31,11 ft ²
Panjang	: 12 ft
Jumlah Hairpin	: 5
T in	: 30 °C
T out	: 45 °C
Rd	: 0,0067
Pressure Drop	:
Annulus	: 5,6312 psi
Inner Pipe	: 0,0415 psi
Bahan	: Carbon Steel SA-135 Grade A
Harga	: \$ 1,680

3.2.23 Heater (HE-02)

Fungsi	: Memanaskan fluida dari Tangki Penyimpanan Asetaldehida menuju Reaktor
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Beban Panas	: 134140,30 kJ/jam
Luas Transfer Panas	: 11,36 ft ²
Panjang	: 12 ft
Jumlah Hairpin	: 2
T in	: 30 °C
T out	: 45 °C

Rd : 0,0077

Pressure Drop :

Annulus : 0,4068 psi

Inner Pipe : 0,0055 psi

Bahan : Carbon Steel SA-135 Grade A

Harga : \$ 1,320

3.2.24 Heater (HE-03)

Fungsi : Memanaskan fluida dari Tangki Penyimpan
Asam Format menuju *Neutralizer*

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Beban Panas : 15212,64 kJ/jam

Luas Transfer Panas : 12,88 ft²

Panjang : 12 ft

Jumlah Hairpin : 2

T in : 30 °C

T out : 45 °C

Rd : 0,0971

Pressure Drop :

Annulus : 0,1139 psi

Inner Pipe : 0,0001 psi

Bahan : Carbon Steel SA-135 Grade A

Harga : \$ 1,320

3.2.25 Heater (HE-04)

Fungsi	: Memanaskan fluida dari <i>Mixer</i> menuju Reaktor
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Beban Panas	: 25625,76 kJ/jam
Luas Transfer Panas	: 11,74 ft ²
Panjang	: 12 ft
Jumlah Hairpin	: 2
T in	: 40 °C
T out	: 45 °C
Rd	: 0,0517
Pressure Drop	:
Annulus	: 1,05 psi
Inner Pipe	: 0,0003 psi
Bahan	: Carbon Steel SA-135 Grade A
Harga	: \$ 1,320

3.2.26 Heater (HE-05)

Fungsi	: Memanaskan udara yang digunakan dalam <i>Rotary Dryer</i>
Jenis	: <i>Shell and tube heat exchanger</i>
Beban Panas	: 5174775,21 kJ/jam
Luas Transfer Panas	: 544,4932 ft ²

Dimensi Shell and Tube :

Shell

Inside Diameter : 17 ¼ in

Baffle Space : 17 ¼ in

Passes : 1

Tube

Panjang : 24 ft

Jumlah Tube : 177

Outside Diameter : 3/4 in

BWG : 14

Pitch : 1 in square pitch

T in : 30 °C

T out : 150 °C

Rd : 0,1657

Pressure Drop :

Shell : 0,0242 psi

Tube : 0,3269 psi

Bahan : Carbon Steel SA-135 Grade A

Harga : \$ 36,129

3.2.27 Cooler (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan fluida dari Evaporator menuju *Centrifuge*

Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Beban Panas	: 5340845,93 kJ/jam
Luas Transfer Panas	: 86,63 ft ²
Panjang	: 12 ft
Jumlah Hairpin	: 14
T in	: 105 °C
T out	: 45 °C
Rd	: 0,0104
Pressure Drop	:
Annulus	: 4,3943 psi
Inner Pipe	: 2,9246 psi
Bahan	: Carbon steel SA-135 grade A
Harga	: \$ 2,281

3.2.28 Pompa (P-01)

Fungsi : Menaikkan tekanan larutan formaldehida 37% dari tekanan 1 atm menjadi 2 atm

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS : 2 in

Sch No : 40

OD : 2,38 in

ID : 2,07 in

Jenis Aliran : Turbulen
Kapasitas : 21,41 gpm
Head Pompa : 17,44 m
Putaran Pompa :

Efisiensi Motor : 80%
Motor Standard : 1,5 HP
Ns : 778,49
Tipe *impeller* : Radial flow
Jumlah : 2
Bahan : *Cast Iron API-610*
Harga : \$ 18,245

3.2.29 Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan larutan asetaldehida 99% dari Tangki
Penyimpan ke Reaktor
Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :
NPS : 1
Sch No : 40
OD : 1,32 in
ID : 1,05 in
Jenis Aliran : Laminer
Kapasitas : 6,65 gpm

Head Pompa : 3,83 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor : 80%

Motor Standard : 0,25 HP

Ns : 1351,49

Tipe *impeller* : Mixed flow

Jumlah : 2

Bahan : *Cast Iron API-610*

Harga : \$ 16,204

3.2.30 Pompa (P-03)

Fungsi : Menaikkan tekanan larutan natrium hidroksida 50%
dari tekanan 1 atm menjadi 2 atm

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS : 1

Sch No : 40

OD : 1,32 in

ID : 1,05 in

Jenis Aliran : Laminer

Kapasitas : 2,90 gpm

Head Pompa : 8,57 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor : 80%
Motor Standard : 0,75 HP
Ns : 487,74
Tipe *impeller* : Radial flow

Jumlah : 2
Bahan : *Cast Iron API-610*
Harga : \$ 16,204

3.2.31 Pompa (P-04)

Fungsi : Mengalirkan fluida dari reaktor menuju *neutralizer*

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS : 3
Sch No : 40
OD : 3,5 in
ID : 3,07 in

Jenis Aliran : Laminer

Kapasitas : 55,01 gpm

Head Pompa : 4,69 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor : 80%
Motor Standard : 1 HP
Ns : 3340,82

Tipe *impeller* : Mixed flow
Jumlah : 2
Bahan : *Cast iron API-610*
Harga : \$ 19,445

3.2.32 Pompa (P-05)

Fungsi : Menaikkan tekanan larutan asam format dari tekanan 1 atm menjadi 2 atm
Jenis : *Single-stage centrifugal pump*
Pemilihan Pipa :
NPS : 0,75
Sch No : 40
OD : 1,05 in
ID : 0,82 in
Jenis Aliran : Turbulen
Kapasitas : 1,85 gpm
Head Pompa : 12,21 m
Putaran Pompa :
Efisiensi Motor : 80%
Motor Standard : 0,75 HP
Ns : 298,82
Tipe *impeller* : Radial flow
Jumlah : 2

Bahan : *Cast iron API-610*

Harga : \$ 16,204

3.2.33 Pompa (P-06)

Fungsi : Mengalirkan fluida dari evaporator ke *centrifuge*

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS : 2

Sch No : 40

OD : 2,38 in

ID : 2,07 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 26,27 gpm

Head Pompa : 4,62 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor : 80%

Motor Standard : 0,5 HP

Ns : 2333,33

Tipe *impeller* : Mixed flow

Jumlah : 2

Bahan : *Cast iron API-610*

Harga : \$ 18,245

3.2.34 Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan fluida dari *centrifuge* ke *crystallizer*

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS : 1,5

Sch No : 40

OD : 1,9 in

ID : 1,61 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 12,73 gpm

Head Pompa : 4,52 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor : 80%

Motor Standard : 0,5 HP

Ns : 1652,79

Tipe *impeller* : Mixed flow

Jumlah : 2

Bahan : *Cast iron API-610*

Harga : \$ 16,204

3.2.35 Expansion Valve (E-01)

Fungsi : Menurunkan tekanan fluida keluaran *neutralizer*
dari 2 atm menjadi 1 atm

Jenis : *Glove valve*

Pemilihan pipa :

NPS : 2

Sch No : 40

OD : 2,38 in

ID : 2,07 in

Panjang : 18,29 m

Kapasitas : 50,45 gpm

Jumlah : 1

Bahan : *Carbon steel SA-135 grade A*

Harga : \$ 3,961

3.2.36 Blower (BL-01)

Fungsi : Mengalirkan uap dari evaporator ke unit pengelolaan lanjut

Jenis : *Centrifugal blower*

Kapasitas : 3,9 ft³/menit

Effisiensi : 80%

Tenaga Motor : 0,05 HP

Jumlah : 1

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Harga : \$ 120

3.2.37 Fan (F-01)

Fungsi : Menyedot udara dari luar untuk kebutuhan udara panas di *rotary dryer*

Kondisi Operasi :

Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Laju Alir	: 21391,03 m ³ /jam
Tenaga Motor	: 40 HP
Jumlah	: 1
Bahan	: <i>Carbon steel SA-135 grade A</i>
Harga	: \$ 2,161

3.3. PERENCANAAN PRODUKSI

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan bahan baku terhadap kebutuhan pabrik. Bahan baku formaldehida diperoleh dari PT Arjuna Utama Palmolite Adhesive Industry yang berada di Probolinggo, natrium hidroksida diperoleh dari PT Industri Soda Indonesia yang berada di Surabaya, asam format diperoleh dari PT Sintas Kurama Perdana Karawang, dan asetaldehida yang diimpor dari PT Chelanese Singapura.

Tabel 3.4 Kebutuhan bahan baku

Komponen	Kebutuhan (kg/jam)
Formaldehida	7950,4756
Asetaldehida	968,4530
Sodium hidroksida	1067,2747
Asam Format	412,7319

3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 LOKASI PABRIK

Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor. Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas atau memperbesar pabrik di kemudian hari dan memberikan keuntungan untuk jangka panjang. Pabrik pentaeritritol dari asetaldehida dan formaldehida dengan natrium hidroksida sebagai media alkali dengan kapasitas 20.000 ton/tahun direncanakan akan berdiri di Surabaya, Jawa Timur dengan pertimbangan sebagai berikut.



Gambar 4.1 Lokasi pendirian pabrik

(Sumber : <http://maps.google.com>)

4.1.1 Faktor Primer

Faktor primer merupakan faktor yang mempengaruhi tujuan utama dari pabrik tersebut yang meliputi produksi dan distribusi pabrik. Faktor-faktor primer yang mempengaruhi di dalam menentukan pemilihan lokasi pabrik adalah:

a) Bahan Baku

Lokasi bahan baku sangat mempengaruhi kelangsungan hidup suatu pabrik. Lokasi pabrik harus dekat dengan sumber bahan baku yaitu asetaldehida, formaldehida dan natrium hidroksida. Sumber bahan baku formaldehida diperoleh dari PT Arjuna Utama Kimia, Surabaya, Jawa timur. Bahan baku asetaldehida diperoleh dari PT. Indo Acidatama, Karanganyar, Jawa Tengah. Bahan baku natrium hidroksida diperoleh dari PT. Toya Indo Manunggal, Jawa Timur. Serta bahan baku pendukung yaitu asam format diperoleh dari PT Sintas Kurama Perdana Cikampek.

b) Pemasaran

Pemasaran produk sebagian besar untuk mencukupi kebutuhan impor dalam negeri dengan prioritas utama pemasaran pentaeritritol antara lain : industri cat, *resin alkyd*, *surface coating* dan sebagian lagi untuk tujuan ekspor ke negara lain.

c) Utilitas

Pada perancangan suatu pabrik, faktor seperti air, tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting.

Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik karena kawasan pabrik dekat dengan sumber aliran sungai yaitu Sungai Kalimas. Sedangkan, pembangkit listrik utama untuk pabrik menggunakan PLN dan *generator* yang bahan bakarnya adalah solar.

d) Tenaga Kerja

Sebagian dari tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian lain sarjana sesuai dengan kebutuhan. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja pada tenaga kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang diterima saat perekrutan merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan bekerja sebagaimana mestinya.

e) Transportasi

Transportasi sangat penting bagi suatu industri. Daerah Surabaya dekat dengan pelabuhan untuk keperluan transportasi impor-ekspor serta jalan raya dan jalan tol yang memadai sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk.

4.1.2 Faktor Sekunder

Faktor-faktor sekunder meliputi :

a) Kebijakan Pemerintah

Surabaya, Jawa Timur merupakan kawasan industri dan berada dalam teritorial negara Indonesia, sehingga kebijakan pemerintah dalam

hal perijinan, lingkungan masyarakat sekitar, faktor social dan perluasan pabrik memungkinkan untuk berdirinya pabrik pentaeritritol.

b) Tanah dan Iklim

Penentuan kawasan industri terkait dengan masalah tanah yaitu tidak rawan terhadap bahaya tanah longsor, gempa maupun banjir, sehingga pemilihan lokasi pendirian pabrik di kawasan industri Surabaya tepat walaupun masih diperlukan kajian lebih lanjut tentang masalah tanah sebelum pabrik didirikan. Kondisi iklim di Surabaya seperti iklim di Indonesia pada umumnya dan tidak membawa pengaruh yang besar terhadap jalannya proses produksi.

c) Keadaan Masyarakat

Masyarakat Jawa merupakan campuran dari berbagai suku bangsa yang hidup saling berdampingan. Pembangunan pabrik di lokasi tersebut dipastikan akan mendapatkan sambutan baik dan dukungan dari masyarakat setempat, seta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

4.2 TATA LETAK PABRIK

Tata letak pabrik merupakan suatu perencanaan dan pengintegrasian yang berkaitan dengan aliran dari komponen-komponen yang berasal dari produksi pabrik, sehingga dapat terjadi hubungan yang efektif dan efisien antara peralatan, karyawan dan proses material dari bahan baku menjadi produk dan sarana prasarana seperti utilitas, mushola, taman, tempat parkir, dan lain-lain. Untuk mendapatkan kondisi maksimal, ada beberapa hal yang

perlu diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik tersebut, yaitu :

1. Memungkinkan adanya perluasan daerah pabrik, ketika adanya penambahan unit/alat baru sebagai pengembangan pabrik di masa yang akan datang, sehingga tidak menimbulkan kesulitan.
2. Sumber tenaga dan unit utilitas ditempatkan terpisah dari area proses sehingga operasi suatu proses terjamin dengan aman.
3. Keselamatan merupakan salah satu faktor penting yang ada di dalam tata letak pabrik. Jalan-jalan akses yang berada di dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik dan terjaminnya keselamatan pada pihak pekerja.
4. Penyediaan *service area* seperti tempat parkir, ruang ibadah, kantin, dan lain-lain diatur dengan sebaik mungkin sehingga tetap terjangkau dari tempat kerja.

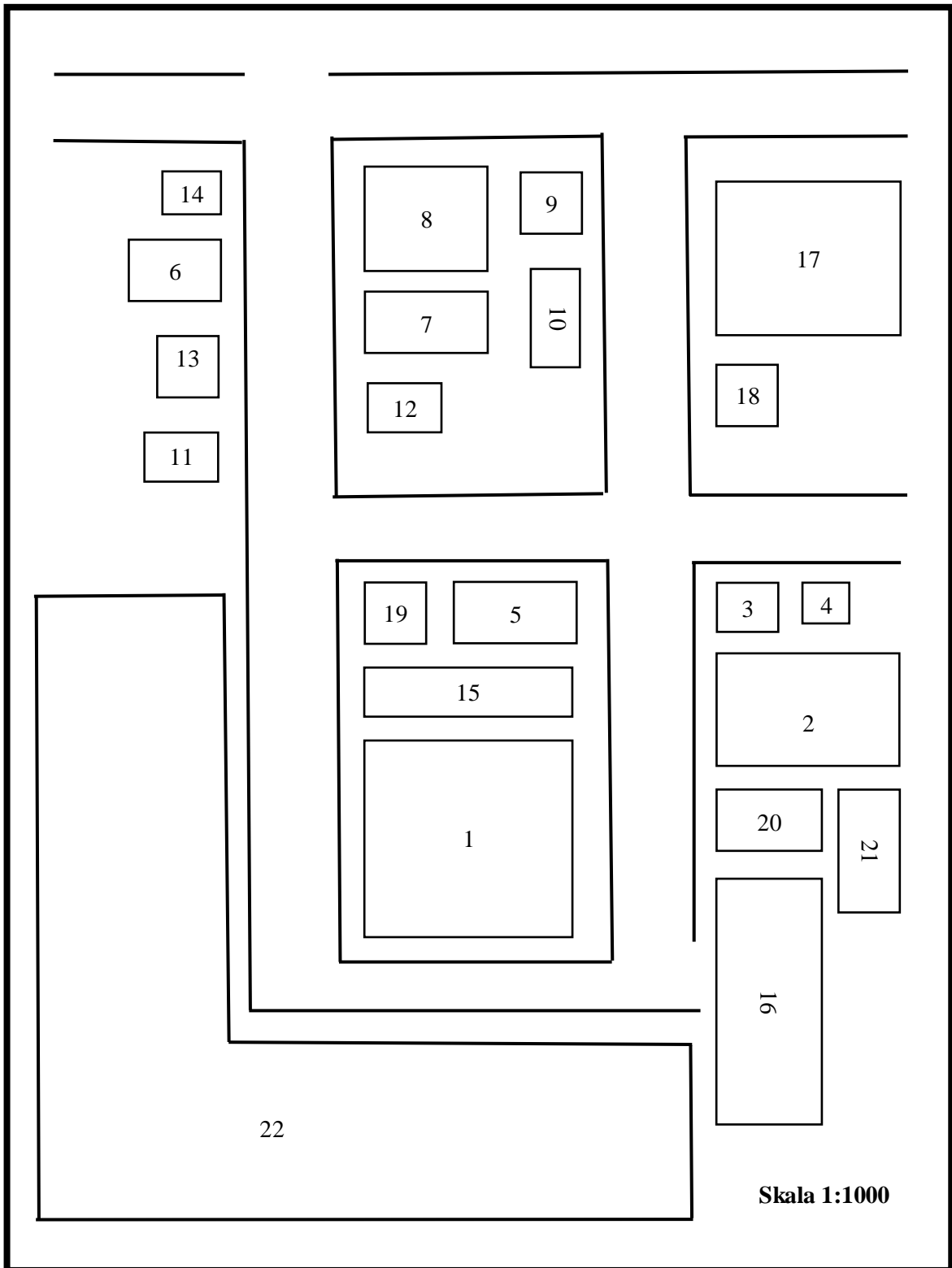
Secara garis besar, untuk tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

- 1) Daerah Perkantoran
- 2) Daerah Laboratorium
- 3) Daerah Proses dan Kontrol
- 4) Daerah Pergudangan
- 5) Daerah Utilitas

Berikut disajikan rincian luas area pabrik pentaeritritol yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rincian luas tanah dan bangunan pabrik pentaeritritol

No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Area Proses	40	32	1280
2	Area Utilitas	30	20	600
3	Ruang Pembangkit Listrik	10	8	80
4	Bengkel	6	6	36
5	Gudang Peralatan	20	10	200
6	Kantin	15	10	150
7	Ruang Pertemuan	20	10	200
8	Kantor	20	17	340
9	Laboratorium	10	10	100
10	Parkir Utama	16	8	128
11	Parkir Truk	12	8	96
12	Perpustakaan	10	10	100
13	Poliklinik	12	8	96
14	Pos Keamanan	3	3	9
15	Ruang Kontrol	30	7	210
16	Area Tangki 1	40	20	800
17	Area Mess	30	25	750
18	Masjid	10	10	100
19	Unit Pemadam Kebakaran	10	10	100
20	Unit Pengolahan Limbah	20	10	200
21	Area Tangki 2	20	10	200
22	Daerah perluasan			5000
	Luas Bangunan			5775
	Luas Tanah	384	252	10775



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik Pentaeritritol

Keterangan :

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Area Proses | 12. Perpustakaan |
| 2. Area Utilitas | 13. Poliklinik |
| 3. Ruang Pembangkit Listrik | 14. Pos Keamanan |
| 4. Bengkel | 15. Ruang Kontrol |
| 5. Gudang Peralatan | 16. Area Tangki 1 |
| 6. Kantin | 17. Area Mess |
| 7. Ruang Pertemuan | 18. Masjid |
| 8. Kantor | 19. Unit Pemadam Kebakaran |
| 9. Laboratorium | 20. Unit Pengolahan Limbah |
| 10. Parkir Utama | 21. Area Tangki 2 |
| 11. Parkir Truk | 22. Daerah Perluasan |

4.3 TATA LETAK ALAT PROSES

Dalam perancangan tata letak alat proses pabrik pentaeritritol, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menghasilkan keuntungan ekonomi yang besar serta dapat menunjang keamanan dan kelancaran suatu produksi.

2. Aliran Udara

Perlu memperhatikan kelancaran aliran udara di dalam area proses, yang bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnansi udara yang dapat

mengakibatkan terakumulasi bahan kimia yang berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja. Selain itu, arah hembusan angin juga perlu diperhatikan.

3. Pencahayaan

Pada seluruh area pabrik pencahayaan harus memadai. jika, perlu diberi penerangan tambahan pada area dengan proses pengerjaan yang beresiko tinggi.

4. Lalu Lintas Manusia

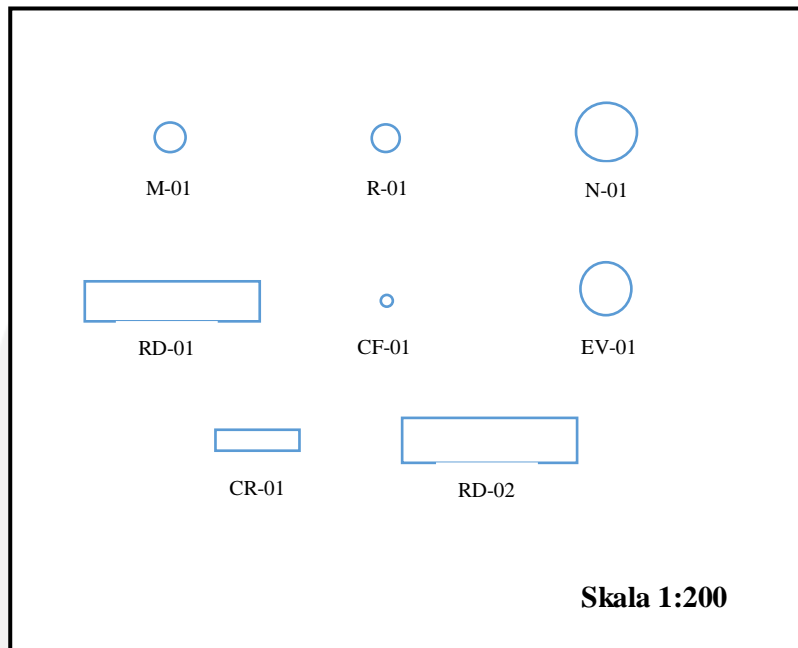
Meninjau dari letak alat proses maka perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar para pekerja dapat menjangkau dengan mudah dan cepat, sehingga jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Jarak antar Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai tekanan operasi ataupun suhu operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat- alat lainnya.

6. Pertimbangan Ekonomi

Dalam melatakan alat-alat proses, diusahakan dapat meminimalisir biaya operasi dengan tetap memperhatikan kelancaran serta keamanan proses produksi sehingga dapat memberikan keuntungan dari sisi ekonomi.



Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses

4.4 ALIR PROSES DAN MATERIAL

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
NaOH	1045,9292	0,0000
H ₂ O	6169,0141	6306,2924
CH ₂ O	2941,6760	719,0763
C ₂ H ₄ O	958,7685	143,8153
C ₅ H ₁₂ O ₄	0,0000	2518,9462
HCOONa	0,0000	1778,0797
CH ₂ O ₂	350,8221	0,0000
Total	11466,2099	11466,2099

4.4.1.2 Neraca Massa Per Alat

1. Neraca Massa *Mixer*-01

Tabel 4.3 Neraca Massa Mixer-01

Komponen	Masuk		Keluar
	Arus 1 (kg/jam)	Arus 2 (kg/jam)	Arus 3 (kg/jam)
NaOH	1045,9292	0,0000	1045,9292
H ₂ O	21,3455	1067,2747	1088,6202
Sub Total	1067,2747	1067,2747	2134,5495
Total	2134,5495		2134,5495

2. Neraca Massa Reaktor-01

Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor-01

Komponen	Masuk			Keluar
	Arus 3 (kg/jam)	Arus 4 (kg/jam)	Arus 5 (kg/jam)	Arus 6 (kg/jam)
NaOH	1045,9292	0,0000	0,0000	305,0627
H ₂ O	1088,6202	5008,7996	9,6845	6107,1044
CH ₂ O	0,0000	2941,6760	0,0000	719,0763
C ₂ H ₄ O	0,0000	0,0000	958,7685	143,8153
C ₅ H ₁₂ O ₄	0,0000	0,0000	0,0000	2518,9462
HCOONa	0,0000	0,0000	0,0000	1259,4731
Sub Total	2134,5495	7950,4756	968,4530	11053,4780
Total	11053,4780			11053,4780

3. Neraca Massa *Neutralizer*-01

Tabel 4.5 Neraca Massa *Neutralizer*-01

Komponen	Masuk		Keluar
	Arus 6 (kg/jam)	Arus 7 (kg/jam)	Arus 8 (kg/jam)
NaOH	305,0627	0,0000	6306,292358
H ₂ O	6107,1044	61,9097	719,0763467
CH ₂ O	719,0763	0,0000	143,8152693
C ₂ H ₄ O	143,8153	0,0000	2518,946233
C ₅ H ₁₂ O ₄	2518,9462	0,0000	1778,079694
HCOONa	1259,4731	0,0000	6306,292358
CH ₂ O ₂	305,0627	350,8220	0,0000
Sub Total	11053,4780	412,7319	11466,2099
Total	11466,2099		11466,2099

4. Neraca Massa *Evaporator*-01

Tabel 4.6 Neraca Massa *Evaporator*-01

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 8 (kg/jam)	Arus 9 (kg/jam)	Arus 10 (kg/jam)
NaOH	0,0000	0,0000	1856,0606
H ₂ O	6306,2924	5045,033886	1261,2585
CH ₂ O	719,0763	719,0763467	0,0000
C ₂ H ₄ O	143,8153	143,8152693	0,0000
C ₅ H ₁₂ O ₄	2518,9462	0,0000	2518,946233
HCOONa	1778,0797	0,0000	1778,079694
Sub Total	11466,2099	5907,9255	5558,2844
Total	11466,2099	11466,2099	

5. Neraca Massa *Centrifuge*-01

Tabel 4.7 Neraca Massa *Centrifuge*-01

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 10 (Kg/jam)	Arus 11 (Kg/jam)	Arus 12 (Kg/jam)
NaOH	0,000	0,0000	0,0000
H ₂ O	1261,258	63,0629	1198,196
CH ₂ O	0,000	0,0000	0,000
C ₂ H ₄ O	0,000	0,0000	0,000
C ₅ H ₁₂ O ₄	2518,946	2518,9462	0,000
HCOONa	1778,079694	0,0000	1778,080
Sub Total	5558,2844	2582,009	2976,275
Total	5558,2844	5558,2844	

6. Neraca Massa *Rotary Dryer*-01

Tabel 4.8 Neraca Massa *Rotary Dryer*-01

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 12 (kg/jam)	Arus 13 (kg/jam)	Arus 14 (kg/jam)
HCOONa	1778,07969	0,0000	1778,07969
H ₂ O	1198,19555	884,4168	313,779
Sub Total	2976,2752	884,417	2091,858
Total	2976,2752	2976,2752	

7. Neraca Massa *Crystallizer-01*

Tabel 4.9 Neraca Massa *Crystallizer-01*

Komponen	Masuk	Keluar
	Arus 14 (kg/jam)	Arus 15 (kg/jam)
H ₂ O	63,0629	63,0629
CH ₂ O	0,0000	0,0000
C ₂ H ₄ O	0,0000	0,0000
C ₅ H ₁₂ O ₄	2518,9462	2518,9462
HCOONa	0,0000	0,0000
Total	2582,0092	2582,0092

8. Neraca Massa *Rotary Dryer-02*

Tabel 4.10 Neraca Massa *Rotary Dryer-02*

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 15 (kg/jam)	Arus 16 (kg/jam)	Arus 17 (kg/jam)
C ₅ H ₁₂ O ₄	2518,9462	0,0000	2518,94623
H ₂ O	63,0629	56,7566	6,306
Sub Total	2582,0092	56,7566	2525,253
Total	2582,0092	2582,0092	

4.4.2 Neraca Panas

1. Neraca Panas *Mixer-01*

Tabel 4.11 Neraca Panas Mixer-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	30319,3261	
Qout		102566,8923
Steam	72247,5661	
Total	102566,89228	102566,8923

2. Neraca Panas Reaktor-01

Tabel 4.12 Neraca Panas Reaktor-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	602493,8394	
Qout		603601,6291
ΔH Reaksi	8959,6604	
ΔH Pendingin		7851,8707
Total	611453,4998	611453,4998

3. Neraca Panas *Neutralizer*-01Tabel 4.13 Neraca Panas *Neutralizer*-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	623963,3633	
Qout		606995,8755
ΔH Reaksi	17806,02888	
ΔH Pemanas		34773,5167
Total	641769,3922	641769,3922

4. Neraca Panas Evaporator-01

Tabel 4.14 Neraca Panas Evaporator-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	683479,5090	
Qout		13434247,5856
Steam	12750768,0766	
Total	13434247,5856	13434247,59

5. Neraca Panas *Centrifuge*-01

Tabel 4.15 Neraca Panas *Centrifuge*-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Masuk	230999,7431	
Keluar		230999,7431
Total	230999,7431	230999,7431

6. Neraca Panas *Rotary Dryer*-01

Tabel 4.16 Neraca Panas *Rotary Dryer*-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Masuk	129981,5235	
Keluar		118954,4627
Steam		11027,0607
Total	129981,5235	129981,5235

6. Neraca Panas *Crystallizer-01*

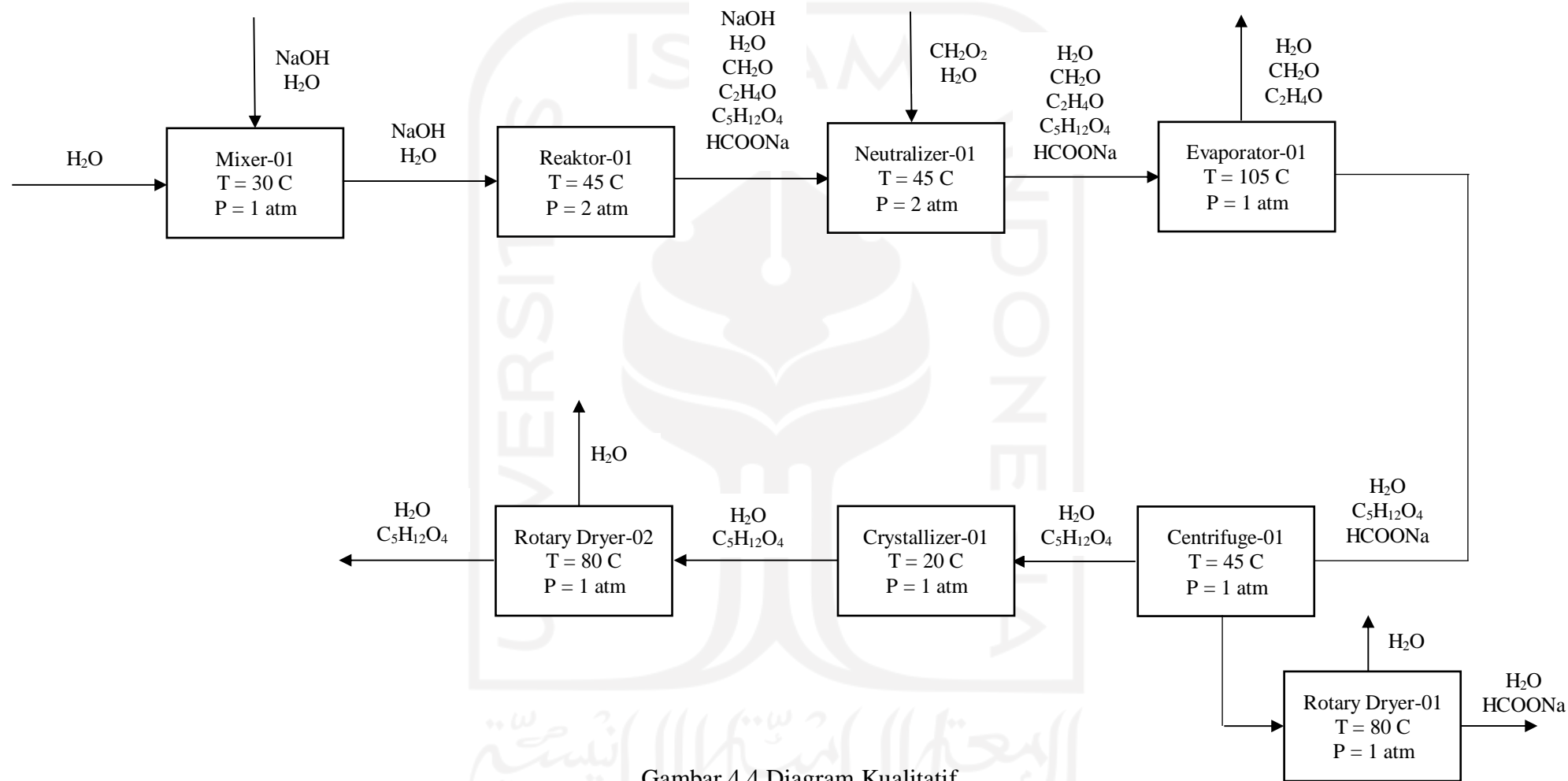
Tabel 4.17 Neraca Panas *Crystallizer-01*

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Masuk	87421,1396	
Keluar		18879,2041
Air pendingin		68541,9355
Total	87421,1396	87421,13961

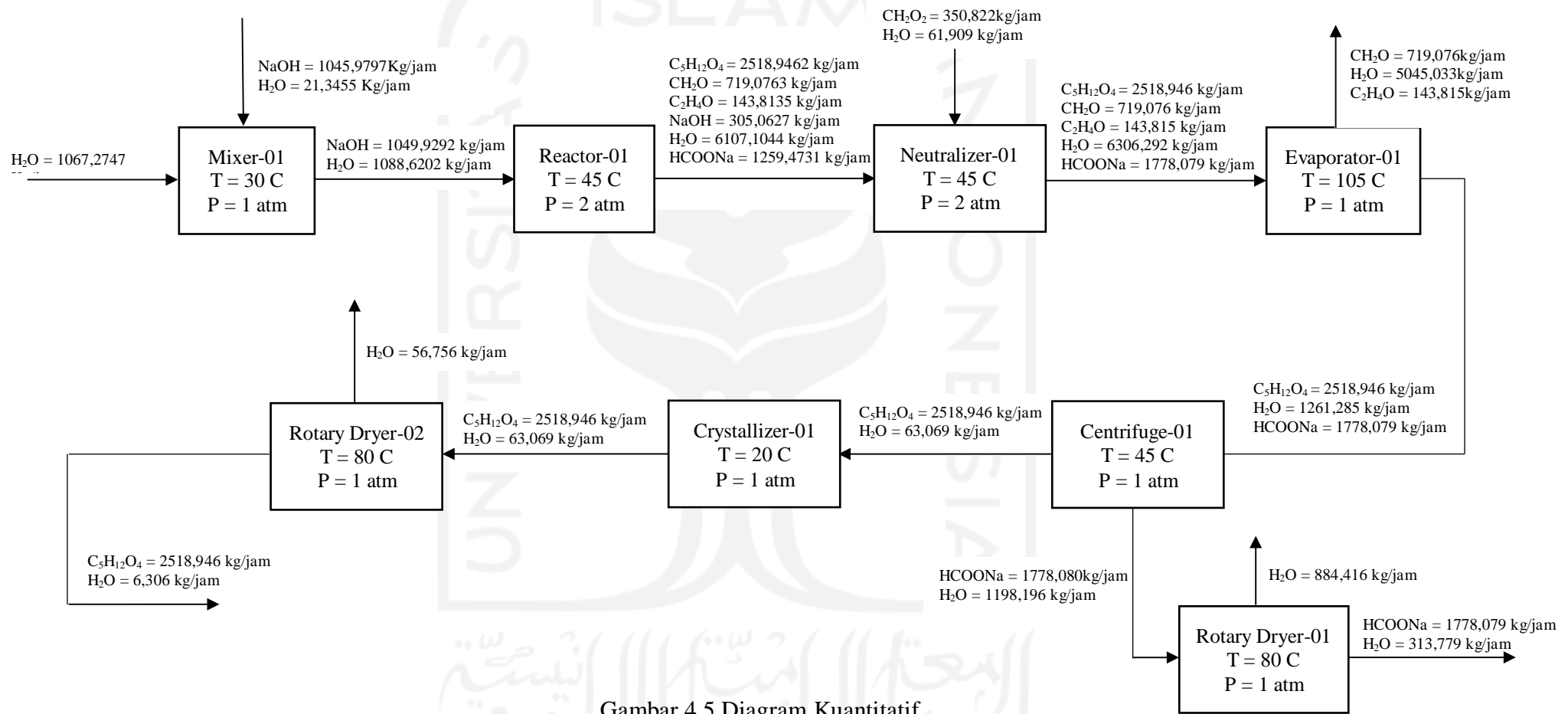
7. Neraca Panas *Rotary Dryer-02*

Tabel 4.18 Neraca Panas *Rotary Dryer-02*

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Masuk	19243,3443	
Keluar		262841,7328
Steam	243598,3885	
Total	262841,7328	262841,7328



Gambar 4.4 Diagram Kualitatif



Gambar 4.5 Diagram Kuantitatif

4.5 PELAYANAN TEKNIK (UTILITAS)

Unit pendukung suatu proses atau biasa disebut dengan unit utilitas adalah bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses antara lain terdiri dari penyediaan dan pengolahan air, pembuatan steam, penyediaan bahan bakar dan listrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik pentaeritritol antara lain :

1. Unit Pengolahan Air dan Pengadaan Air
2. Unit Pengadaan Listrik
3. Unit Pengadaan steam
4. Unit Pengadaan Udara Dingin
5. Unit Pengadaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

4.5.1 Unit Pengadaan Air dan Pengolahan Air

4.5.1.1 Unit Pengadaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air di suatu industri, pada umumnya menggunakan air sungai, air danau, air sumur, ataupun air laut sebagai media sumber untuk mendapatkan air. Dalam pra rancangan pabrik pentaeritritol ini, sumber air yang digunakan berasal dari Sungai Kalimas yang merupakan sungai terdekat dengan pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut :

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi sehingga kendala kekurangan air dapat diminimalisir.

2. Pengolahan air yang berasal dari sungai relatif mudah, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air yang berasal dari laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang pada umumnya lebih besar.

Air bersih pada pabrik biasanya digunakan untuk memenuhi keperluan antara lain :

1. Air pendingin

Pada umumnya, digunakan air sebagai media pendingin dikarenakan berbagai faktor, antara lain :

- a. Air merupakan sumber daya alam yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
 - b. Tidak Terdekomposisi
 - c. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi
 - d. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
2. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, dan perumahan. Syarat sanitasi meliputi :

- a. Syarat Fisik
 - Suhu dibawah suhu udara luar
 - Air tidak berwarna
 - Tidak memiliki rasa
 - Tidak berbau

b. Syarat Kimia

- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
- Tidak beracun

c. Syarat Bakteriologi

Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama bakteri yang patogen.

3. Air umpan *boiler* dan air proses

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Penyebab korosi biasanya terjadi karena air mengandung larutan-larutan gas-gas dan asam yang terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S .

b. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*)

Kerak terbentuk disebabkan karena suhu tinggi dan adanya kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat. Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan kerak pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat yang tidak larut dalam jumlah besar.

4.5.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik pentaeritritol, kebutuhan air diambil dari air sungai terdekat, yaitu Sungai Kalimas. Kebutuhan air berasal dari sumber air terdekat dari pabrik dengan melakukan pengolahan terlebih dahulu agar dapat

memenuhi persyaratan untuk digunakan. Pengolahan air tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia.

Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut :

1. Unit Penyaringan

2. Unit Pengendapan secara Fisis

Awal mula air dialirkan ke dalam bak penampungan atau bak pengendap awal setelah melalui penyaringan dengan alat penyaring. *Level Control System* (LCS) yang sudah dipasang di dalam bak penampung untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik. Di dalam bak pengendap awal kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya berat. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar 4-24 jam (Powell, S T hal 14).

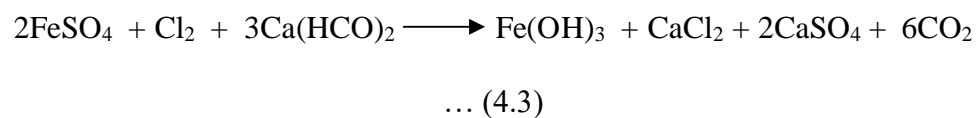
3. Unit Pengendapan secara Kimia

Air yang berasal dari bak pengendap awal dialirkan menuju bak flokulator. Bak flokulator yang berfungsi mencampurkan air dengan menambahkan tawas 5% dan Ca(OH)_2 5% terlebih dahulu. Proses *alkalinity reduction* dan koagulasi flokulasi terjadi di dalam bak flokulator. *Alkalinity reduction* terjadi ketika adanya penambahan Ca(OH)_2 kedalam air. *Alkalinity reduction* merupakan proses penurunan kandungan alkalinitas yang berupa senyawa CO_3^{2-} , HCO_3^- , dan OH^- yang berada dalam air yang biasanya berikatan dengan Ca, Mg dan Na. Sebagian besar senyawa alkali yang berada di dalam air merupakan senyawa yang larut di dalam air. Memisahkan *alkalinity* tidak hanya dilakukan dengan cara filtrasi biasa, melakukan serangkaian proses yang diawal mulanya mengubah alkali

terlarut menjadi tidak terlarut yang kemudian dipisahkan dari air dengan proses koagulasi flokulasi. Untuk mengubah substansi alkali terlarut menjadi tidak terlarut digunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Proses terbentuknya alkali tidak terlarut adalah sebagai berikut :



Selanjutnya melakukan proses koagulasi flokulasi. Koagulasi merupakan proses membentuk gelatin dengan cara melakukan pentidakstabilan partikel yang ada dalam air. Flokulasi adalah proses penggabungan partikel-partikel yang tidak stabil dari hasil proses koagulasi. Menambahkan FeSO_4 sebagai koagulan. Pada tahap awal terjadinya proses koagulasi flokulasi Ketika adanya pembentukan senyawa koagulan aktif FeSO_4 pada saat ditambahkan nya kedalam air, ion Fe^{2+} dari FeSO_4 teroksidasi menjadi Fe^{3+} dengan bantuan senyawa klorin. Pada tahap selanjutnya adalah terjadinya pembentukan gelatin flok $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang berfungsi sebagai trapping lengket. Pada proses ini dibutuhkan adanya ion hidroksida (OH^-) dari *alkalinity* dan penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan bertujuan mempercepat pertumbuhan senyawa $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Sehingga didapatkan air yang berada dalam range pH 6,5-7,5. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Kemudian gelatin ini menyatu, lalu membentuk flok yang lebih

besar yang mengikat senyawa-senyawa terdispersi yang berada di dalam air, termasuk senyawa-senyawa yang tidak larut dan *foreign matter* lainnya yang ada, termasuk mikroorganisme. Fungsi tawas pada bak flokulator ini adalah media penjernih air. Selanjutnya air yang berasal dari bak flokulator dialirkan ke *clarifier* dengan tujuan mengendapkan flok-flok yang sudah terbentuk di dalam pencampuran bak flokulator dan waktu tinggal *clarifier* berkisar 2 hingga 8 jam (Powell, ST hal 47). Didalam *clarifier* kotoran yang telah mengendap di *blow down*, sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke *sand filter* atau bak saring pasir yang berfungsi menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat di dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap di *clarifier*. Air dari *sand filter* kemudian ditampung di bak penampung sementara.

4. Unit Pengolahan Air untuk Kebutuhan Kantor dan Rumah Tangga

Air ini digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air yang berada di dalam bak penampung sementara ditambahkan kaporit (CaOCl_2) terlebih dahulu untuk membunuh kuman. Lalu air dialirkan ke bak penampung untuk memenuhi kebutuhan air kantor dan rumah tangga. Air dalam bak ini sudah dapat langsung digunakan untuk keperluan sehari-hari. Kebutuhan air untuk keperluan domestik adalah sebesar $10,6479 \text{ m}^3/\text{jam}$.

5. Unit Pengolahan Air untuk Air Pendingin, Air Umpan *Boiler*, Air Proses

Unit ini meliputi :

a. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral–mineral yang terkandung dalam air, seperti Ca, Mg, Na, SO_4^{2-} , Cl dan lain sebagainya. Air yang diperoleh adalah air yang bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan *boiler*, air proses, dan air pendingin. Demineralisasi air diperlukan karena air umpan *boiler* harus memenuhi syarat–syarat sebagai berikut :

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube exchanger*. Hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas–gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2

Air dari bak penampung air steam, air pendingin, air proses diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} . Kation–kation ini dapat menyebabkan kesadahan, sehingga kation ini harus diserap dengan menggunakan resin.

Reaksi :



Resin yang telah berkurang kereaktifannya kemudian diregenerasi dengan menggunakan H_2SO_4 . Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Air yang keluar dari *kation exchanger* kemudian dialirkan ke *anion exchanger* dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan anion–anion mineralnya (HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO dan SO_4^{2-}).

Reaksi :



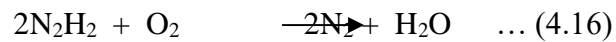
Regenerasi *anion exchanger* dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH , reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Air dari *anion exchanger* kemudian diumpankan ke deaerator.

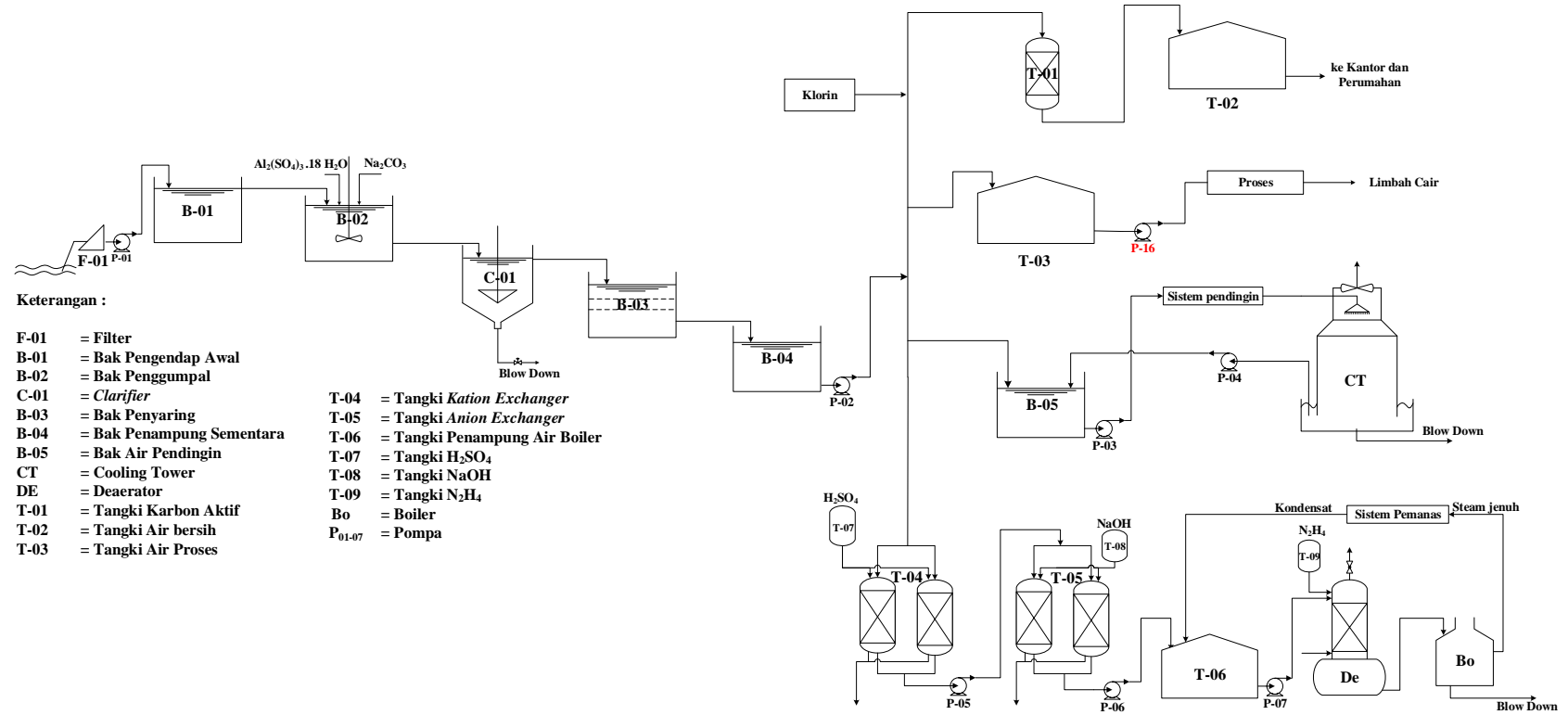
b. Unit Deaerator

Air yang sudah di demineralisasi sebelumnya , biasanya masih mengandung gas–gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut harus dihilangkan dari air karena dapat menyebabkan korosi. Gas tersebut dihilangkan di dalam deaerator dengan cara menginjeksikan bahan–bahan kimia. Bahan kimia yang diperlukan adalah *hidrazin* yang berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Air keluaran yang berasal dari deaerator lalu dipompakan ke media air umpan boiler, air pendingin, dan air proses. Kebutuhan air yang digunakan untuk umpan *boiler* sebesar 7585,1455 kg/jam. Untuk air pendingin yang digunakan di dalam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang terlebih dahulu digunakan di dalam pabrik kemudian didinginkan pada *cooling tower*. Kehilangan beberapa jumlah air disebabkan oleh penguapan, terbawa tetesan oleh udara, maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower*. Kemudian air tersebut diganti dengan air yang berasal dari bak penampung air pendingin. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif dan tidak menimbulkan kerak, maka untuk air pendingin dilakukan treatment seperti yang sudah dijelaskan diatas. Kebutuhan air pendingin yang masuk ke *cooling tower* adalah sebesar 115139,3530 kg/jam. Air yang telah digunakan di area proses dapat *direcycle* dan digunakan kembali, sehingga banyaknya *make up* untuk air pendingin sebanyak 2348,8428 kg/jam.

Unit Pengolahan Air Industri



Gambar 4.6 Diagram Alir Utilitas

4.5.1.3 Kebutuhan Air

1. Air Pendingin

Tabel 4.19 Kebutuhan Air Untuk Pendingin

Alat	Jumlah (kg/jam)
Reaktor-01	9614,903
Cooler-01	85103,276
Neutralizer-01	1231,282
Jumlah	95949,461

- Menghitung *Make up Water* (W_m)

Laju alir air masuk menara pendingin (W_c) :

$$W_c = 115139,353 \text{ kg/jam}$$

Make up water (W_m) :

$$W_m = W_c + W_d + W_b \quad (\text{Perry's equation 12-9})$$

Menghitung jumlah air yang menguap (W_e) :

$$W_e = 0,00085 W_c (T_{in} - T_{out}) = 1468,026 \text{ kg/jam}$$

Menghitung *blow down* (W_b) :

$$\text{Siklus} = 4$$

$$W_b = \frac{W_e}{\text{Siklus}-1} = 466,314 \text{ kg/jam}$$

Menghitung jumlah air yang terbawa aliran uap keluar tower (W_d) :

$$W_d = 0,20\% \times W_e = 23,067 \text{ kg/jam}$$

(*Drift loss* memiliki harga 0,1 – 0,2% W_e dipilih 0,2% W_e)

Sehingga jumlah air *make up* (W_m) :

$$W_m = W_e + W_d + W_b = 2348,8428 \text{ kg/jam}$$

2. Air untuk Steam

Tabel 4.20 Kebutuhan Air Untuk Steam

Alat	Jumlah (kg/jam)	1,2*Jumlah (kg/jam)
HE-01	162,794584	195,3535008
HE-02	59,43333602	71,32000322
HE-03	6,740241912	8,088290295
HE-04	11,3539678	13,62476136
HE-05	56,62858602	67,95430323
EV-01	6024,003891	7228,80467
M-01	34,13281592	40,9593791
Jumlah	6320,9547	7626,1049

- Menghitung Air *Make Up*, *Blow Down*, dan Air Menguap

Jumlah air *make up* yang digunakan untuk menyediakan uap (steam) adalah sebesar 20%

$$M \text{ air } make \ up = 20\% \times \text{steam} = 7585,1455 \text{ kg/jam}$$

Blow down pada boiler sebesar 15% dari kebutuhan steam

$$Blow \ down = 15\% \times \text{steam} = 1137,7718 \text{ kg/jam}$$

Air yang menguap sebesar 5% dari kebutuhan steam

$$\text{Air yang menguap} = 5\% \times \text{steam} = 379,2572 \text{ kg/jam}$$

3. Air Domestik

Tabel 4.21 Kebutuhan Air Domestik

Komponen	Karyawan (orang)	Jumlah (kg/hari)	Jumlah (kg/jam)
Kantor	152	15549,8	647,91
Rumah	60	240000	10000
Total			10647,91

4. Air Servis

Diperkirakan kebutuhan air untuk pemakaian umum seperti bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran dll sebesar 400 kg/jam.

5. Air Proses

Diperkirakan kebutuhan air proses untuk mencuci alat-alat proses seperti reaktor, *neutralizer* dll sebesar 100 kg/jam.

4.5.2 Unit Pengadaan Steam

Dalam prarancangan pabrik ini, menggunakan *boiler* untuk memenuhi kebutuhan uap yang di perlukan dalam proses. Menghilangkan kesadahan di dalam air sebelum masuk *boiler*, karena air yang sadah akan menimbulkan kerak di dalam *boiler*. Oleh karena itu, sebelum masuk *boiler* air dilewatkan terlebih dahulu ke dalam *ion exchanger* dan kemudian di deaerasi terlebih dahulu. Dalam hal ini yang digunakan adalah boiler pipa api (*fire tube boiler*) karena memiliki kelebihan sebagai berikut :

1. Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa
2. Tidak memerlukan flat tebal untuk shell sehingga harganya lebih ekonomis
3. Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api
4. Pemasangan murah
5. Memerlukan ruang dengan ketinggian rendah
6. Beroperasi dengan baik pada beban yang naik turun.

Kebutuhan air untuk umpan saturated steam adalah 7585,1455 kg/jam. Dianggap setelah digunakan di area proses dapat di *recycle* dan dipakai kembali sehingga banyaknya kebutuhan *make up* untuk keperluan umpan saturated steam sebanyak 1820,4349 kg/jam.

4.5.3 Unit Pengadaan Listrik

Unit ini berfungsi untuk menyediakan kebutuhan listrik di seluruh area pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik pabrik, dipenuhi oleh PLN dan untuk cadangan kebutuhan listrik, menggunakan generator yang bertujuan untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Generator yang digunakan adalah generator dengan tipe arus bolak balik dengan berdasarkan pertimbangan :

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator.

Generator AC yang digunakan jenis generator AC tiga fase yang mempunyai keuntungan :

1. Tegangan stabil

2. Daya kerja lebih besar
3. Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit
4. Motor tiga fase harganya lebih murah dan sederhana

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi :

1. Listrik untuk kebutuhan proses
2. Listrik untuk kebutuhan utilitas
3. Listrik untuk penerangan dan AC
4. Listrik untuk instrumentasi
5. Listrik untuk rumah tangga

Tabel 4.22 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses

Nama Alat	Kode Alat	Power (Hp)	Power (Watt)
Mixer-01	M-01	0,333	248,567
Reaktor-01	R-01	5,000	3728,500
Neutralizer-01	N-01	3,000	2237,100
Centrifuge-01	CF-01	0,333	248,567
Crystallizer-01	CR-01	0,167	124,283
Rotary Dryer-01	RD-01	10,000	7457,000
Rotary Dryer-02	RD-02	1,500	1118,550
Belt Conveyor-01	BC-01	0,050	37,285
Belt Conveyor-02	BC-02	0,125	93,212
Belt Conveyor-03	BC-03	0,125	93,212
Belt Conveyor-04	BC-04	0,125	93,212
Belt Conveyor-05	BC-05	0,125	93,212
Bucket Elevator-01	BE-01	0,083	62,142
Bucket Elevator-02	BE-02	0,250	186,425
Pompa-01	P-01	1,500	1118,550
Pompa-02	P-02	0,250	186,425
Pompa-03	P-03	0,750	559,275
Pompa-04	P-04	1,000	745,700
Pompa-05	P-05	0,750	559,275

Pompa-06	P-06	0,500	372,850
Pompa-07	P-07	0,500	372,850
Blower-01	BL-01	0,050	37,285
Fan-01	F-01	40,000	29828,000
Total			49352,912

Kebutuhan listrik untuk alat proses sebesar = 49352,912 watt

Maka total power yang dibutuhkan = 49,352 kW

Tabel 4.23 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Utilitas

Komponen	Kode Alat	Power (Hp)	Power (Watt)
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-02	2,00	1491,40
Blower Cooling Tower	BL-01	15,00	11185,50
Kompresor Udara	CP-01	7,50	5592,75
Pompa-01	PU-01	5,00	3728,50
Pompa-02	PU-02	7,50	5592,75
Pompa-03	PU-03	7,50	5592,75
Pompa-04	PU-04	0,05	37,285
Pompa-05	PU-05	7,50	5592,75
Pompa-06	PU-06	1,50	1118,55
Pompa-07	PU-07	5,00	3728,50
Pompa-08	PU-08	0,33	248,57
Pompa-09	PU-09	1,00	745,70
Pompa-10	PU-10	0,75	559,275
Pompa-11	PU-11	1,50	1118,55
Pompa-12	PU-12	0,05	37,285
Pompa-13	PU-13	3,00	2237,10
Pompa-14	PU-14	1,00	745,70
Pompa-15	PU-15	3,00	2237,10
Pompa-16	PU-16	3,00	2237,10
Pompa-17	PU-17	0,05	37,285
Pompa-18	PU-18	0,08	62,14
Pompa-19	PU-19	0,05	37,285
Pompa-20	PU-20	0,08	62,14
Pompa-21	PU-21	0,125	93,21
Pompa-22	PU-22	0,05	37,285
Total			54156,4625

Kebutuhan listrik untuk utilitas sebesar = 54156,4625 Watt

Maka total power yang dibutuhkan = 54,156 kW

Tabel 4.24 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Lain

Komponen	Power (kW)
Proses & utilitas	103,509
Instrumentasi (10% alat)	10,351
Penerangan & AC	115,00
Bengkel dan Laboratorium	40,00
Total	268,86

Kebutuhan listrik total = 268,86 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN. Apabila terjadi pemadaman digunakan satu generator cadangan berkekuatan 1500 kW dengan bahan bakar solar.

4.5.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Generator sangat diperlukan sebagai alternatif sumber daya listrik ketika adanya pemadaman listrik oleh PLN. Oleh karena itu, diperlukan adanya unit pengadaan bahan bakar yang berfungsi memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator. Bahan bakar yang diperlukan untuk generator adalah solar sejumlah 176,288 liter/jam.

4.5.5 Unit Pengadaan Udara Dingin

Di dalam crystallizer diperlukan udara pendingin sebagai pendingin. Udara ini diperoleh dari udara AC pada suhu 10°C dan digunakan hingga suhu 20°C.

Udara dingin yang telah digunakan kemudian didinginkan kembali menggunakan refrigerator dengan refrigerant yang berfungsi sebagai pendingin udara agar suhunya kembali ke suhu yang diinginkan.

4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Adanya unit pengolahan limbah bertujuan untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari seluruh area pabrik sebelum limbah tersebut di buang, sehingga limbah buangan pabrik tidak mencemari lingkungan sekitar pabrik.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik pentaeritritol berupa formaldehida, asetaldehida, dan air dalam bentuk gas. Gas buangan dari unit proses dikumpulkan dan diolah Unit Pengolahan Lanjut (UPL).

4.5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Fungsi	:	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai.
Jenis	:	Bak berbentuk empat persegi panjang dengan bahan beton bertulang
Dimensi	:	Panjang = 13,33 m
	:	Lebar = 13,33 m
	:	Tinggi = 6,66 m
Volume	:	1071,89 m ³
Waktu Tinggal	:	6 jam
Jumlah	:	1 buah

Harga : \$ 1,765

2. Bak Penggumpal (BU-02)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang merupakan dispresi koloid dalam air dengan menambahkan kougulan untuk menggumpalkan kotoran

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi : Diameter = 6,1 m

Tinggi = 6,1 m

Volume : 178,49 m³

Waktu Tinggal : 1 jam

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi Pengaduk :

Diameter Pengaduk = 2,03 m

Lebar Pengaduk = 1,52 m

Lebar Baffle = 0,20 m

Jumlah Baffle = 4

Jenis Pengaduk = *Marine Propeller 3 Blade*

Power Pengadukan = 2 Hp

Harga : \$ 9,885

3. Tangki Larutan Alum (TU-01)

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan

dimasukan ke dalam tangki klorinisasi (TU-02)

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi : Diameter = 1,80 m
Tinggi = 3,60 m

Volume : 9,1839 m³

Waktu Tinggal : 7 hari

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1,187

4. Clarifier (CLU)

Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk di bak penggumpal

Jenis : Berbentuk tangki silinder tegak dengan tutup atap kerucut

Dimensi : Diameter = 6,10 m
Tinggi = 7,51 m

Volume : 178,4965 m³

Waktu Pengendapan : 1 jam

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 17,770

5. Sand Filter (FU)

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus (kotoran yang masih

tersisa atau belum mengendap) dalam bak pengendap

Jenis : *Gravity sand filter*

Dimensi : Panjang = 2,62 m

Lebar = 2,62 m

Tinggi = 1,31 m

Volume : 9,08 m³

Debit Aliran : 589,44 gpm

Jumlah : 1 buah

6. Bak Penampung sementara dari *Sand Filter* (BU-03)

Fungsi : Menampung air bersih sementara yang berasal dari *sand filter*

Jenis : Bak berbentuk empat persegi yang di perkuat dengan bahan beton bertulang dan dilapiskan porselin

Dimensi : Panjang = 6,84 m

Lebar = 6,84 m

Waktu Tinggal : 1 jam

Jumlah : 1 buah

7. Tangki Klorinasi (TU-02)

Fungsi : Mencampur Klorin dalam ke dalam air untuk keperluan air rumah tangga

Jenis : Berbentuk tangki silinder berpengaduk

Dimensi : Diameter = 2,53 m
Tinggi = 2,53 m
Volume : 12,77 m³
Waktu Tinggal : 1 jam
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 6,825

8. Tangki Penampung Sementara Air proses (TU-04)

Fungsi : Menampung sementara air untuk umpan ke hidrolizer
Jenis : Tangki silinder tegak
Dimensi : Diameter = 1,54 m
Tinggi = 1,54 m
Volume : 2,88 m³
Waktu Tinggal : 24 jam
Jumlah : 1 buah
Harga : \$1,187

9. Tangki Air Bersih (TU-03)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga
Jenis : Tangki silinder tegak
Dimensi : Diameter = 7,31 m
Tinggi = 7,31 m
Volume : 306,65 m³

Waktu Tingga : 24 jam

Jumlah : 1 buah

10. Tangki Deaerator (DE)

Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *feet water* yang menyebabkan kerak pada reboiler

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi : Diameter = 1,4 m

Panjang = 1,4 m

Volume : 2,18 m³

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 9,061

11. Tangki Air Pendingin (TU-08)

Fungsi : Menampung air make up dan air pendingin proses yang sudah diinginkan

Jenis : Bak berbentuk persegi panjang dengan bahan beton bertulang

Dimensi : Panjang = 6,51 m

Lebar = 6,51 m

Tinggi = 3,2 m

Volume : 138,17 m³

Waktu Tingga : 24 jam

Jumlah : 1 buah

12. Cooling Tower (CT)

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin agar dapat digunakan kembali

Jenis : *Inducted draft cooling tower*

T in : 40 °C

T out : 30 °C

Dimensi : Panjang = 4,25 m
Lebar = 4,25 m

Harga : \$ 8,002

13. Kation Exchanger (KE)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-katian seperti C_a dan M_g

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi : Diameter = 0,43 m
Tinggi = 2,2860 m

Volume : 0,283 m³

Waktu Tinggal : 21 jam

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 8,826

14. Blower Cooling Tower (BL-01)

Fungsi : Menghisap udara di sekitar untuk di kontakkan dengan air

yang akan di dinginkan

Kapasitas : 58153,22 ft³/menit

Effisiensi : 86%

Tenaga Motor : 15 HP

Jumlah : 1 buah

15. Anion Exchanger (AE)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion Cl,SO₄, dan NO₃

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi : Diameter = 0,45 m

Tinggi = 2,28 m

Volume : 0,2837 m³

Waktu Tinggal : 7 jam

Jumlah : 1 buah

16. Tangki Asam Sulfat (TU-05)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan H₂SO₄ untuk regenerasi *kation exchanger*

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi : Diameter = 1,41 m

Tinggi = 1,41 m

Volume : 2,20 m³

Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 4,589

17. Tangki Natrium Hidroksida (TU-06)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan NaOH untuk regenerasi anion *exchanger*
Jenis : Tangki Silinder Tegak
Dimensi : Diameter = 1,206 m
Tinggi = 1,206 m
Volume : 1,3798 m³
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 1,118

18. Tangki N₂H₄ (TU-07)

Fungsi : Menyimpan larutan N₂H₄
Jenis : Tangki silinder vertikal
Dimensi : Diameter = 1,41 m
Tinggi = 1,41 m
Volume : 2,22 m³
Waktu Tinggal : 24 jam
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 18,678

19. Tangki Umpan *Boiler* (TU-09)

Fungsi	: Mencampur kondensat sirkulasi dan make up air umpan boiler sebelum di bangkitkan sebagai steam alam boiler
Jenis	: Tangki silinder vertikal
Dimensi	: Diameter = 2,26 m Tinggi = 2,26 m
Volume	: 9,10 m ³
Waktu Tinggal	: 24 jam
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$10,356

20. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai menuju screening (FU-01)
Jenis	: <i>Single-stage centrifugal pump</i>
Pemilihan Pipa	:
NPS	= 2
Sch No	= 40
OD	= 10,75 in
ID	= 10,02 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kapasitas	: 768,69 gpm
<i>Head</i> Pompa	: 5,21 m
Putaran Pompa	:

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 5 HP

Ns = 11540,58

Tipe *impeller* = Axial flow impeller

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

21. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari screening (FU-01) ke bak sedimentasi (BU-01).

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 10,75 in

ID = 10,02 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 768,69 gpm

Head Pompa : 6,64 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 85%

Motor Standard = 7,5 HP

$N_s = 9613,587$

Tipe *impeller* = Axial flow impeller

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

22. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak sedimentasi (BU-01) menuju bak pengumpul (BU-02)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 10,75 in

ID = 10,020 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 768,6914 gpm

Head Pompa : 6,40 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 7,5 HP

$N_s = 9886,922$

Tipe *impeller* = Axial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

23. Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki alum (TU-01) menuju bak penggumpal (BU- 02)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 0,41 in

ID = 0,27 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 0,04 gpm

Head Pompa : 3,64 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,05 HP

Ns = 108,42

Tipe *impeller* = Radial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

24. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak penggumpal (BU-02) menuju

Clarifier (CLU)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 10,75 in

ID = 10,02 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 768,69 gpm

Head Pompa : 6,30 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 7,5 HP

Ns = 10003,72

Tipe *impeller* = Axial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

25. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari Clarifier (CLU) menuju ke sand filter
(FU-02)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 10,75 in

ID = 10,02 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 691,82 gpm

Head Pompa : 1,40 m

Putaran Pompa:

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 1,5 HP

Ns = 28286,18

Tipe *impeller* = Axial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

26. Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari *Sand Filter* (FU-02) menuju Bak Penampung Sementara (BU-03)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 10,75 in

ID = 10,02 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 691,82 gpm

Head Pompa : 3,59 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 5 HP

Ns = 14461,63

Tipe *impeller* = Axial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

27. Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung sementara (BU-03)
menuju tangki kloriasi (TU-02)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 3,50 in

ID = 3,07 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 55,03 gpm

Head Pompa : 2,94 m

Putaran Pompa:

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,33 HP

Ns = 4735,87

Tipe *impeller* = Mixed flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

28. Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki klorinasi (TU-02) menuju Tangki Air Bersih (TU-03)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 3,50 in

ID = 3,068 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 55,03 gpm

Head Pompa : 7,72 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 1 HP

Ns = 2299,08

Tipe *impeller* = Mixed flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

29. Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bersih (TU-03) menuju area domestik

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 3,50 in

ID = 3,07 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 55,03 gpm

Head Pompa : 7,50 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,75 HP

Ns = 2340,94

Tipe *impeller* = Mixed flow
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 4,825

30. Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-03) menuju Tangki Penampung Sementara Air Proses (TU-04)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 10,75 in

ID = 10,02 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 691,82 gpm

Head Pompa : 1,64 m

Putaran Pompa:

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 1,5 HP

Ns = 26008,73

Tipe *impeller* = Axial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

31. Pompa Utilitas (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Penampung Sementara Air
Proses (TU-04) menuju area proses

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 2

Sch No = 40

OD = 0,68 in

ID = 0,38 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 0,52 gpm

Head Pompa : 1,85 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,05 HP

Ns = 649,35

Tipe *impeller* = Radial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

32. Pompa Utilitas (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-03)
menuju Tangki Air Pendingin (TU-08)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1

Sch No = 40

OD = 10,75 in

ID = 10,02 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 691,82 gpm

Head Pompa : 3,35 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 3 HP

Ns = 15221,62

Tipe *impeller* = Radial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

33. Pompa Utilitas (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Air Pendingin (TU-08) menuju
Cooling tower (CT)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1,25

Sch No = 40

OD = 8,63 in

ID = 7,98 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 595,01 gpm

Head Pompa : 1,05 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 1 HP

Ns = 34617,85

Tipe *impeller* = Axial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

34. Pompa Utilitas (PU-15)

Fungsi : Mengalirkan air dari Cooling Tower (CT) menuju recycle ke Tangki Air Pendingin (TU-08)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1,25

Sch No = 40

OD = 8,63 in

ID = 8,00 in

Jenis Aliran : Turbulen
Kapasitas : 595,01 gpm
Head Pompa : 3,47 m

Putaran Pompa:

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 3 HP

Ns = 13752,36

Tipe *impeller* = Axial Flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$4 ,825

35. Pompa Utilitas (PU-16)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-03)
menuju Kation Exchanger (KE)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1

Sch No = 40

OD = 10,75 in

ID = 10,02 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 691,82 gpm

Head Pompa : 2,38 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,33 HP

Ns = 19659,52

Tipe *impeller* = Axial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

36. Pompa Utilitas (PU-17)

Fungsi : Mengalirkan H₂SO₄ ke tangki Kation Exchanger (KE)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1

Sch No = 40

OD = 0,54 in

ID = 0,36 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 0,06 gpm

Head Pompa : 2,89 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,05 HP

Ns = 157,51

Tipe *impeller* = Axial flow
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 4,825

37. Pompa Utilitas (PU-18)

Fungsi : Mengalirkan air Kation Exchanger (KE) menuju Anion Exchanger (AE)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1

Sch No = 40

OD = 1,66 in

ID = 1,25 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 9,40 gpm

Head Pompa : 2,69 m

Putaran Pompa:

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,33 HP

Ns = 2092,01

Tipe *impeller* = Mixed flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

38. Pompa Utilitas (PU-19)

Fungsi : Mengalirkan NaOH ke tangki Anion Exchanger (AE)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1

Sch No = 40

OD = 0,41 in

ID = 0,13 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 0,04 gpm

Head Pompa : 4,09 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,05 HP

Ns = 6,567

Tipe *impeller* = Radial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

39. Pompa Utilitas (PU-20)

Fungsi : Mengalirkan air dari Anion Exchanger (AE) menuju
Tangki Umpan Boiler (TU-09)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 0,75

Sch No = 40

OD = 1,66 in

ID = 1,38 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 9,40 gpm

Head Pompa : 2,67 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,83 HP

Ns = 2105,26

Tipe *impeller* = Mixed flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

40. Pompa Utilitas (PU-21)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Umpan Boiler (TU-09) menuju Dearator (De)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1

Sch No = 40

OD = 2,88 in

ID = 2,50 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 39,19 gpm

Head Pompa : 1,74 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,125HP

Ns = 5927,91

Tipe *impeller* = mixed flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

41. Pompa Utilitas (PU-22)

Fungsi : Mengalirkan N_2H_4 menuju Dearator (DE)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa :

NPS = 1

Sch No = 40

OD = 0,41 in

ID = 0,13 in

Jenis Aliran : Turbulen

Kapasitas : 0,04 gpm

Head Pompa : 1,40 m

Putaran Pompa :

Efisiensi Motor = 80%

Motor Standard = 0,05 HP

Ns = 18,886

Tipe *impeller* = Radial flow

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 4,825

42. Kompresor Utilitas (COU-01)

Fungsi : Mengalirkan dan menaikkan tekanan gas dari *Boiler* ke zona pemanasan dengan tekanan 1 atm ke 2 atm

Jenis : *Single Stage Centrifugal Compressor*

Kapasitas : 40,704 ft³/menit

Effisiensi : 85%

Tenaga Motor : 7,5 HP

Jumlah : 1

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Harga : \$ 460

4.6 ORGANISASI PERUSAHAAN

4.6.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada pra rancangan pabrik

pentaeritritol adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham. Pabrik pentaeritritol ini akan didirikan pada tahun 2025 yang direncanakan memiliki :

Bentuk	: Perseroan Terbatas
Lapangan usaha	: Industri
Lokasi perusahaan	: Surabaya, Jawa Timur
Kapasitas	: 20.000 ton/tahun

Alasan dipilih bentuk perusahaan perseroan terbatas adalah didasarkan beberapa faktor yaitu sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain (pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris) sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.

3. Efisiensi dari Manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cakap dan berpengalaman.

4. Lapangan Usaha Lebih Luas

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

5. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
6. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
7. Mudah bergerak di pasar modal.

Ciri dari Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang–Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dengan akta pendirian dan terdiri dari saham–saham.
3. Pemilik perusahaan adalah pemegang saham.
4. Pabrik dipimpin oleh seorang direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direktur dengan memperhatikan hukum–hukum perburuhan.

4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk

mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas sebagai pedoman antara lain :

1. Tujuan perusahaan
2. Pembagian kerja
3. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
4. Pengontrolan pekerjaan yang dilaksanakan
5. Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berdasarkan pedoman tersebut maka akan diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya yaitu sistem *line and staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat pada sistem organisasi fungsional, sehingga karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang ahli di bidangnya. Staff ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line dan staff* ini, yaitu :

1. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.
2. Sebagai line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

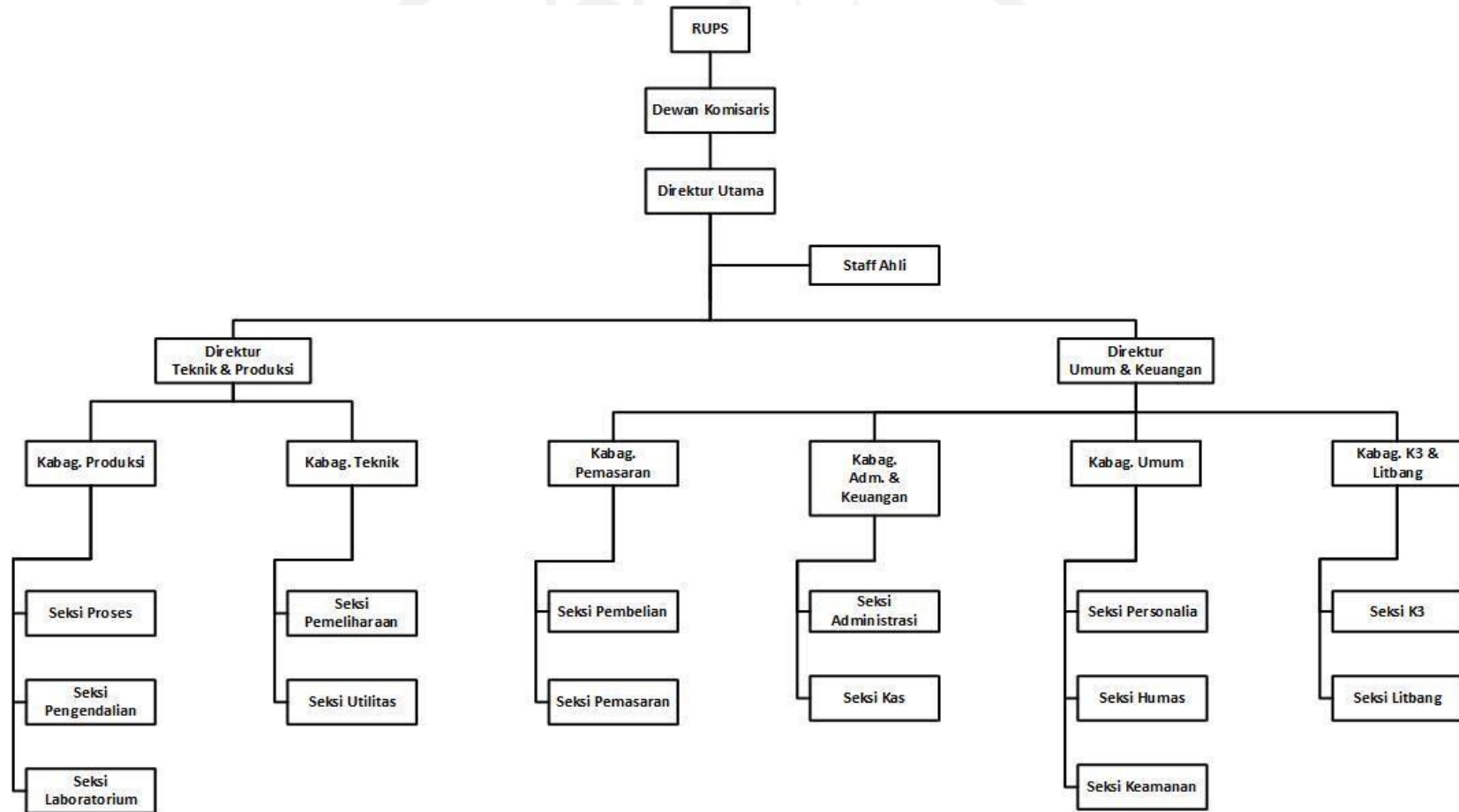
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris yang dipimpin oleh presiden komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan direktur dibantu oleh direktur teknik dan produksi serta direktur umum dan keuangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya.

Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu dan masing-masing kepala regu akan bertanggung jawab kepada kepala seksi.

Manfaat adanya struktur organisasi adalah :

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain lain.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
4. Penyusunan program pengembangan manajemen.
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Gambar 4.3 adalah struktur organisasi pabrik pentaeritritol dari formaldehida dan asetaldehida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun.



Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan

4.6.3 Tugas dan Wewenang

4.6.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.6.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas dewan komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahannya pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

4.6.3.3 Dewan Direksi

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan

bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur teknik dan produksi, serta direktur umum dan keuangan.

Tugas direktur utama antara lain :

1. Mengeluarkan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan perkerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antar pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan pemegang saham.
4. Mengkoordinir pekerjaan dengan direktur teknik dan produksi serta direktur umum dan keuangan.

Tugas direktur teknik dan produksi antara lain :

1. Bertanggung jawab pada direktur dalam bidang teknik dan produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur umum dan keuangan antara lain :

1. Bertanggung jawab pada direktur dalam bidang keuangan, pemasaran, K3 dan lingkungan serta pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.6.3.4 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas untuk membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab pada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang staff ahli adalah sebagai berikut :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam pelaksanaan pengembangan perusahaan.
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3. Mempertinggi efisiensi kerja.

4.6.3.5 Kepala Bagian

1. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi bertanggung jawab pada direktur teknik dan produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi :

- a. Seksi Proses

Tugas seksi proses meliputi :

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- Mengawasi jalannya proses produksi.

- b. Seksi Pengendalian

Tugas seksi pengendalian adalah menangani hal-hal yang dapat

mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

c. Seksi Laboratorium

Tugas seksi laboratorium meliputi :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk.
- Mengawasi kualitas buangan pabrik.

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik meliputi :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang peralatan, proses, dan utilitas.
- b. Mengkoordinir kepala–kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi :

a. Seksi Pemeliharaan

Tugas seksi pemeliharaan antara lain :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

b. Seksi Utilitas

Tugas seksi utilitas antara lain melaksanakan dan mengatur sarana utilitas yang memenuhi kebutuhan proses, air, steam, dan tenaga listrik.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas kepala bagian pemasaran antara lain :

- a. Bertanggung jawab pada direktur umum dan keuangan dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pemasaran membawahi :

- a. Seksi Pembelian

Tugas seksi pembelian antara lain :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gedung.

- b. Seksi Pemasaran

Tugas seksi pemasaran antara lain

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- Mengatur distribusi barang dari gudang.

4. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas kepala bagian administrasi dan keuangan adalah sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur umum dan keuangan dalam bidang administrasi dan keuangan.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi dan keuangan membawahi :

- a. Seksi Administrasi

Tugas seksi administrasi antara lain menyelenggarakan pencatatan hutang piutang pada administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta

masalah pajak.

b. Seksi Kas

Tugas seksi kas antara lain :

- * Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.
- * Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat prediksi keuangan masa depan.

5. Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur umum dan keuangan dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian umum membawahi :

a. Seksi Personalia

Tugas seksi personalia antara lain :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

b. Seksi Humas

Tugas seksi humas antara lain mengatur hubungan antara perusahaan dan

masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

c. Seksi Keamanan

Tugas seksi keamanan antara lain :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan dalam lingkungan perusahaan.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

6. Kepala Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan Litbang

Tugas kepala bagian K3 dan litbang antara lain :

- a. Bertanggungjawab kepada direktur umum dan keuangan dalam bidang K3 serta penelitian dan pengembangan produk.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian K3 dan litbang membawahi :

- a. Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja
- b. Seksi Penelitian dan Pengembangan

4.6.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.6.3.7 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Status karyawan dapat dibagi menjadi 3 golongan, antara lain :

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.6.4 Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Perincian jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan terdapat pada tabel 4.25.

Tabel. 4.25 Jabatan dan Keahlian

No.	Jabatan	Keahlian
1.	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3.	Direktur Umum dan Keuangan	Sarjana Ekonomi
4.	Staff Ahli	Magister Teknik Kimia dan Ekonomi
5.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
7.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8.	Kepala Bagian Adm. & Keuangan	Sarjana Ekonomi
9.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Sosial
10.	Kepala Bagian K3	Sarjana Teknik Kimia
11.	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
12.	Kepala Seksi Pengendalian	Sarjana Teknik Kimia
13.	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
14.	Kepala Seksi Pemeliharaan	Sarjana Teknik Mesin
15.	Kepala Seksi Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
16.	Kepala Seksi Pembelian	Sarjana Ekonomi
17.	Kepala Seksi Pemasaran	Sarjana Ekonomi
18.	Kepala Seksi Administrasi	Sarjana Ekonomi
19.	Kepala Seksi Kas	Sarjana Ekonomi
20.	Kepala Seksi Personalia	Sarjana Sosial
21.	Kepala Seksi Humas	Sarjana Sosial
22.	Kepala Seksi Keamanan	SMA/ sederajat
23.	Kepala Seksi K3	Sarjana K3
24.	Kepala Seksi Litbang	Sarjana Teknik Kimia

Tabel. 4.25 Jabatan dan Keahlian (Lanjutan)

No.	Jabatan	Keahlian
25.	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
26.	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
27.	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
28.	Karyawan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Mesin
29.	Karyawan Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
30.	Karyawan Pembelian	Ahli Madya Teknik Industri/ Ekonomi
31.	Karyawan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri/ Ekonomi
32.	Karyawan Administrasi	Ahli Madya Ekonomi
33.	Karyawan Kas	Ahli Madya Ekonomi
34.	Karyawan Personalia	Ahli Madya Sosial
35.	Karyawan Humas	Ahli Madya Sosial
36.	Karyawan Keamanan	SMA/ sederajat
37.	Karyawan K3	Ahli Madya Hiperkes & Kesehatan Kerja
38.	Karyawan Litbang	Ahli Madya Teknik Kimia
39.	Operator	Ahli Madya Teknik Kimia
40.	Sopir	SMA/ sederajat
41.	Librarian	Ahli Madya Teknisi Perpustakaan
42.	Cleaning Service	SMP/ sederajat
43.	Dokter	Sarjana Kedokteran
44.	Perawat	Sarjana Keperawatan

4.6.5 Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat digambarkan pada tabel 4.26.

Tabel. 4.26 Jumlah Operator

No	Alat	Jumlah	Jumlah	Jumlah
		(Unit)	(operator/unit/shift)	(operator/shift)
Proses (Sumber : Aries & Newton tabel 35 pg 162 ; Ulrich tabel 6-2 pg 329)				
1.	Mixer	1	0,3	0,3
2.	Reaktor	1	0,5	1
3.	Neutralizer	1	0,5	0,5
4.	Evaporator	1	0,25	0,25
5.	Centrifuge	1	0,25	0,25
6.	Cryztallizer	1	0,15	0,15
7.	Rotary Dryer	2	0,5	0,5
8.	Heater	5	0,1	0,5
9.	Cooler	1	0,1	0,1
Utilitas (Sumber : Ulrich tabel 6-2 pg 329)				
1.	Clarifier	1	0,1	0,1
2.	Sand filter	1	0,1	0,1
3.	Kation Exchanger	1	0,5	0,5
4.	Anion Exchanger	1	0,5	0,5
5.	Deaerator	1	1	1
6.	Boiler	1	1	1
7.	Cooling tower	1	1	1
8.	Electrical	3	3	9
Total				15,6

Tabel. 4.27 Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Produksi & Teknik	1
3.	Direktur Keuangan & Umum	1
4.	Staff Ahli	1
5.	Ka. Bag. Produksi	1
6.	Ka. Bag. Teknik	1
7.	Ka. Bag. Pemasaran	1
8.	Ka. Bag. Administrasi & Keuangan	1
9.	Ka. Bag. Umum	1
10.	Ka. Bag. K3	1
11.	Ka. Sek. Proses	1
12.	Ka. Sek. Keuangan	1
13.	Ka. Sek. Laboratorium	1
14.	Ka. Sek. Tekniik	1
15.	Ka. Sek. Utilitas	1
16.	Ka. Sek. Listrik	1
17.	Ka. Sek. Pemasaran	1
18.	Ka. Sek. Administrasi	1
19.	Ka. Sek. Pemeliharaan	1
20.	Ka. Sek. Personalia	1
21.	Ka. Sek. Humas	1
22.	Ka. Sek. K3	1
23.	Dewan Komisaris	1
24.	Karyawan Proses	8
25.	Karyawan Laboratorium	4
26.	Karyawan Pemeliharaan	5

Tabel. 4.27 Jumlah Karyawan (Lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah
27.	Karyawan Utilitas	24
28.	Karyawan Pembelian	2
29.	Karyawan Pemasaran	2
30.	Karyawan Administrasi	2
31.	Karyawan Kas	2
32.	Karyawan Personalia	2
33.	Karyawan Humas	2
34.	Karyawan Keamanan	4
35.	Karyawan K3	4
36.	Karyawan Instrumen	3
37.	Operator	48
38.	Supir	3
39.	<i>Librarian</i>	1
40.	<i>Cleaning service</i>	7
41.	Dokter	2
42.	Perawat	4
Total		152

4.6.6 Pembagian Jam Kerja

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan, yaitu karyawan non-shift (harian) dan karyawan shift.

4.6.6.1 Karyawan Non Shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk dalam karyawan non shift adalah direktur utama, direktur teknik dan produksi, direktur umum dan keuangan, kepala bagian

serta bawahan yang berada di kantor. Jam kerja karyawan non shift ditetapkan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep234/Men/2003 yaitu 8 jam sehari atau 40 jam per minggu dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (Pasal 10 kep.234/Men/2003) dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam. Karyawan non shift dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Senin-Kamis	:	
Jam Kerja	:	08.00 – 12.00 dan 13.00 – 17.00
Istirahat	:	12.00 – 13.00
Jumat	:	
Jam Kerja	:	08.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00
Istirahat	:	11.30 – 13.30
Hari Sabtu dan Minggu libur		

4.6.6.2 Karyawan Shift

Untuk pekerjaan yang langsung berhubungan dengan proses produksi yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, para karyawan diberi pekerjaan bergilir (shift work). Pekerjaan dalam satu hari dibagi tiga shift yaitu tiap shift bekerja selama 8 jam dengan pembagian shift sebagai berikut :

- Shift I : 00.00 – 08.00
- Shift II : 08.00 – 16.00

- Shift III : 16.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan shift yang berbeda setiap 3 harinya dan setelah 3 kali shift maka akan mendapatkan libur selama 3 hari. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam tabel 4.28.

Tabel 4.28 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu

Regu	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	I	L	L	L	III	III	III	II	II	II	I	I	I
B	II	II	II	I	I	I	L	L	L	III	III	III	II	II	II
C	III	III	III	II	II	II	I	I	I	L	L	L	III	III	III
D	L	L	L	III	III	III	II	II	II	I	I	I	L	L	L

Regu	Tanggal														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	L	L	L	III	III	III	II	II	II	I	I	I	L	L	L
B	I	I	I	L	L	L	III	III	III	II	II	II	I	I	I
C	II	II	II	I	I	I	L	L	L	III	III	III	II	II	II
D	III	III	III	II	II	II	I	I	I	L	L	L	III	III	III

Keterangan :

I : Shift Malam II : Shift Pagi III : Shift Siang L : Libur

4.6.7 Ketenagakerjaan

4.6.7.1 Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

4.6.7.2 Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (non shift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime).

4.6.7.3 Kerja Lembur

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4.6.7.4 Sistem Gaji Pegawai

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya. Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu :

1. Gaji bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang melebihi jam kerja yang telah

ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4.29 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji		
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
1.	Direktur Utama	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000	Rp 480.000.000
2.	Direktur Produksi & Teknik	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000	Rp 480.000.000
3.	Direktur Keuangan & Umum	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000	Rp 480.000.000
4.	Staff Ahli	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
5.	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
6.	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
7.	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
8.	Ka. Bag. Administrasi & Keuangan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
9.	Ka. Bag. Umum	1	Rp 22.000.000	Rp 22.000.000	Rp 264.000.000
10.	Ka. Bag. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
11.	Ka. Sek. Proses	1	Rp 22.500.000	Rp 22.500.000	Rp 270.000.000
12.	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 22.500.000	Rp 22.500.000	Rp 270.000.000
13.	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
14.	Ka. Sek. Tekniik	1	Rp 22.500.000	Rp 22.500.000	Rp 270.000.000
15.	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 22.500.000	Rp 22.500.000	Rp 270.000.000
16.	Ka. Sek. Listrik	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
17.	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
18.	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
19.	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
20.	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
21.	Ka. Sek. Humas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000

Tabel 4.29 Gaji Karyawan (Lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah	Gaji		
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
22.	Ka. Sek. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
23.	Dewan Komisaris	1	Rp 42.000.000	Rp 42.000.000	Rp 504.000.000
24.	Karyawan Proses	8	Rp 11.000.000	Rp 88.000.000	Rp 1.056.000.000
25.	Karyawan Laboratorium	4	Rp 9.000.000	Rp 36.000.000	Rp 432.000.000
26.	Karyawan Pemeliharaan	5	Rp 9.000.000	Rp 45.000.000	Rp 540.000.000
27.	Karyawan Utilitas	24	Rp 9.000.000	Rp 216.000.000	Rp 2.592.000.000
28.	Karyawan Pembelian	2	Rp 7.000.000	Rp 14.000.000	Rp 168.000.000
29.	Karyawan Pemasaran	2	Rp 7.000.000	Rp 14.000.000	Rp 168.000.000
30.	Karyawan Administrasi	2	Rp 7.000.000	Rp 14.000.000	Rp 168.000.000
31.	Karyawan Kas	2	Rp 7.000.000	Rp 14.000.000	Rp 168.000.000
32.	Karyawan Personalia	2	Rp 7.000.000	Rp 14.000.000	Rp 168.000.000
33.	Karyawan Humas	2	Rp 7.000.000	Rp 14.000.000	Rp 168.000.000
34.	Karyawan Keamanan	4	Rp 7.000.000	Rp 28.000.000	Rp 336.000.000
35.	Karyawan K3	4	Rp 7.000.000	Rp 28.000.000	Rp 336.000.000
36.	Karyawan Instrumen	3	Rp 12.000.000	Rp 36.000.000	Rp 432.000.000
37.	Operator	48	Rp 6.000.000	Rp 288.000.000	Rp 3.456.000.000
38.	Supir	3	Rp 4.000.000	Rp 12.000.000	Rp 144.000.000
39.	<i>Librarian</i>	1	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000	Rp 48.000.000
40.	<i>Cleaning service</i>	7	Rp 4.000.000	Rp 28.000.000	Rp 336.000.000
41.	Dokter	2	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
42.	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
Total		152	Rp 733.000.000	Rp 1.527.000.000	Rp 18.324.000.000

4.6.8 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik,

sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan. Adapun fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

1. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisien produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu, perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

2. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.

3. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

4. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang Hari Raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

5. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

6. Tempat Ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah (Masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

7. Transportasi

Untuk meningkatkan produktivitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulannya.

8. Hak Cuti

- a. Cuti Tahunan : diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- b. Cuti Massal : setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan Hari Raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

4.7 EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi dalam prarancangan pabrik diperlukan guna memperkirakan apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak. Untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas atau titik dimana pabrik tidak untung dan tidak rugi.

Dalam evaluasi ekonomi, ada beberapa faktor yang dapat ditinjau, antara lain :

1. *Return On Investment* (ROI)

2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)
4. *Break Even Point* (BEP)
5. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum melakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu melakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

1. Penentuan Modal Industri (*Capital Investment*)
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Analisa Keuntungan
4. Analisa Kelayakan

Dalam evaluasi ekonomi, semua harga diperhitungkan sesuai dengan harga pada tahun pabrik direncanakan akan berdiri, yaitu tahun 2023. Data- data harga diambil www.matche.com (2014). Harga alat pada tahun tertentu ditentukan menggunakan persamaan berikut :

$$E_x = \frac{N_x}{N_y} E_y \quad (\text{Aries Newton, hal 16})$$

dengan :

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

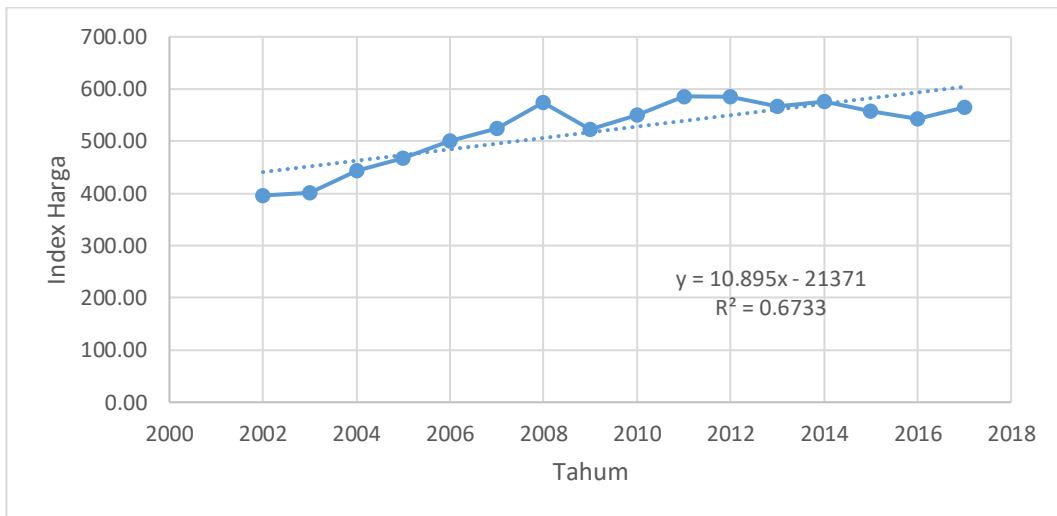
N_x = nilai indeks untuk tahun X

N_y = nilai indeks untuk tahun Y

Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan indeks harga. Berdasarkan buku Timmerhause diperoleh nilai CEP (*Chemical Engineering Plant*) Indeks dari tahun 2002-2017 sebagaimana terdapat dalam Tabel 4.30 dan gambar 4.8.

Tabel 4.30 Index Harga

Tahun	Chemical Engineering Index
2002	396,00
2003	402,00
2004	444,00
2005	468,00
2006	500,00
2007	525,00
2008	575,00
2009	522,00
2010	551,00
2011	586,00
2012	585,00
2013	567,00
2014	576,00
2015	557,00
2016	542,00
2017	565,50



Gambar 4.8 Grafik Index Harga

Untuk menghitung index harga pada beberapa tahun yang akan datang, maka dapat digunakan persamaan garis lurus pada persamaan (1).

$$y = ax + b \dots\dots(1)$$

Keterangan : y = Index harga, x = tahun, a = gradien, b = *intercept*.

Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka dapat diketahui index harga pada tahun 2025 adalah :

$$y = (11 \times 2025) - 21371$$

$$y = 691,375$$

4.7.1 Capital Investment

4.7.1.1 Fixed Capital Investment

Fixed capital atau modal tetap merupakan modal yang diperlukan untuk pembangunan dan pemasangan fasilitas-fasilitas pabrik secara fisik.

Tabel 4.31 Fixed Capital Investment

No	Komponen	Harga (US \$)	Harga (Rp)
1.	<i>Purchased Equipment cost</i>	\$ 2.642.065	Rp 37.517.321.402
2.	<i>Delivered Equipment Cost</i>	\$ 660.516	Rp 9.379.330.350
3.	Instalasi cost	\$ 417.744	Rp 5.931.964.085
4.	Pemipaan	\$ 1.441.591	Rp 20.470.586.645
5.	Instrumentasi	\$ 657.930	Rp 9.342.605.649
6.	Insulasi	\$ 99.124	Rp 1.407.560.069
7.	Listrik	\$ 317.048	Rp 4.502.078.568
8.	Bangunan	\$ 1.260.739	Rp 17.902.500.000
9.	<i>Land & Yard Improvement</i>	\$ 3.111.092	Rp 44.177.500.000
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		\$ 10.607.848	Rp 150.631.446.768
10.	<i>Engineering and construction</i>	\$ 2.121.570	Rp 30.126.289.354
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>		\$ 12.729.418	Rp 180.757.736.122
11.	<i>Contractor's fee</i>	\$ 572.824	Rp 8.134.098.125
12.	<i>Contingency</i>	\$ 1.272.942	Rp 18.075.773.612
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		\$ 14.575.184	Rp 206.967.607.859

4.7.1.2 Working Capital Investment

Working capital atau modal kerja merupakan modal yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau produksi dari suatu pabrik dalam jangka waktu tertentu.

Tabel 4.32 Working Capital Investment

No	Komponen	Harga (US\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	\$ 7.693.343	Rp 109.245.466.729
2.	<i>In Process Inventory</i>	\$ 5.028.443	Rp 71.403.886.959
3.	<i>Product Inventory</i>	\$ 3.352.295	Rp 47.602.591.306
4.	<i>Extended Credit</i>	\$ 12.981.818	Rp 184.341.818.163
5.	<i>Available Cash</i>	\$ 10.056.885	Rp 142.807.773.918
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>		\$ 39.112.784	Rp 555.401.537.076

4.7.2 Total Production Cost

4.7.2.1 Manufacturing Cost

a. Direct Manufacturing Cost

Direct Manufacturing Cost atau biaya produksi langsung meliputi biaya yang berhubungan secara langsung dengan proses produksi.

b. Indirect Manufacturing Cost

Indirect Manufacturing Cost atau biaya produksi tidak langsung merupakan biaya pengeluaran yang diadakan sebagai akibat (tidak langsung) dari operasi produksi.

c. Fixed Manufacturing Cost

Fixed Manufacturing Cost atau biaya tetap merupakan biaya tertentu yang akan selalu dikeluarkan baik ketika pabrik beroperasi atau tidak, biaya ini juga tidak tergantung pada jumlah produksi yang termasuk dalam biaya tetap adalah depresiasi, pajak, asuransi dan sewa.

Tabel 4.33 Manufacturing Cost

No	Komponen	Harga (US\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw Material</i>	\$ 28.208.923	Rp 400.566.711.341
2.	<i>Labor</i>	\$ 1.290.423	Rp 18.324.000.000
3.	<i>Supervision</i>	\$ 129.042	Rp 1.832.400.000
4.	<i>Maintenance</i>	\$ 291.504	Rp 4.139.352.157
5.	<i>Plant Supplies</i>	\$ 40.811	Rp 579.509.302
6.	<i>Royalty and Patents</i>	\$ 952.000	Rp 13.518.399.999
7.	<i>Utilities</i>	\$ 882.415	Rp 12.530.294.705
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		\$ 31.795.117	Rp 451.490.667.504
8.	<i>Payroll Overhead</i>	\$ 193.563	Rp 2.748.600.000
9.	<i>Laboratory</i>	\$ 129.042	Rp 1.832.400.000
10.	<i>Plant Overhead</i>	\$ 774.254	Rp 10.994.400.000
11.	<i>Packaging and Shipping</i>	\$ 2.380.000	Rp 33.795.999.997
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		\$ 3.476.859	Rp 49.371.399.997
12.	<i>Depreciation</i>	\$ 1.311.767	Rp 18.627.084.707
13.	<i>Property tax</i>	\$ 145.752	Rp 2.069.676.079
14.	<i>Insurance</i>	\$ 145.752	Rp 2.069.676.079
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		\$ 1.603.270	Rp 22.766.436.865
<i>Manufacturing Cost</i>		\$ 36.875.247	Rp 523.628.504.365

4.7.2.2 General Expense

General Expense atau pengeluaran umum adalah biaya pengeluaran pabrik yang tidak termasuk dalam *manufacturing cost*. *General expense* ini meliputi biaya administrasi, penjualan produk, penelitian, dan biaya pembelanjaan.

Tabel 4.34 General Expense

No	Komponen	Harga (US\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Administration</i>	\$ 1.290.634	Rp 18.326.997.653
2.	<i>Sales expense</i>	\$ 2.396.891	Rp 34.035.852.784
3.	<i>Research</i>	\$ 1.401.259	Rp 19.897.883.166
4.	<i>Finance</i>	\$ 2.040.143	Rp 28.970.027.508
<i>General Expense (GE)</i>		\$ 7.128.927	Rp 101.230.761.110

4.7.3 Analisa Keuntungan

Pendapatan	= Rp 675.919.999.932
Pengeluaran	= Rp 624.859.265.475
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 51.060.734.457
Pajak (50%)	= Rp 25.530.367.229
Keuntungan setelah pajak	= Rp 25.530.367.229

4.7.4 Analisa Kelayakan

4.7.4.1 Return on Investment (ROI)

ROI adalah kecepatan tahunan pengembalian investasi (modal) dari keuntungan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 24,67%

ROI setelah pajak = 12,34%

4.7.4.2 Pay Out Time (POT)

POT adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi})}$$

POT sebelum pajak = 3 tahun

POT setelah pajak = 5 tahun

4.7.4.3 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

DCFR adalah besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Umur Pabrik (n) : 10 tahun

Fixed Capital Investment (FC) : Rp 206.967.607.859

Working Capital Investment (WC) : Rp 555.401.537.076

Salvage value (SV) : Rp 18.627.084.707

Cash Flow (CF) : Rp 73.127.479.443

Discounted cash flow dihitung secara trial & error.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$(FC + WC)(1 + i)^n = C \sum_{n=0}^{n=n-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

dengan :

FC = *fixed capital*

WC = *working capital*

SV = *salvage value*

C = *cash flow*

n = umur pabrik

i = nilai DCFR

Dengan trial & error diperoleh nilai $i = 0,0929$

DCFR = 9,29 %

4.7.4.4 Break Even Point (BEP)

BEP adalah suatu titik impas dimana pabrik tidak mengalami untung maupun rugi. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP.

Annual Fixed Cost (Fa) = US\$ 1,603,270 = Rp 22.766.436.865

Annual Regulated Cost (Ra) = US\$ 9,977,565 = Rp 141.681.422.569

Annual Variable Value (Va) = US\$ 55,253,763 = Rp 437.609.806.045

Annual Sales Value (Sa) = US\$ 85,343,434 = Rp 675.919.999.932

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

BEP = 46,91%

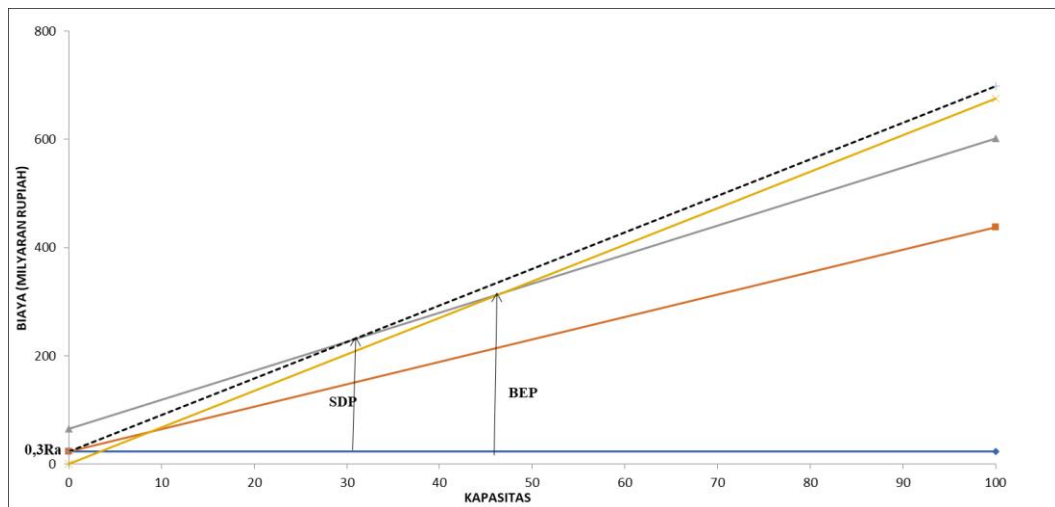
dengan :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expense* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

S_a = Annual Sales Value pada produksi maksimum



Gambar 4.9 Grafik BEP

4.7.4.5 Shut Down Point (SDP)

SDP adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi lebih mahal daripada untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0,3Ra}{S_a - V_a - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$SDP = 30,55\%$$

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pra rancangan pabrik pentaeritritol dari asetaldehida dan formaldehida dengan natrium hidroksida sebagai media alkali dengan kapasitas 20.000 ton/tahun, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pendirian pabrik pentaeritritol dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dilatarbelakangi oleh impor pentaeritritol yang tinggi sedangkan belum ada pabrik pentaeritritol di Indonesia
2. Pabrik pentaeritritol berbentuk perseroan terbatas direncanakan akan didirikan di atas tanah seluas 10,775 m² di Serang, Banten dengan jumlah karyawan sebanyak 152 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Berdasarkan tinjauan kondisi operasi, pemilihan bahan baku dan jenis produk, maka pabrik pentaeritritol dari asetaldehida dan formaldehida ini tergolong pabrik berisiko rendah (*low risk*).
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi maka didapatkan :

a. Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak Rp51.060.734.457/tahun dan keuntungan setelah pajak (50%) sebesar Rp25.530.367.229/tahun.

b. *Return On Investment* (ROI) :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 24,67%, dan ROI setelah pajak

sebesar 12,34%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia *low risk* adalah 11% - 44% (Aries & Newton, 1955).

c. *Pay Out Time* (POT) :

POT sebelum pajak selama 3 tahun dan POT setelah pajak selama 4,69 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan proses industri kimia maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

d. *Break Event Point* (BEP) pada 46,91%, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 30,55%.

e. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) sebesar 9,29%.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik pentaeritritol dari asetaldehida dan formaldehida dengan natrium hidroksida sebagai media alkali dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini perlu dipertimbangkan untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 SARAN

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan dapat berkembang pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost Estimation",
Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, "Unit
Operation", Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, "Process Equipment Design", John Wiley
and Sons, Inc., New York
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, "Chemical Engineering Design", Vol 1
- 6, Pergamon Internasional Library, New York
- Faith, W.L., and Keyes, D.B., 1961, "Industrial Chemical", John Wiley and Sons,
Inc., New York
- Jiang et al., 2012, "Method of Preparing Pentaeritritol", Patent No. 8.293.950 B2,
Unites States
- Kern, D.Q., 1983, "Process Heat Transfer", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New
York
- Levenspiel, O., 1972, "Chemical Reaction Engineering", 2nd ed., John Wiely and
Sons, Inc., New York
- Maity, Siddharth, 2009, "Manufacturing of Pentaeritritol", Kentucky (US) :
University of Louisville
- Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, "Unit Operation of Chemical
Engineering", 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, "Perry's Chemical Engineer's Handbook",
6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

- Perry, R.H., and Green, D.W., 1997, "Perry's Chemical Engineer's Handbook",
7th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Perry, R.H., and Green, D.W., 2008, "Perry's Chemical Engineer's Handbook",
8th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Peters, M.S., and Cupit, C.R., 1958, "Kinetics of Pentaeritritol-Production
Reactions", Chemical Engineering Science, Vol.10:57-67
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, "Plant Design and Economics for
Chemical Engineers", 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Powell, S.T., 1954, "Water Conditioning for Industry", Mc.Graw Hill Kogakusha
Book Company, Inc., Tokyo
- Rase, H.F., 1977, "Chemical Reactor Design for Process Plants", Wiley
Interscience, Canada
- Rase, H.F., and Barrow, M.H., 1957, "Project of Process Plants", Wiley, Inc.,
New York
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C., 1975, "Introduction to Chemical Engineering
Thermodynamics", 3 rd. Ed. Mc. Graw Hill, kogakusha, Tokyo.
- Treyball, R.E., 1981, "Mass Transfer Operation", 3th ed., McGraw – Hill Book
Company Inc., Tokyo.
- Ulrich, G.G., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and
Economics", John Willey and Sons, New York.
- Wallas. S.M., 1988, "Chemical Process Equipment", Butterworth Publishers,
Stoneham USA
- Yaws, C.L., 1999, "Chemical Properties Handbook", McGraw Hill Company,

New York.

Website :

<http://maps.google.com>

<http://www.alibaba.com>

<http://www.bps.go.id>

<http://www.matche.com>



LAMPIRAN



LAMPIRAN A

REAKTOR

Fungsi	: Mereaksikan formaldehida, asetaldehida, dan sodium hidroksida menjadi pentaeritritol dan sodium format
Tipe	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Sifat reaksi	: Eksotermis
Kondisi operasi	: Tekanan (P) = 2 atm Suhu (T) = 45°C
Perbandingan mol	: CH ₂ O : C ₂ H ₄ O : NaOH = 4,5 : 1 : 1,2 (Jiang, et al, 2012)

A. Kinetika Reaksi

Reaksi :



Persamaan kecepatan reaksi :

$$\frac{d[\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_4]}{dt} = k[\text{CH}_2\text{O}][\text{C}_2\text{H}_4\text{O}][\text{NaOH}]$$

$$-r_a = K.C_a . C_b . C_c$$

dengan,

$-r_a$ = kecepatan reaksi (kmol/L.jam)

k = konstanta kecepatan reaksi (L²/kmol².jam)

C_a = konsentrasi CH₂O

C_b = konsentrasi C₂H₄O

C_c = konsentrasi NaOH

Konsentrasi Umpan

Reaktan pembatas pada reaksi pembuatan pentaeritritol adalah asetaldehida C_2H_4O .

$$Ca_0 = \frac{n a}{\Sigma Fv} = \frac{23,9692 \frac{kmol}{jam}}{10817,1887 \frac{L}{jam}} = 0,0022 \frac{kmol}{L}$$

$$Cb_0 = \frac{n b}{\Sigma Fv} = \frac{3,2685 \frac{kmol}{jam}}{10817,1887 \frac{L}{jam}} = 0,0003 \frac{kmol}{L}$$

$$Cc_0 = \frac{n c}{\Sigma Fv} = \frac{7,6266 \frac{kmol}{jam}}{10817,1887 \frac{L}{jam}} = 0,0007 \frac{kmol}{L}$$

Konstanta Kecepatan Reaksi

Reaksi pembuatan pentaeritritol merupakan reaksi orde 3 terhadap asetaldehida dengan persamaan konstanta kecepatan reaksi sebagai berikut :

$$k = 1,82 \cdot 10^{17} \exp\left(-\frac{22800}{RT}\right) L^2 mol^2 \cdot jam \quad (Peters \& Cupit, 1959)$$

dengan,

k = konstanta kecepatan reaksi

R = tetapan gas

T = suhu reaksi

Nilai konstanta kecepatan reaksi :

$$k = 1,82 \cdot 10^{17} \exp\left(-\frac{22800 \frac{cal}{mol}}{1,987 \frac{cal}{mol} 318k}\right) = 38829609,1565 \frac{L^2}{kmol^2 \cdot jam}$$

Kecepatan Reaksi

Reaksi pembuatan pentaeritritol dijalankan dengan konversi sebesar 85%.

$$C_a = C_{a0} - 4 C_{b0}.x = 0,001188 \text{ kmol/L}$$

$$C_b = C_{b0} - C_{b0}.x = 0,000045 \text{ kmol/L}$$

$$C_c = C_{c0} - C_{b0}.x = 0,000448 \text{ kmol/L}$$

$$(-r_A) = k.C_a.C_b.C_c = 0,000937 \text{ kmol/L.jam}$$

B. Volume Reaktor

Untuk menghitung volume RATB dapat menggunakan rumus orde 3 sebagai berikut :

Rate of Input	-	Rate of Output	-	Rate of Reaction	=	Accumulation
F_{O_B}	-	F_B	-	$(r_{POL}).V$	=	0
F_{O_B}	-	F_B	-	$(k.C_A.C_B.C_C).V$	=	0
					=	$\frac{F_{O_B} - F_B}{(k.C_A.C_B.C_C)}$

Dengan data sebagai berikut :

$$T = 318 \text{ K}$$

$$R = 1,9870 \text{ cal/mol.K}$$

$$k = 38,8296 \text{ L}^2/\text{mol}^2.\text{jam}$$

$$F_{O_B} = 21,7902 \text{ kmol/jam}$$

$$F_B = 3,2685 \text{ kmol/jam}$$

$$C_A = 0,001188 \text{ kmol/L}$$

$$C_B = 0,000045 \text{ kmol/L}$$

$$C_C = 0,000448 \quad \text{kmol/L}$$

Maka diperoleh volume reactor sebagai berikut :

$$V = \frac{F_{OB} - F_B}{K \cdot C_A \cdot C_B \cdot C_C} = \frac{21,7902 \text{ kmol/jam} - 3,2685 \text{ kmol/jam}}{38,8296 \text{ L}^2/\text{mol}^2 \cdot 0,0012 \text{ kmol/L} \cdot 0,0005 \text{ kmol/L} \cdot 0,0004 \text{ kmol/L}}$$

$$V = 19756,6113 \text{ L} = 19,7566 \text{ m}^3$$

C. Perancangan Reaktor

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Kondisi isothermal

Volume cairan dalam reaktor :

$$V_{\text{cairan}} = 19,0082 \text{ m}^3$$

Volume design reaktor :

$$\text{Over design} = 20\%$$

(Timmerhaus tabel 6)

$$V_{\text{reaktor}} = 24,4670 \text{ m}^3$$

Menentukan Dimensi

Dipilih : RATB silinder tegak *torispherical dished heads* dengan $H=1,5 D$

$$V_{\text{shell}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 1,5 D$$

$$V_{\text{head}} = 0,000049 D^3 \quad ; \quad V=\text{ft}^3, D=\text{inch}$$

(Brownell pers 5.11)

$$V_{\text{head}} = 0,3795 \text{ m}^3 \quad ; \quad V=\text{ft}^3, D=\text{ft}$$

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{shell}} + 2 \cdot V_{\text{head}}$$

$$V_{reaktor} = 19,7566 \text{ m}^3 + 2 \cdot 0,3795 \text{ m}^3$$

$$V_{reaktor} = 24,4670 \text{ m}^3$$

Maka, volume reaktor yang didapat yaitu 24,470 m³

Menentukan Tebal Dinding

Dipilih : Bahan *stainless steel* SA-299 Grade 3 type 304

Spesifikasi :

Max allowable stress, f = 18750 psi (Brownell appendix D item 4)

Efisiensi sambungan, E = 80% (Brownell tabel 13.2)

Corrosion allowance, c = 0,1250 inch

Densitas campuran, ρ_{camp} = 6666,2640 kg/m³

Tekanan, P = 2 atm = 29,3918 psi

$ts = \frac{P \cdot r \cdot i}{f \cdot E - 0,6 P} + C$		(Pers. 13.1, Brownell & young, 1959; hal 254)	
Allowable stress (f)	=	18750	psia
sambungan yang dipilih	=	double welded butt joint	(2 x pengelasan)
Efisiensi sambungan (E)	=	80%	
Corrosion allowance (C)	=	0,125	
Jari-jari reaktor (r)	=	53,55261542	in
Tekanan (P)	=	P operasi + P hidrostatis	
	=	34,9661	psia
ts	=	0,250010037	in
jadi, tebal shell minimum yang dibutuhkan adalah 0.200903665377661 in			
maka digunakan tebal shell standar adalah			
	=		(5 / 16) in
	=		0,3125 in
ID shell	=	107,1052	in
OD shell	=	ID + 2 ts	
	=	107,7302308	in

Dicari ukuran OD standart pada tabel 5.7 Brownell hal: 90

Dari tabel 5.7 Brownell di dapat :

OD	=	108	in
ts	=	(5 / 16)	in
icr	=	6,5	in
r	=	102	in
E	=	85%	
C	=	0,125	
f	=	18750	psia

Menentukan Tebal Head

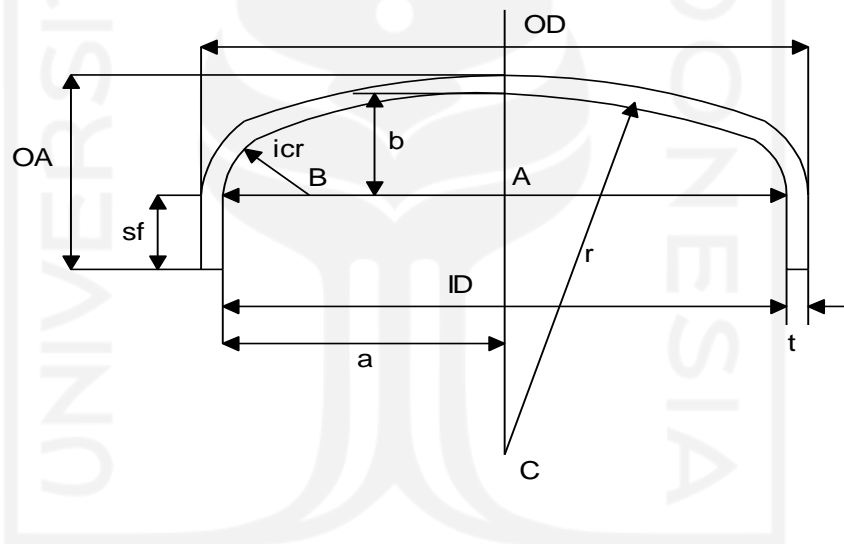
Jenis : Torispherical dished heads

$$th = \frac{Pr_w}{(2fE-0,2P)} + C \quad (\text{Brownell and young, persamaan 7.77 hal : 138})$$

$$th = \frac{41,795 \text{ psia} \cdot 53,552 \text{ in} \cdot 1,74}{(2 \cdot 18750 \text{ psia} \cdot 80\% - 0,2 \cdot 41,795 \text{ psia})} + 0,125 = 0,25487 \text{ inch}$$

$$th \text{ Standart} = 5/16 \text{ inch} \quad (\text{Brownell appendix C bag. f})$$

Menentukan Ukuran Head



Diketahui :

$$Icr = 6 \frac{1}{2} \text{ inch} \quad (\text{Brownell tabel 5.7})$$

$$r = 102 \text{ inch} \quad (\text{Brownell tabel 5.7})$$

$$sf = 2,5 \text{ inch} \quad (\text{Brownell tabel 5.8})$$

$$a = \frac{ID \text{ standart}}{2} = \frac{107,375 \text{ in}}{2} = 53,6875 \text{ inch}$$

$$AB = a - icr = 53,6875 \text{ inch} - 6,500 \text{ inch} = 47,1875 \text{ inch}$$

$$BC = r - icr = 102 \text{ inch} - 6,500 \text{ inch} = 95,5 \text{ inch}$$

$$AC = \sqrt{(BC^2 - AB^2)} = \sqrt{(95,5 \text{ inch})^2 + (47,1875 \text{ inch}^2)} = 83,027 \text{ inch}$$

$$b = r - AC = 102 \text{ inch} - 83,027 \text{ inch} = 18,972 \text{ inch}$$

$$OA = b + sf + th \text{ standart} = 18,972 \text{ inch} + 2,5 \text{ inch} + 0,3125 \text{ inch} = 21,784 \text{ inch}$$

Menentukan Pengaduk

Viskositas = 0,47 Cp → Jenis pengaduk : Flate Blade 6 Turbine

(Coulson gb 10.57)

dengan,

ID = diameter reaktor

Di = diameter pengaduk

Zi = ketinggian pengaduk dari dasar

Zl = ketinggian cairan

w = lebar pengaduk

L = lebar baffle

Spesifikasi pengaduk : (Brown gb 477)

$$Di = \frac{1}{3} Dt = \frac{1}{3} \cdot 107,1052 \text{ inch} = 35,70 \text{ inch} = 0,906 \text{ m}$$

$$Zl = 3,9 \cdot Di = 3,9 \cdot 35,70 \text{ inch} = 139,236 \text{ inch} = 3,53 \text{ m}$$

$$Zi = 1,3 \cdot Di = 1,3 \cdot 35,70 \text{ inch} = 46,412 \text{ inch} = 1,17 \text{ m}$$

$$Wb = 0,17 \cdot Di = 0,17 \cdot 35,70 \text{ inch} = 6,069 \text{ inch} = 0,15 \text{ m}$$

$$L = 0,25 \cdot Di = 0,25 \cdot 35,70 \text{ inch} = 8,925 \text{ inch} = 0,22 \text{ m}$$

Menentukan Kecepatan Pengaduk

$$WELH = h_{cairan} \cdot \frac{\rho_{cairan}}{\rho_{air}} \quad (\text{Rase hal 345})$$

$$WELH = 4,0798 \text{ m} \cdot \frac{959,8597 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\frac{1009,11 \text{kg}^3}{\text{m}}} = 3,881 \text{ ft}$$

$$\frac{WELH}{2 \cdot Di} = \left(\frac{\pi D I N}{600} \right)^2 \rightarrow N = \frac{600}{\pi \cdot Di} \sqrt{\frac{WELH}{2 \cdot Di}} \quad (\text{Rase pers 8.8})$$

$$N = \frac{600}{3,14 \cdot 2,97 \text{ ft}} \sqrt{\frac{12,732 \text{ ft}}{2 \cdot 2,97}} = 93,949 \text{ rpm} = 1,56 \text{ rps}$$

$$N_{\text{standar}} = 100 \text{ rpm} = 1,6667 \text{ rps} \quad (\text{Walas hal 288})$$

dengan,

WELH = water equivalent liquid height

N = kecepatan putar pengaduk

Menentukan Power Pengadukan

Bilangan reynold :

$$N_{re} = \frac{\rho \cdot N \cdot Di^2}{\mu}$$

$$N_{re} = \frac{959,8597 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 100 \text{ rpm} \cdot (0,906 \text{ m})^2}{0,470 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}} = 167927,553$$

$$N_{re} = 7 \quad (\text{Brown gb 477})$$

Power pengadukan :

$$Pa = Np \cdot \rho \cdot Ni^3 \cdot Di^5 \quad (\text{Brown hal 508})$$

$$Pa = 7 \cdot 959,8597 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (1,6667)^3 \text{ rps} \cdot (0,906)^5 \text{ m} = 19,075 \text{ Kw} = 25,58 \text{ hp}$$

$$P = \frac{pa}{\eta} = \frac{63,5758 \text{ hp}}{85\%} = 30,0946 \text{ hp}$$

$$P \text{ standart} = 40 \text{ hp}$$

D. Neraca Panas

Panas Masuk

Komponen	\dot{n}	$\int C_p \cdot dT$	Q input
	kmol/jam	kJ/kmol	kJ/jam
NaOH	26,14823079	1741,873448	45546,90892
H ₂ O	339,2835758	1507,20785	511370,8689
CH ₂ O	98,05586546	0	0
C ₂ H ₄ O	21,79019232	2091,586019	45576,06161
C ₅ H ₁₂ O ₄	0	3893,269955	0
HCOONa	0	0	0
Total	485,2778644	11224,05867	602493,8394

Panas Keluar

Komponen	\dot{n}	$\int C_p \cdot dT$	Q output
	kmol/jam	kJ/kmol	kJ/jam
NaOH	7,626567313	1741,873448	13284,5151
H ₂ O	339,2835758	1507,20785	511370,8689
CH ₂ O	23,96921156	0	0
C ₂ H ₄ O	3,268528849	2091,586019	6836,409241
C ₅ H ₁₂ O ₄	18,52166348	3893,269955	72109,83592
HCOONa	18,52166348	0	0
Total	411,1912105	11224,05867	603601,6291

Panas Reaksi

Komponen	\dot{n} reaksi	ΔH°_f
	kmol/jam	kJ/jam
NaOH	18,52166	-416,88
H ₂ O	339,28358	-285,83

CH ₂ O	74,14676	-109,15
C ₂ H ₄ O	18,52166	-191,70
C ₅ H ₁₂ O ₄	18,52166	-922,23
HCOONa	18,52166	-666,50

$$Q \text{ standar} = \dot{n} \cdot \Delta H^{\circ}_{\text{produk}} - \dot{n} \cdot \Delta H^{\circ}_{\text{reaktan}}$$

$$Q \text{ standar} = (-126403,3469 - (-116335,8967)) \text{ kJ/jam}$$

$$Q \text{ standar} = -10067,4502 \text{ kJ/jam}$$

$$Q \text{ reaksi} = Q \text{ standar} + Q \text{ output} - Q \text{ input}$$

$$Q \text{ reaksi} = (-10067,4502 + 603601,6291 - 602493,8394) \text{ kJ/jam}$$

$$Q \text{ reaksi} = -8959,6604 \text{ kJ/jam} \rightarrow \text{Eksoterm}$$

E. Perhitungan Pendingin

Suhu LMTD

Komponen	C	K	F
Suhu fluida panas masuk reaktor	45	318,15	113
Suhu fluida panas keluar reaktor	45	318,15	113
Suhu fluida dingin masuk	30	303,15	86
Suhu fluida dingin keluar	40	313,15	104

	Fluida Panas (F)	Fluida Dingin (F)	ΔT , (F)
KELUAR	113	104	9
MASUK	113	86	27

Menentukan Jenis Pendingin

Menghitung Luas Selubung Reaktor

Diketahui :

$$OD = 108 \text{ in}$$

$$= 8,9964 \text{ ft}$$

$$Hs = 4,0807 \text{ in}$$

$$= 0,33992 \text{ ft}$$

A = Luas selimut reaktor + Luas penampang bawah reaktor

$$A = (\pi \cdot OD \cdot Hs) + (\pi / 4 \cdot OD^2)$$

$$A = 73,13652604 \text{ ft}^2$$

Menghitung Luas Transfer Panas

Nilai UD untuk Heavy Organic (HOT) dan Air (COLD) sebesar 5 – 75

Btu/ft².F.jam

Maka dipilih, Ud = 70 Btu/ft².F.jam

Diketahui, Q = 10060,8900 kj/jam

$$= 9537,7238 \text{ Btu/jam}$$

Delta LMTD = 16,384 F

$$\text{luas transfer panas (A)} = \frac{Q}{Ud \times \Delta T_{LMTD}} = 8,3161 \text{ ft}^2$$

Maka kesimpulannya,

$$8,3161 \text{ ft}^2 < 73,13652604 \text{ ft}^2$$

A Luas Perpindahan Panas < A Selubung Reaktor maka dipakai jaket pendingin.

Perhitungan Jaket Pendingin

Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, maka untuk mempertahankan suhu reaksi tetap 45°C, reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin.

$$Q \text{ Serap} = 10060,8900 \text{ kJ/jam}$$

$$\text{Rho Air Pendingin Masuk} = 1009,1176 \text{ kg/m}^3$$

$$M \text{ Air Pendingin} = 9614,9026 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Laju Alir Volumetrik} = 9,61490 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume Air Pendingin (a)} = 56,59118 \text{ ft}^3$$

Menghitung Diameter Jacket

$$V_{\text{jaket}} = \left(\frac{\pi}{4} \times Dj^2 \times H_{\text{cairan}} \right) + 0,000049 Dj^3 + \left(\frac{\pi}{4} \times Dt^2 \times H_{\text{cairan}} \right) + 0,000049 Dt^3$$

$$\text{Volume Jacket yang di peroleh} = 1117,5446 \text{ ft}^3$$

Diameter Jacket Pendingin menggunakan *trial error* dengan Diameter Jacket sebesar ,

$$\text{Diameter } trial = 9,1604 \text{ ft} = 2,79 \text{ m}$$

Menghitung Tebal Jacket

$$t_j = \left(\frac{P \cdot R_i}{f \cdot E - 0.2P} \right) + C$$

Keterangan :

- t_j = tebal jaket
- r = jari-jari jaket
- E = efisiensi pengelasan

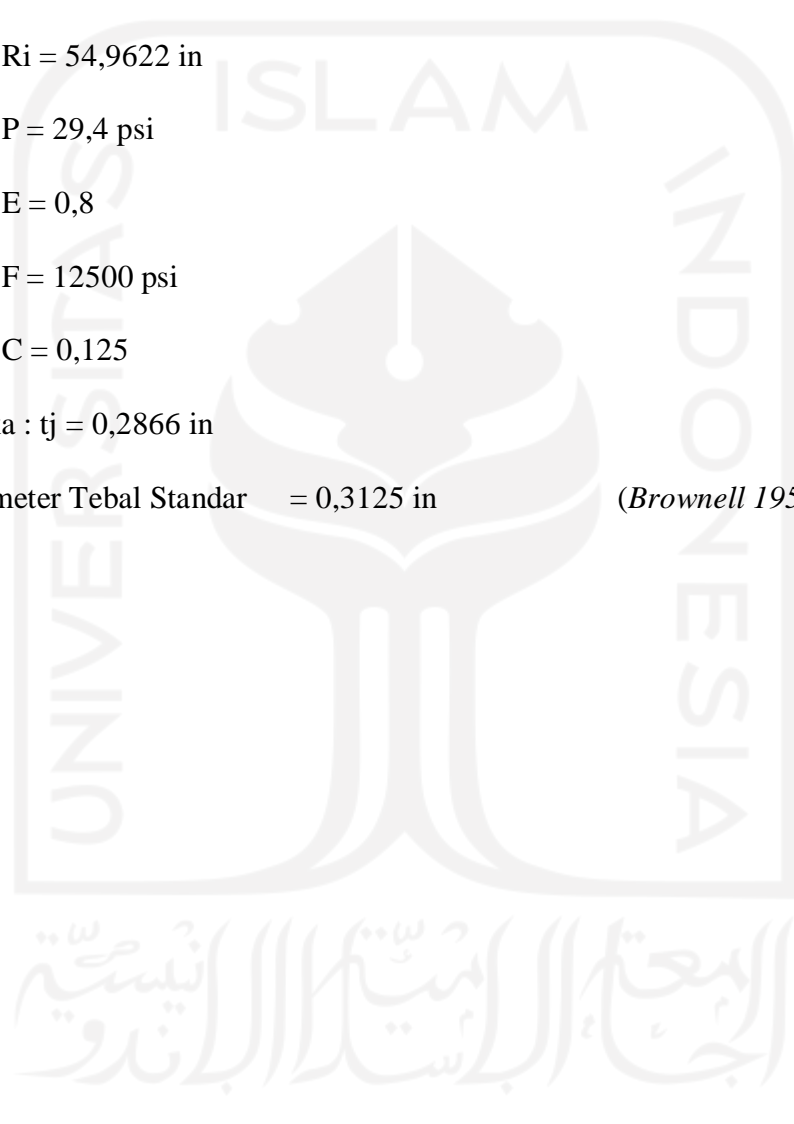
- C = faktor korosi
- F = tegangan yang diijinkan
- P = tekanan design

Untuk bahan jaket dipilih bahan : SA 285 grade B

- $R_i = 54,9622$ in
- $P = 29,4$ psi
- $E = 0,8$
- $F = 12500$ psi
- $C = 0,125$

Maka : $t_j = 0,2866$ in

Diameter Tebal Standar = $0,3125$ in *(Brownell 1959, table 5.7)*



LAMPIRAN B

PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN

PADA WAKTU UJIAN PENDADARAN

DOSEN PENGUJI 1

NAMA : Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

MAHASISWA YANG DIUJI

NAMA MAHASISWA : Rifqi Adrian

NOMOR MAHASISWA : 16521028

Saran/Komentar :

1. Tunjukkan cara menentukan dimensi reaktor dan optimasinya?
2. Bagaimana cara mencapai kriteria spesifikasi produk pada alat CR-01?
3. Bagaimana cara mencapai tingkat kekeringan/kadar air dalam produk di Unit RD-02? parameter apa saja yang berpengaruh?
4. Perbaiki kesimpulan naskah TA
5. Bagaimana meyakinkan calon investor bahwa pabrik ini layak untuk didanai?

Penyelesaian :

No	Poin Revisi	Tanggapan
1	Tunjukkan cara menentukan dimensi reaktor dan optimasinya?	Perhitungan untuk dimensi dan optimasi reaktor sudah ditunjukkan kepada dosen penguji
2	Bagaimana cara mencapai kriteria spesifikasi produk pada alat CR-01?	<p>Prinsip dari kristalisasi yaitu senyawa padat akan mudah terlarut dalam pelarut panas bila dibandingkan pada pelarut yang lebih dingin. Jika suatu larutan senyawa tersebut dijenuhkan dalam keadaan panas dan kemudian didinginkan, senyawa terlarut akan berkurang kelarutannya dan mulai mengendap, membentuk kristal yang murni dan bebas dari pengotor. Kemurnian zat ini disebabkan oleh pertumbuhan kristal zat terlarut, sehingga zat-zat ini dapat dipisahkan dari pengotornya. Peristiwa kristalisasi ditandai dengan terbentuknya kristal padat.</p> <p>Persamaan neraca massa pada alat CR-01 :</p> $\begin{aligned} \text{Massa masuk} &= \text{massa keluar} \\ M_{C_5H_{12}O_4} + M_{H_2O} &= M_{C_5H_{12}O_4} + M_{H_2O} \\ (2518,9462 + 63,0629) \text{ kg/jam} &= (2518,9462 + 63,0629) \text{ kg/jam} \\ 2582,0092 \text{ kg/jam} &= 2582,0092 \text{ kg/jam} \end{aligned}$ <p>Persamaan neraca panas pada alat CR-01 :</p> $\begin{aligned} (\text{Energi Masuk Ke Sistem}) + (\text{Energi yang timbul dalam sistem}) &= (\text{Akumulasi energi dalam sistem}) + (\text{Energi keluar dari sistem}) + (\text{Energi yang dipakai dalam sistem}) \\ E_1 + Q &= \Delta E + E_2 + W \\ (87421,1396 + 0) \text{ kJ/jam} &= (0 + 18879,2041 + \end{aligned}$

$$68541,9355) \text{ kj/jam}$$

$$87421,1396 \text{ kj/jam} = 87421,1396 \text{ kj/jam}$$

Udara yang terdapat dalam proses pengeringan mempunyai fungsi sebagai pemberi panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air. Fungsi lain dari udara adalah untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan yang dikeringkan. Kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara ditingkatkan. Kadar air akhir apabila mulai mencapai kesetimbangannya, maka akan membuat waktu pengeringan juga ikut naik atau dengan kata lain lebih cepat (Desrosier,1988).

Faktor yang dapat mempengaruhi pengeringan suatu bahan adalah (Buckle et al, 1987) :

- a) Sifat fisik dan kimia dari bahan, meliputi bentuk, komposisi, ukuran, dan kadar air yang terkandung didalamnya.
- b) Pengaturan geometris bahan. Hal ini berhubungan dengan alat atau media yang digunakan sebagai perantara pemindah panas.
- c) Sifat fisik dari lingkungan sekitar alat pengering, meliputi suhu, kecepatan sirkulasi udara, dan kelembaban.
- d) Karakteristik dan efisiensi pemindahan panas alat pengering.

3 Bagaimana cara mencapai tingkat kekeringan/kadar air dalam produk di Unit RD-02? parameter apa saja yang berpengaruh?

Proses pengeringan juga harus memperhatikan suhu udara dan kelembaban. Suhu udara yang tinggi dan kelembaban udara yang relatif rendah dapat mengakibatkan air pada bagian permukaan bahan yang akan dikeringkan menjadi lebih cepat menguap. Hal ini dapat berakibat pada terbentuknya suatu lapisan yang tidak dapat ditembus dan menghambat difusi air secara bebas. Kondisi ini lebih dikenal dengan case hardening (Desrosier,1988).

Persamaan neraca massa pada alat RD-02 :

$$\text{Massa masuk} = \text{massa keluar}$$

$$M_{C_5H_{12}O_4} + M_{H_2O} = M_{C_5H_{12}O_4} + M_{H_2O} + M_{H_2O}$$

teruapkan

$$(2518,9462 + 63,0629) \text{ kg/jam} = (2518,9462 + 6,3063 + 56,7566) \text{ kg/jam}$$

$$2582,0092 \text{ kg/jam} = 2582,0092 \text{ kg/jam}$$

Persamaan neraca panas pada alat RD-02 :

(Energi Masuk Ke Sistem) + (Energi yang timbul dalam sistem) = (Akumulasi energi dalam sistem) + (Energi keluar dari sistem) + (Energi yang dipakai dalam sistem)

$$E_1 + Q = \Delta E + E_2 + W$$

$$(19243,3443 + 243598,3885) \text{ kj/jam} = (0 +$$

		$262841,7328 + 0) \text{ kj/jam}$ $262841,7328 \text{ kj/jam} = 262841,7328 \text{ kj/jam}$
4	Perbaiki kesimpulan naskah TA	Sudah diperbaiki, dapat dilihat di halaman 150
5	<p>Bagaimana meyakinkan calon investor bahwa pabrik ini layak untuk didanai?</p>	<p>Untuk meyakinkan calon investor bahwa pabrik ini layak didanai bisa ditinjau dari aspek <i>Discounted Cash Flow Rate</i> (DCFR). DCFR adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrumen investasi dalam beberapa waktu ke depan. Konsep DCFR ini didasarkan pada pemikiran bahwa jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian persen atau mungkin sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu. Disebut 'discounted cash flow' atau ' arus kas yang terdiskon', karena cara menghitungnya adalah dengan meng-estimasi arus dana dimasa mendatang untuk kemudian di-cut dan menghasilkan nilai dana tersebut pada masa kini. Biasanya, seorang investor ingin mengetahui bahwa jika dia menginvestasikan sejumlah dana pada satu instrumen investasi tertentu, maka setelah kurun waktu tertentu (misalnya setahun), dana tersebut akan tumbuh menjadi berapa.</p>

DOSEN PENGUJI 1

NAMA

: Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

MAHASISWA YANG DIUJI

NAMA MAHASISWA

: Satya Nugraha

NOMOR MAHASISWA

: 16521014

Saran/Komentar

:

1. Jelaskan kegunaan produk, tuliskan di kalimat pertama abstrak!
2. Cantumkan referensi yang relevan dan valid di penjelasan naskah
3. Jelaskan perancangan EV-01, berapakah kandungan air dalam outlet EV-01!
4. Pada layout pabrik, luas area pengembangan mencapai 5000 m², jelaskan justifikasi angka ini!

Penyelesaian :

No	Poin Revisi	Tanggapan
1	Jelaskan kegunaan produk, tuliskan di kalimat pertama abstrak!	Sudah diperbaiki, dapat dilihat di halaman xvii
2	Cantumkan referensi yang relevan dan valid di penjelasan naskah	Sudah diperbaiki, dapat dilihat di halaman 7 dan 8
3	Jelaskan perancangan EV-01, berapakah kandungan air dalam outlet EV-01!	Sudah dijelaskan secara terlampir kepada dosen penguji. Kandungan air dalam outlet EV-01 yaitu 87,52%
4	Pada layout pabrik, luas area pengembangan mencapai 5000 m ² , jelaskan justifikasi angka ini!	Sudah dijelaskan secara terlampir kepada dosen penguji

DOSEN PENGUJI 2

NAMA : Umi Rofiqah, S.T., M.T.

MAHASISWA YANG DIUJI

NAMA MAHASISWA : Rifqi Adrian

NOMOR MAHASISWA : 16521028

Saran/Komentar :

1. Format penulisan abstract dan abstrak berspasi satu dan paragraf justify
2. Apa manfaat dan prospek Pentaerythritol dan PETN, perbedaannya dimana?
3. Cara menggambar grafik, tidak perlu menuliskan judul diatas grafik
4. Jelaskan perbedaan antara konversi dan yield serta bagaimana cara menghitungnya
5. Lengkapi dan jelaskan kembali pemilihan proses sesuai dengan referensi yang disitasi
6. Lengkapi nomer untuk persamaan reaksi

Penyelesaian :

No	Poin Revisi	Tanggapan
1	Format penulisan abstract dan abstrak berspasi satu dan paragraf justify	Sudah diperbaiki, dapat dilihat di halaman xvi dan xvii
2	Apa manfaat dan prospek Pentaerythritol dan PETN, perbedaannya dimana?	<p>a. Kegunaan produk pentaeritritol meliputi : <i>Alkyd Resin</i>, poliester modifikasi minyak kompleks yang banyak digunakan di berbagai bidang yang melibatkan industri cat dan pelapis, pertukangan, konstruksi, lembaran baja, dan perekat karena sifat mekaniknya yang baik, tahan benturan, tahan lentur dan ketahanan aus. Bergantung pada panjang, metode realisasi proses polimerisasi dan komponen yang digunakan memiliki berbagai sifat: pembentukan film yang baik, perlekatan yang baik, dan ketahanan terhadap pengaruh faktor eksternal</p> <p>b. Kegunaan produk pentaerythritol tetranitrate (PETN) : Secara umum digunakan untuk bahan peledak. Sedangkan, dalam bidang farmasi digunakan untuk obat-obatan</p> <p>c. Perbedaan <i>Pentaerythritol</i> dan <i>Pentaerythritol Tetranitrate</i> sudah dijelaskan secara terlampir</p>
3	Cara menggambar grafik, tidak perlu menuliskan judul diatas grafik	Sudah diperbaiki, dapat dilihat di halaman 3, 141, dan 148
4	Jelaskan perbedaan antara konversi dan yield serta bagaimana cara menghitungnya	<p>Konversi berkaitan dengan reaktan, dan yield berkaitan dengan produk.</p> <p>a. Konversi Konversi adalah ukuran dari fraksi reaktan yang bereaksi. Untuk mengoptimalkan desain reaktor dan meminimalkan pembentukan produk samping,</p>

konversi dari pereaksi tertentu sering kurang dari 100%.

b. Yield

Yield adalah ukuran kinerja reaktor atau pabrik. Beberapa definisi yield yang berbeda digunakan, sehingga penting untuk menyatakan secara jelas basis jumlah yield.

Untuk membuat B melalui reaksi : $A \longrightarrow B$, maka reaksi dianggap semakin berhasil bila B terjadi >> dan A tersisa <<

Ada 3 hal yang perlu diketahui :

Perbandingan A yang berubah terhadap A mula-mula (**Konversi**)

Perbandingan A yang berubah menjadi B terhadap A mula-mula (**Yield**)

Bila dianggap,

A semula = A_0

A pada waktu n = A_n , dan

A yang berubah menjadi B = A_B

Maka A yang berubah = $A_0 - A_n$

Dengan demikian,

Konversi : $A = \frac{A_0 - A_n}{A_0}$

Yield : $(A \rightarrow B) = \frac{A_B}{A_0}$

5	Lengkapi dan jelaskan kembali pemilihan proses sesuai dengan referensi yang disitasi	Sudah diperbaiki, dapat dilihat di halaman 6
6	Lengkapi nomer untuk persamaan reaksi	Sudah diperbaiki, dapat dilihat di halaman 3, 7, 10, 72, 74, 75

DOSEN PENGUJI 2

NAMA

: Umi Rofiqah, S.T., M.T.

MAHASISWA YANG DIUJI

NAMA MAHASISWA

: Satya Nugraha

NOMOR MAHASISWA

: 16521014

Saran/Komentar

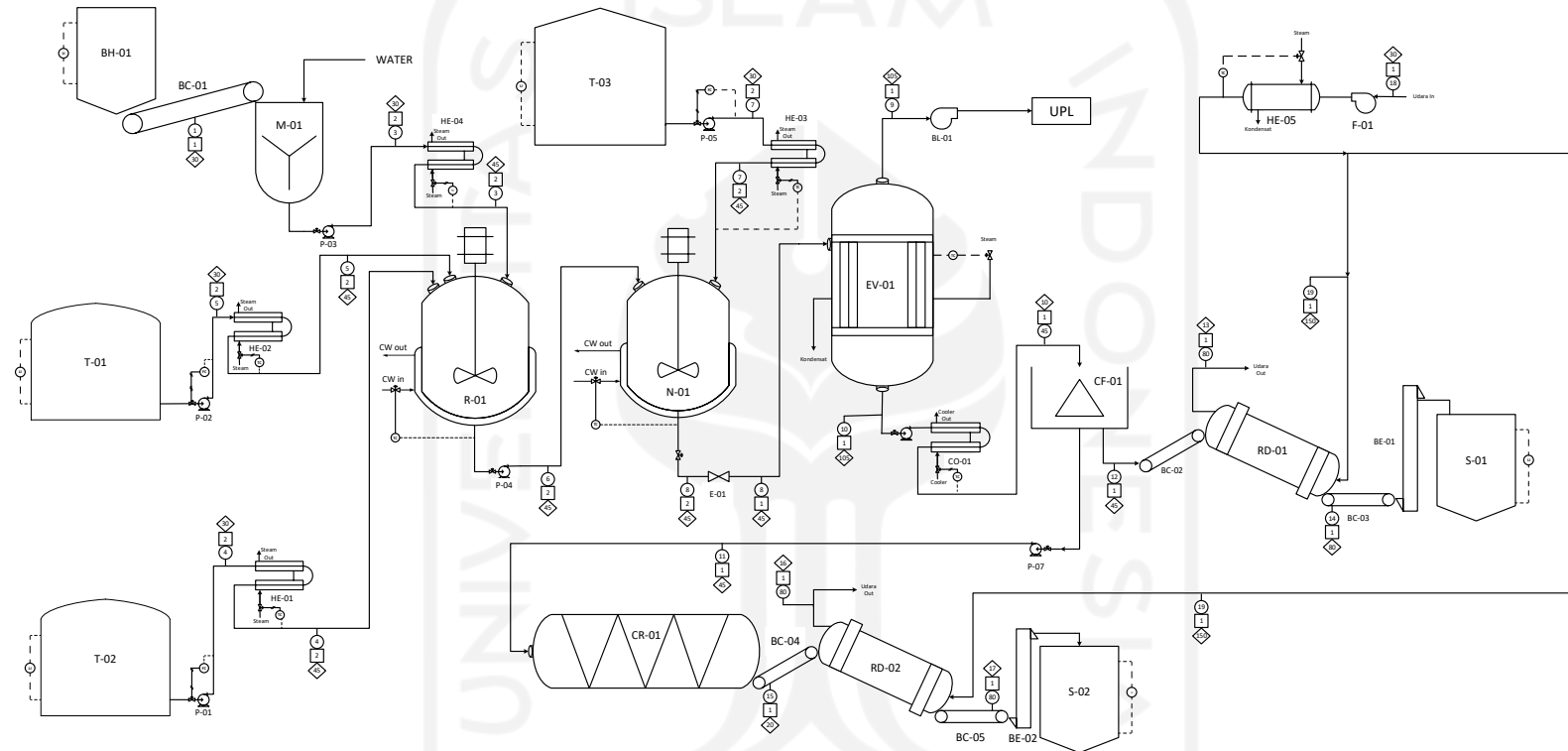
:

1. Sama seperti Rifqi Adrian
2. Menjelaskan cara menentukan *limiting reactan* dan *excess reactan*

Penyelesaian :

No	Poin Revisi	Tanggapan
1	Sama seperti Rifqi Adrian	<p>Sudah dijelaskan pada poin 1-6 diatas</p> <p><i>Limiting reactan</i> adalah reaktan dalam jumlah stoikiometris reaksi terkecil.</p> <p><i>Excess reactan</i> adalah reaktan yang berlebih dari stoikiometrisnya terhadap limiting reaktan.</p> $4 \text{CH}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_4\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_4 + \text{NaCOOH}$ $ \begin{array}{ccccccccc} & 4A & + & B & + & C & \rightarrow & D & + & E \\ \text{m :} & \text{Cao} & & \text{Cbo} & & \text{Cco} & & - & & - \\ \text{r :} & 4\text{Cbo.x} & & \text{Cbo.x} & & \text{Cbo.x} & & \text{Cbo.x} & & \text{Cbo.x} \end{array} $
2	Menjelaskan cara menentukan <i>limiting reactan</i> dan <i>excess reactan</i>	<p>s : Cao – 4Cbo.x Cbo(1-x) Cco-Cbo.x Cbo.x Cbo.x</p> <p>Perbandingan mol yang di ambil berdasarkan patten adalah (4,5 ; 1 ; 1,2) dan konversi reaksi yang di gunakan adalah 85% , maka :</p> $ \begin{array}{ccccccccc} \text{m :} & 4,5 & & 1 & & 1,2 & & - & & - \\ \text{r :} & 4 (1,0,85) & & (1,0,85) & & (1,0,85) & & (1,0,85) & & (1,0,85) \end{array} $ $ \begin{array}{ccccccccc} \text{s :} & 1,1 & & 0,15 & & 0,35 & & 0,85 & & 0,85 \end{array} $ <p>Maka yang menjadi <i>limiting reactan</i> adalah asetaldehid (C₂H₄O) dan yang menjadi <i>excess reactan</i> adalah formaldehid (CH₂O).</p>

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL DARI ASETALDEHIDA DAN FORMALDEHIDA DENGAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI NEDIA ALKALI DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	NOMOR ARUS (K/GJAM)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
NaOH	1045,929		1045,929			305,063													
H ₂ O	21,345	1067,275	1088,620	5008,800	9,685	6107,104	61,910	6306,292	5045,034	1261,258	63,063	1198,196	884,417	313,779	63,063	56,757	6,306		
C ₂ H ₄ O				2941,676		719,076		719,076	719,076										
C ₅ H ₁₂ O ₄					958,768	143,815		143,815	143,815										
C ₅ H ₁₂ O ₄						2518,946		2518,946	2518,946	2518,946					2518,946		2518,946		
HCOONa						1259,473		1778,080	1778,080			1778,080		1778,080					
CH ₂ O ₂							350,822												
Udara Panas																		30696,341	30696,341
TOTAL	1067,275	1067,275	2134,549	7950,476	968,453	11053,478	412,732	11466,210	5907,926	5558,284	2582,009	2976,275	884,417	2091,858	2582,009	56,757	2,525,253	30696,341	30696,341

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL
DARI ASETALDEHIDA DAN FORMALDEHIDA
DENGAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI
MEDIA ALKALI DENGAN KAPASITAS 20.000
TON/TAHUN

Di Susun Oleh :
 1. Sisyu Nugraha (10021014)
 2. Rizky Adnan (10021028)

Dosen Pembimbing :
 1. Nurhikmah, S.T., M.Eng.
 2. Nur Indah Puji Muli, S.T., M.Eng.

<ul style="list-style-type: none"> ◇ TEMPERATURE °C □ LEVEL INDICATOR ○ NOMOR ARUS ○ TEMPERATUR ATM ◇ CONTROL VALVE ◇ PRESSURATIC ◇ ELECTRIC CONNECTOR 	<ul style="list-style-type: none"> FC : Flow Controller LI : Level Indicator T : Temperature Controller CO : Cooler M : Motor R : Reactor N : Nozzle DV : Dispersor CF : Crystallizer RD : Rotary Draper 	<ul style="list-style-type: none"> BH : Bin Hopper S : Silo HE : Heiser CV : Control Valve F : Fan N : Nozzle BE : Back Elevator BE : Bin Elevator E : Expansion Valve
---	--	---