PRARANCANGAN PABRIK *POLIVINIL ALKOHOL DARI POLIVINIL ASETAT* DAN *METANOL* KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

(Tugas Khusus Prarancangan Menara Destilasi 01 (MD-01))

(Skripsi)

Oleh

HERMANTO SITOMPUL

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016

ABSTRACT

PRARANCANGAN FACTORY POLYVINYL ALCOHOL POLYVININYL ACETATE AND METHANOL OF CAPACITY 40,000 TONS / YEAR (Design Tower Distillation (MD-01))

Oleh

Hermanto Sitompul

Polyvinyl Alcohol is a chemical intermediate that can be used as raw material for making paper. Polyvinyl alcohol needs to increase year to year. The biggest user of polyvinyl alcohol industry is an industry of paper and glue or other adhesives industry which is widely available in Indonesia. Needs polyvinyl alcohol is still imported because the factory polyvinyl alcohol are not in Indonesia

Polyvinyl alcohol factory with raw material polyvinyl acetate and methanol, will be established in Gresik, East Java with an area of 4.5 hectares. The factory is planned to produce polyvinyl alcohol as much as 40,000 tons / year, with operating time 24 hours / day, 330 days / year. The raw material used is polyvinyl acetate as 502.0227 kg / h and methanol 4060.8101 kg / hour, with multiple stages:

1.Mixing raw material polyvinyl acetate with methanol and sulfuric acid catalyst
2.Reacting polyvinyl acetate with methanol in the reactor CSTR
3. Purification of the product by using a centrifuge, distillation towers and rotary dryer.

Provision of plant utility requirements such as polyvinyl alcohol treatment system and water supply, steam supply system, compressed air supply systems and power generation systems. The shape of the company is a Limited Liability Company (PT), use the line organizational structure, with the number of employees about 132 people.

From the economic analysis is obtained:

Fixed Capital Investment (FCI)	=	Rp 762.045.856.487
Working Capital Investment (WCI)	=	Rp 134.478.680.557

Manufacturing Cost	=	Rp 3.395.721.218.528
General Expenses	=	Rp 359.992.923.657
Total Production Cost (TPC)	=	Rp 3.755.714.142.185
Break Even Point (BEP)	=	47,8 %
Pay Out Time before taxes (POT)	=	4,7 year
Return on Investment before taxes $(ROI)_b$	=	17 %
Return on Investment after taxes $(ROI)_a$	=	15 %
Shut Down Point	=	22,1 %
Discounted cash flow (DCF)	=	41,7 %

Taking into consideration the above summary, it is proper establishment of factories polyvinyl alcohol is studied further, because it is a plant that are profitable and have good prospects.

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK POLIVINIL ALKOHOL DARI POLIVINIL ASETAT DAN METHANOL KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN (Perancangan Menara Destilasi (MD-01))

Oleh

Hermanto Sitompul

Polivinil Alkohol merupakan bahan kimia antara yang dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan kertas. Kebutuhan polivinil alkohol meningkat dari tahun-ketahun. Pengguna terbesar industri polivinil alkohol adalah industri kertas dan lem atau industri perekat lainnya yang banyak terdapat di Indonesia. Kebutuhan polivinil alkohol masih dipenuhi dari impor karena pabrik polivinil alkohol belum ada di Indonesia.

Pabrik polivinil alkohol dengan bahan baku polivinil asetat dan methanol, akan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan luas 4,5 hektar. Pabrik ini direncanakan memproduksi polivinil alkohol sebanyak 40.000 ton/tahun, dengan waktu operasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah polivinil asetat sebanyak 502,0227 kg/jam dan methanol 4.060,8101 kg/jam, dengan beberapa tahap :

1. Pencampuran bahan baku polivinil asetat dengan methanol dan katalis asam sulfat
2. Mereaksikan polivinil asetat dengan methanol di reaktor CSTR
3. Pemurnian produk dengan menggunakan centrifuge, menara distilasi dan rotary dryer.

Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik polivinil alkohol berupa sistem pengolahan dan penyediaan air, sistem penyediaan *steam*, sistem penyediaan udara tekan dan sistem pembangkit tenaga listrik. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT), menggunakan struktur organisasi garis, dengan jumlah karyawan sebanyak 132 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

Fixed Capital Investment (FCI)	=	Rp 762.045.856.487
Working Capital Investment (WCI)	=	Rp 134.478.680.557
Manufacturing Cost	=	Rp 3.395.721.218.528

General Expenses	=	Rp 359.992.923.657
Total Production Cost (TPC)	=	Rp 3.755.714.142.185
Break Even Point (BEP)	=	47,8 %
Pay Out Time before taxes (POT)	=	4,7 tahun
Return on Investment before taxes $(ROI)_b$	=	17 %
Return on Investment after taxes $(ROI)_a$	=	15 %
Shut Down Point	=	22,1 %
Discounted cash flow (DCF)	=	41,7 %

Mempertimbangkan rangkuman di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik polivinil alkohol ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai prospek yang baik.

PRARANCANGAN PABRIK *POLIVINIL ALKOHOL DARI POLIVINIL ASETAT* DAN *METANOL* KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

(Tugas Khusus Prarancangan Menara Destilasi 01 (MD-01))

Oleh

HERMANTO SITOMPUL

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
Sarjana Teknik

Pada
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016

Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK POLIVINIL ALKOHOL DARI POLIVINIL ASETAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN (Perancangan Menara Distillasi (MD-01))**

Nama Mahasiswa : *Hermanto Sitompul*

Nomor Pokok Mahasiswa : 0915041028

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.
NIP 19690807 199802 1 001

Simparmin Br. G., S.T., M.T.
NIP 19661111 199402 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Kimia

Ir. Azhar, M.T.
NIP 19660401 199501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Simparmin Br. G., S.T., M.T.** .....

Sekretaris : **Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.** .....

Yuli Darni, S.T., M.T. .....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Suharno, M.Sc.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **3 Juni 2016**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Juni 2016

METERAI TEMPEL
54864ADF651494102
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Hermanto Sitompul
NPM. 0915041028

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sumatera Utara pada tanggal 28 Juli1991, sebagai putra kedua dari tiga bersaudara dariHalomoan Sitompul dan Suriyati Samosir.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 173115 Sitompul pada tahun 2003, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 3 Tarutung pada tahun 2006 dan Sekolah menengah Atas di SMA HKBP 2 Tarutung pada tahun 2009. Pada tahun 2009, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT. Semen Baturaja pada tahun 2014. Pada Tahun 2015 penulis menyelesaikan penelitiannya tentang biomassa, dengan judul “Pengaruh Waktu dan Konsentrasi Enzim Selulose Pada Proses hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Glukosa” .

Selama menjadi mahasiswi, penulis pernah menjabat sebagai Anggota Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) Universitas Lampung pada

Periode Kepengurusan 2010/2011; Kepala divisi olahraga HIMATEMIA Universitas Lampung pada Periode Kepengurusan 2011/2012. Kepala divisi III (doa dan pelayanan) Unit Kegiatan Mahasiswa Kristiani (UKM-K) Unila pada Periode Kepengurusan 2011/2012.

.

MOTO

MENJADI LEBIH BAIK DAN BERGUNA BUAT ORANG LAIN.

DI DEPAN SANA MASIH BANYAK KESULITAN YANG HARUS KAMU LALUI, SIAPKAN SENJATAMU.

HERMANTO SITOMPUL

Persembahan

Sebuah Karya Hasil Perjuanganku...
Kupersembahkan dengan penuh bangga untuk
Tuhanku dan pertolonganNya yang luar
biasa, juga untuk kedua orang tua dan
abangku yang telah berjuang bersamaku...
Juga untuk keluarga, dosen-dosen dan teman-
teman yang telah membantu...

Terimakasih atas dukungan dan doa nya
selama ini untuk keberhasilanku...

Dan tak lupa kupersembahkan kepada
Almamaterku tercinta...

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME karena atas pertolonganNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Polivinil Alkohol dari Polivinil Asetat dan Metanol dengan Kapsitas 40.000 Ton/Tahun” ini disusun guna memenuhi syarat untuk meraih gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Suharno, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Azhar, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung dan Dosen Penguji II yang telah memberikan saran dan kritik, juga selaku dosen atas semua ilmu yang telah diberikan.
3. Ibu Simparmin Br.G.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, atas segudang ilmu, motivasi dan bimbingannya selama kuliah khusunya selama penulisan Tugas Akhir ini. Tuhan memberkati ibu dan keluarga.
4. Bapak Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing II, atas segudang ilmu, waktu dan bimbingannya selama kuliah khususnya selama penulisan Tugas Akhir ini. Semoga bapak dan keluarga bahagia selalu.
5. Ibu Dr.Elida Purba, S.T.,M.Sc. dan Yuli Darni, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji I, yang telah memberikan saran dan kritik, juga selaku Dosen Pembimbing Akademik atas semua nasihat dan motivasi serta ilmu yang telah penulis dapatkan.

6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
7. Keluarga, bapa dan mama, kak roma, sahat,opung, amangboru, bou, bapa tua, mama tua, bapak dan ibu kos atas dukungan doa, nasehat dan semangatnya selama ini.
8. Teman angkatan 09 (Vian, ngudi, manuel, tosti, lidia, wiwit, doni, ardi, andi, tri, deri, adek, ines, tiya, dilla, juni, ahdan, muarif, ina, dan rido)
9. Buat teman-teman batak united (dapot, anton, yuli, lidia, novrit, reno, roy, bulbul, saulus, anita, sio, alex, lode, nando,doli dan anes) yang selalu menemani hari- hari saya dalam suka dan duka .
10. Teman-teman grup angkatan tua (yuli, rido, lidia, novrit, bulan, siska, debora, yunita, mery, ricky) kalian luar biasa.
11. Teman-teman rombongan gereja (roma, marlin, volmer, fani, sudung, lintong, fernando, selusin).
12. Teman-teman cindo brothers .
13. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. God bless.

Akhir kata penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Terima kasih.

Bandar Lampung, Juni 2016

Penulis,

Hermanto Sitompul

DAFTAR ISI

halaman
DAFTAR ISI.....iii
DAFTAR TABEL..... iv
DAFTAR GAMBAR.....vii

I. Pendahuluan

A. Latar Belakang 1

B. Kegunaan Polivinil Alkohol 5

C. Ketersediaan Bahan Baku 6

D. Analisis Pasar 6

E. Penetapan Kapasitas Pabrik 7

F. Penentuan Lokasi Pabrik 8

II. Deskripsi Proses

A. Proses – Proses Pembuatan Polivinil Alkohol 12

B. Pemilihan Proses 17

C. Uraian Singkat Proses Pembuatan Polivinil Alkohol 18

D. Ekonomi Potensial 21

E. Tinjauan Termodinamika 23

F. Tinjauan Kinetika 26

III. Spesifikasi Bahan

A. Bahan Baku 28

B. Produk 29

C. Bahan Penunjang (katalis) 30

IV. Neraca Massa dan Neraca Panas

A. Neraca Massa 32

B. Neraca Panas 36

V. Spesifikasi Peralatan

A. Peralatan Proses 43

B. Peralatan Utilitas 63

VI. Utilitas dan Pengolahan Limbah

A. Unit Utilitas 89

B. Unit Pengolahan Limbah 103

C. Laboratorium 105

D. Instrumentasi dan Pengendalian Proses 109

VII. Tata Letak Lokasi Pabrik

A. Lokasi 112

B. Tata Letak Pabrik 115

C. Prakiraan Area Lingkungan 116

VIII. Organisasi Perusahaan 119

IX. Investasi dan Evaluasi Ekonomi

A. Investasi 133

B. Evaluasi Ekonomi 137

X. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan 141

B. Saran 141

Lampiran A. Neraca Massa

Lampiran B. Neraca Energi

Lampiran C. Spesifikasi Peralatan

Lampiran D. Utilitas

Lampiran E. Investasi dan Evaluasi Ekonomi

Lampiran F. Tugas Khusus Perancangan Menara Destolasi (MD-01)

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 1.1 Data Impor Polivinil Alkohol di Indonesia 3

Tabel 1.2 Harga Bahan Baku dan Produk 7

Tabel 1.3 Kapasitas Pabrik yang Telah Ada 8

Tabel 2.1 Perbandingan proses pembuatan Polivinil Alkohol 17

Tabel 2.2 Data Energi Bebas Gibbs 24

Tabel 2.3 Data Energi Bebas Gibbs Ikatan 24

Tabel 2.4 Data Entalpi Pembentukan Standar..... 26

Tabel 2.5 Data Entalpi Pembentukan Ikatan 26

Tabel 6.1 Peralatan yang membutuhkan *steam*.....91

Tabel 6.2 Peralatan yang membutuhkan air pendingin 91

Tabel 6.3 Peralatan Unit Proses yang Membutuhkan Listrik 99

Tabel 6.4 Peralatan Utilitas yang Membutuhkan Listrik.....100

Tabel 6.5 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian 111

Tabel 6.6 Pengendalian Variabel Utama Proses 112

Tabel 8.1 Komposisi dan Sistem Gaji.....132

Tabel 9.1 *Fixed Capital Investment* 135

Tabel 9.2 *Manufacturing Cost* 136

Tabel 9.3 *General Expenses* 137

Tabel 9.4 Hasil Uji Kelayakan Ekonomi 141

DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 1.1 Kebutuhan Polivinil Alkohol di Indonesia 3

Gambar 2.1 Pembentukan Polivinil Alkohol dari VAM 14

Gambar 2.2 Reaksi Hidrolisis Pembentukan Polivinil Alkohol 15

Gambar 2.3 Proses Transesterifikasi Polivinil Asetat menjadi Polivinil Alkohol ... 16

Gambar 2.4 Proses Alkoholis Polivinil Asetat menjadi Polivinil Alkohol 19

Gambar 6.1 Diagram Pengolahan Air..... 93

Gambar 6.2 Sistem Pengolahan Limbah Cair.....105

Gambar 7.1. Provinsi Jawa Timur.....115

Gambar 7.2.Kabupaten Gresik.....115

Gambar 7.3 Tata Letak Pabrik 118

Gambar 8.1. Siklus pergantian shift.....130

Gambar 8.2. Struktur Organisasi Perusahaan.....133

Gambar 9.1 Grafik Analisis Ekonomi.....139

Gambar 9.2 Kurva *Net Present Flow* Metode DCF.....140

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan sektor industri di Indonesia perlu ditingkatkan, terutama pada sektor industri kimia, hal ini dikarenakan ketergantungan Indonesia akan bahan kimia masih pada impor daripada memproduksi sendiri kebutuhan dalam negeri atau mengekspor. Dari besarnya angka impor bahan kimia tersebut mengakibatkan pengeluaran Negara yang semakin besar. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha untuk mencukupi kebutuhan produk industri kimia dalam negeri dan untuk mengurangi ketergantungan impor. Selain itu tujuan dari industry kimia berdiri di Indonesia adalah untuk meningkatkan ekspor, dimana salah satu industri kimia tersebut adalah polivinil alkohol.

Polivinil alkohol (PVOH, PVA, atau PVAI) merupakan salah satu senyawa yang digolongkan ke dalam kelompok senyawa turunan asetilen. Jenis polimer ini mempunyai rumus molekul $(C_2H_4O)n$ dan mempunyai sifat larut dalam air panas, daya tembus gas rendah, keras, daya hambat yang tinggi bagi pelarut organic, serta bersifat kristalin (dapat memantulkan cahaya). Polivinil alkohol biasa digunakan dalam pembuatan bahan pelapis kertas (Kirk and Othmer, 1997) .

PVOH dikembangkan pertama kali oleh Hermann dan Haehnel pada tahun 1924. Proses pembuatan PVOH dilakukan dengan menghidrolisis polivinil asetat (PVAc). Tingkat konsumsi PVOH di dunia telah mencapai beberapa ratus ribu ton per tahun dan diprediksi akan meningkat terus dari tahun ke tahun. Terdapat sejumlah produsen PVOH diseluruh dunia yang mayoritas berada di negara-negara Asia. Cina memiliki pangsa pasar terbesar dengan porsi 45% pada tahun 2006 dan nilai ini diperkirakan akan terus berkembang. Selain Cina, Jepang dan Amerika merupakan dua buah negara yang berperan baik sebagai konsumen maupun sebagai produsen (Ogur, 2005).

Seiring dengan semakin tumbuhnya kesadaran akan polimer hijau yang ramah terhadap lingkungan, penggunaan polivinil alkohol menjadi semakin meningkat dan menjanjikan. Salah satu pemanfaatan PVOH sebagai bahan sekali pakai adalah aplikasi PVOH pada kantong kotoran hewan yang akan terurai setelah dibuang. Selain itu, PVOH juga dapat diaplikasikan pada bola golf, sehingga pegolf tidak perlu mencari bolanya setelah dipukul karena bola tersebut akan terurai di alam. Di dalam industri pangan, PVOH digunakan sebagai bahan pelapis karena sifatnya kedap terhadap uap air. PVOH mampu menjaga komponen aktif dan bahan lainnya yang terkandung di dalam bahan dari kontak oksigen.

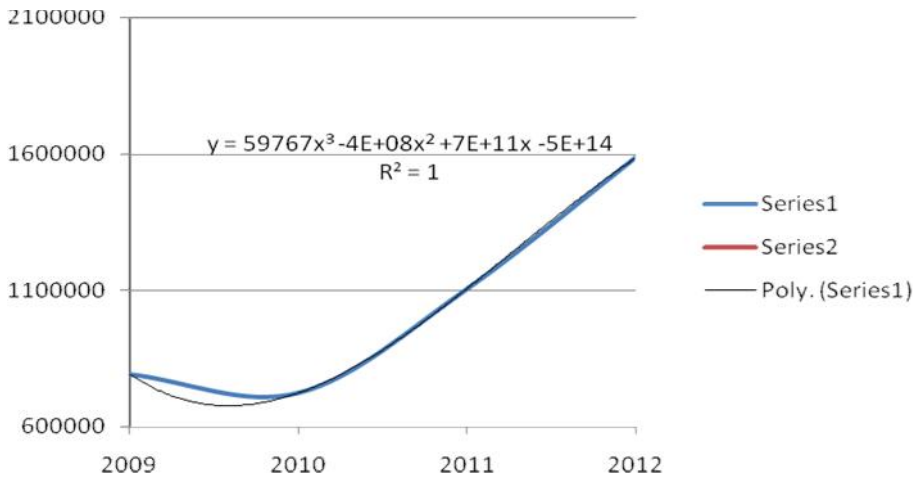
Kebutuhan polivinil alkohol berubah tiap tahunnya. Besarnya konsumsi polivinil alkohol dalam negeri dapat diketahui dari kebutuhan impornya. Kebutuhan polivinil alkohol di Indonesia setiap tahunnya mengalami kenaikan. Kenaikan

kebutuhan polivinil alkohol ini dapat dilihat dari peningkatan kebutuhan dalam negeri di tiap tahunnya. Dari data BPS dapat diketahui kebutuhan polivinil alkohol dari tahun 2009 sampai dengan 2012 dengan rata-rata impor ton per tahunnya**.** Dimana angka pertumbuhan permintaan pasar rata-rata sebesar 14% pertahun di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2013). Indonesia mengimpor *poly(vinyl) alcohol in aqueous dispersions* dari beberapa industri di dunia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), impor *poly(vinyl) alccohol in aqueous dispersions* di Indonesia dari tahun 2009-2012 dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Impor *Poly(Vinyl) alcohol in aqueous dispersions* Indonesia (Kg/tahun)

Tahun	Kebutuhan (KG)
2009	792685
2010	727351
2011	1112839
2012	1590544

Sumber : BPS Online, 2013



Gambar 1.1 Kebutuhan *Polyvinyl Alcohol in aquoeus dispersions* di Indonesia

Dengan menggunakan persamaan pada gambar di atas, maka kebutuhan *polyvinyl alcohol in aquoeus dispersions* pada tahun ke-8 (tahun 2016) sebesar :

$y = 59767x^3 – 4.10^8 x^2 + 7.10^{11} x -5.10^{14}$

$= 59767(8)^3 – 4.10^8 (8)^2 + 7.10^{11} (8) – 5.10^{14}$

$= 30600704 – 763125,2 + 3352952 – 6013021$

= 27.177.509 kg

= 27.177,509 Ton

Kenyataannya sampai tahun ini di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi polivinil alkohol, dan usaha kearah pendirian pabrik tersebut juga belum dilakukan. Bila kebutuhan akan polivinil alkohol dicukupi dari data impor saja maka akan sangat memberatkan neraca perdagangan ekspor-impor Indonesia, apalagi disaat sekarang ini, dimana nilai tukar rupiah sangat rendah terhadap dollar.

karena belum ada pabrik polivinil alkohol yang berdiri di Indonesia. Maka pabrik polivinil alkohol perlu direalisasikan mengingat banyaknya pabrik kertas di indonesia yang membutuhkan polivinil alkohol sebagai bahan baku.

B. Kegunaan Polivinil Alkohol

Polivinil alkohol dihasilkan dari hidrolisis sempurna atau sebagian dari *Vinyl Acetate Monomer (VAM*) dengan ratio berkisar antara 87% - 99%. Polivinil asetat adalah suatu polimer karet sintetis. Polivinil asetat dibuat dari monomernya, vinil asetat (*vinyl acetate monomer*). Senyawa ini ditemukan di Jerman oleh Dr. Flitz Klatte pada 1912.

Polivinil alkohol merupakan bahan yang tepat sebagai bahan pengemulsian dan adhesi. Polivinil alkohol juga tahan terhadap minyak pelumas dan pelarut tanpa bau dan tidak beracun. Polivinil alkohol kuat dan fleksibel, merupakan pelarut cepat, memiliki titik lebur 230°C dan pada suhu 180-190°C akan terhidrolisis sempurna atau sebagian.

Beberapa kegunaan polivinil alkohol antara lain:

1. Sebagai bahan percetakan
2. Bahan textil
3. Merekatkan dan mempertebal bahan pada cat latex, hairspray, shampo dan lem.
4. Sebagai larutan yang digunakan untuk packing
5. Sebagai penguat fiber

6. Untuk membuat PCB
7. Digunakan dengan polivinil asetat untuk membuat lem elmers.

C. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dipakai dalam proses pembuatan polivinil alkohol adalah polivinil asetat dan metanol. Polivinil asetat masih harus diimpor dari Jepang. Sedangkan Metanol diperoleh dari PT. Medco Methanol Bunyu, Kalimantan Timur. Dan bahan pembantu berupa asam sulfat diperoleh dari P.T. Petrokimia Gresik.

Tabel 1.2. Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga ($/kg)
Bahan Baku	
Polivinil Asetat	0,5
Metanol	0,3
Katalis H_2SO_4	0,2
Produk	
Polivinil Alkohol	2
Metil Asetat	1,1

(Kirk and Othmer, 1997)

D. Analisa Pasar

Polivinil alkohol juga merupakan salah satu bahan baku dalam pembuatan kertas. Dimana pabrik ini direncanakan berdiri terutama sebagai supplier pabrik kertas. Tercatat di Indonesia, Pabrik Kertas sebanyak 64 perusahaan, dari jumlah tersebut kapasitas industri kertas terpasang adalah 4.913.380 ton/tahun. (APKI).

Dalam pembuatan kertas, polivinil alkohol digunakan sebagai bahan kimia perekat pulp, sehingga kertas yang diproduksi memiliki kekuatan tarik. Dosis penambahan polivinil alkohol dalam proses memproduksi kertas sebanyak 3% dari total berat kertas yang dihasilkan. Jadi prediksi kebutuhan polivinil alkohol untuk pabrik kertas di Indonesia adalah 147.400 ton/tahun.

Dilihat dari kebutuhan impor akan polivinil alkohol, kapasitas terpasang pabrik kertas sebagai pengguna polivinil alkohol, harga bahan baku dan harga produknya, maka pendirian pabrik polivinil alkohol cukup menguntungkan.

E. Penetapan Kapasitas Perancangan

Dari data perusahaan yang memproduksi polivinil alkohol di luar negeri adalah sebagai berikut :

Tabel 1.3. Kapasitas Pabrik yang telah ada

Nama Pabrik	Negara	Kapasitas (ribu ton/tahun)
Air Products and Chemicals. Ins	USA	90
Chang Chun	Taiwan	55
Chin-Shan Petrochemical	China	33
Du Pont	USA	68
Hoechst	Germany	50
Nippon Goshei	Japan	65
Shi-Shan Vinylon	China	45
Kuraray	Japan	124

(Kirk and Othmer, 1997)

Dalam pemilihan kapasitas perancangan pabrik polivinil alkohol perlu memperhatikan prediksi kebutuhan polivinil alkohol di Indonesia, ketersediaan bahan baku, kapasitas komersil yang telah digunakan, kebutuhan polivinil alkohol pada pabrik kertas. Berdasarkan prediksi kebutuhan akan polivinil alkohol pada tahun 2016 sebesar 27.177 ton/tahun dan pabrik komersil yang telah ada dengan kapasitas minimal 33.000 ton/tahun, dan kapasitas pabrik kertas terpasang 4.913.380 ton/tahun dengan prediksi kebutuhan polivinil alkohol adalah 147.000 ton/tahun, maka dirancang kapasitas pabrik 40.000 ton/tahun.

F. Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik akan mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan pabrik tersebut. Ada beberapa faktor yang harus di pertimbangkan untuk menentukan lokasi pabrik yang kita rancang agar secara teknis dan ekonomis menguntungkan.

Lokasi suatu pabrik dikatakan ekonomis bila memenuhi beberapa persayaratan yaitu:

1. Penyediaan bahan baku
2. Dekat dengan lokasi pemasaran
3. Transportasi mudah dan lancar
4. Utilitas cukup tersedia
5. Tenaga kerja mudah dan murah
6. Keadaan lingkungan masyarakat yang mudah beradaptasi

Perancangan pabrik polivinil alcohol ini direncanakan berlokasi di Kawasan Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Segi Teknis, meliputi:

   a. Sumber bahan baku

   Bahan baku merupakan faktor utama dalam kelangsungan operasi suatu pabrik. Dengan pertimbangan tersebut maka kawasan Gresik merupakan kawasan yang strategis. Bahan baku utama dari pabrik polivinil alcohol ini adalah polivinil asetat, yang masih harus diimport dari Negara AS, Eropa, Jepang dan China maka dipilih dekat dengan pelabuhan, sedangkan untuk kebutuhan methanol diperoleh dari PT Medco pulau Bunyu, Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 330.000 ton/tahun.

   b. Utilitas

   Air, bahan bakar dan listrik mudah diperoleh karena daerah gresik merupakan kawasan indutri yang dekat dengan sumber air. Disamping itu kebutuhan akan bahan bakar dan listrik sudah tersedia.

   c. Keadaan tanah

   Topografi daerah Jawa Timur umumnya cukup baik, karena tidak terlalu banyak pegunungan serta kondisi alam yang relative stabil sehingga akan mempermudah pendirian dan pengembangan pabrik.

2. Segi Ekonomi

   a. Pemasaran

   Sebagian besar produk polivinil alkohol digunakan oleh industri-industri tekstil (±40%), Industri perekat/industri polimer (±30%) dan industri-industri kertas (±14%). Industri-industri konsumen polivinil alkohol yang telah berdiri

di Indonesia beberapa diantaranya terletak di Jawa Timur. Maka sangatlah tepat jika pabrik polivinil alcohol didirikan di Gresik, Jawa Timur karena akan mengurangi biaya transportasi produk ke konsumen.

b. Transportasi

Jawa Timur merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal transportasi, karena dekat dengan ibukota provinsi sehingga dapat dijangkau oleh berbagai jenis transportasi, baik melalui angkutan laut maupun angkutan darat. Begitu pula sarana transportasi yang ada telah memadai sebagai kawasan industri.

c. Segi Sosial

Tenaga kerja merupakan modal untuk pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di Gresik akan dapat menyerap tenaga kerja potensial yang cukup banyak sehingga dapat mengurangi pengangguran.

d. Segi Lingkungan

Lingkungan hidup dikaitkan dengan undang-undang lingkungan atau peraturan yang berlaku. Perolehan izin mendirikan pabrik lebih mudah diperoleh karena lokasi pabrik terletak di kawasan industri yang telah memperoleh perijinan.

e. Kemasyarakatan

Keadaan sosial kemasyarakatan sudah terbiasa dengan lingkungan industry sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan mudah dan cepat.

BAB II

DESKRIPSI PROSES

Usaha Produksi dalam pabrik kimia membutuhkan berbagai unit proses dimana dirangkai dalam suatu unit proses produksi yang disebut teknologi proses. Secara garis besar, unit proses utama dari sebuah pabrik kimia adalah unit reaksi, unit pemisahan dan unit pemurnian.

Proses perubahan bahan baku menjadi produk terjadi dalam unit reaksi. Alat proses dalam unit reaksi adalah reaktor. Keluaran dari unit reaktor, akan diproses dalam unit pemisahan dan pemurnian yang bertujuan agar hasil dari unit reaksi sesuai dengan permintaan pasar, serta juga perlu menyiapkan bahan baku ataupun intermediat agar kondisinya sesuai dengan kondisi katalis yang sesuai dengan katalis yang membantu jalannya reaksi. Pemilihan unit pemisahan dan pemurnian tergantung pada perbedaan sifat fisik dan sifat kimia dari masing-masing komponen yang ingin dipisahkan.

Perbedaan sifat fisik yang bisa dimanfaatkan untuk memisahkan komponen-komponen dari satu campuran adalah perbedaan fasa (padat, cair atau gas), perbedaan ukuran partikel serta perbedaan tekanan uap atau titik didih. Perbedaan sifat kimia yang bisa dimanfaatkan untuk memisahkan komponen-komponen yang

terdapat dalam suatu campuran adalah kelarutan. Unit proses pemisahan dan pemurnian yang paling lazim di pabrik kimia adalah destilasi dan ekstraksi. Unit proses yang terdapat dalam pabrik kimia untuk pembentukan suatu produk kimia dapat menggunakan berbagai jenis proses.

A. Proses-proses pembuatan Polivinil Alkohol (PVOH)

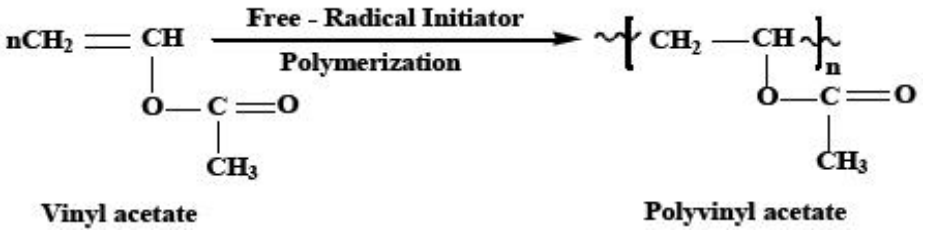
1. Berdasarkan Bahan Baku yang digunakan

Dalam pembuatan PVA dikenal 2 macam metode pembuatan berdasarkan perbedaan bahan bakunya (Kirk and Othmer. 1997), yaitu :

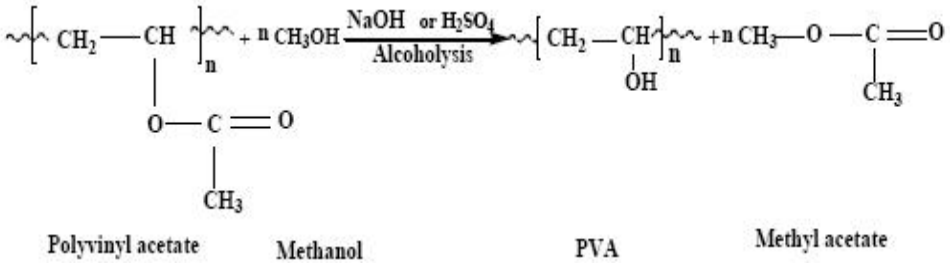
1.1. Pembuatan PVA menggunakan bahan baku *Vynyl Acetate Monomer(VAM)* dan methanol

PVA dibuat dengan cara melakukan polimerisasi terhadap VAM menjadi polivinil asetat. dengan menggunakan metode polimerisasi emulsi. Proses polimerisasi emulsi melibatkan monomer, air, surfaktan, inisiator, dan *buffer*. *Benzoyl peroxide* biasanya digunakan sebagai inisiator dalam polimerisasi emulsi karena mudah larut dalam air. Larutan buffer seringkali ditambahkan ke dalam reaksi polimerisasi emulsi untuk menstabilkan pH karena hidrolisis vinil asetat bersifat sensitive terhadap pH, selain itu inisiator juga terdekomposisi pada pH tertentu. *Chain transfer agent* juga ditambahkan untuk mengontrol berat molekul dari polivinil asetat yang dihasilkan.Proses polimerisasi emulsi dapat dilakukan dengan cara memasukkan semua bahan yang dibutuhkan ke reaktor, kemudian memanaskan sistem, dan mengaduk campuran sampai reaksi selesai terjadi. Pada saat reaksi berlangsung, temperatur 60-80°C dimana reaksi dikontrol dengan menggunakan sistem pendingin. Penambahan monomer dilakukan secara

kontinyu ke dalam reaktor selama 4-5 jam waktu reaksi untuk menghasilkan polivinil asetat dalam partikel yang lebih kecil dan dispersi yang lebih stabil. Konversi dalam polimerisasi ini terjadi hingga 70-80% (Kominami,1966)

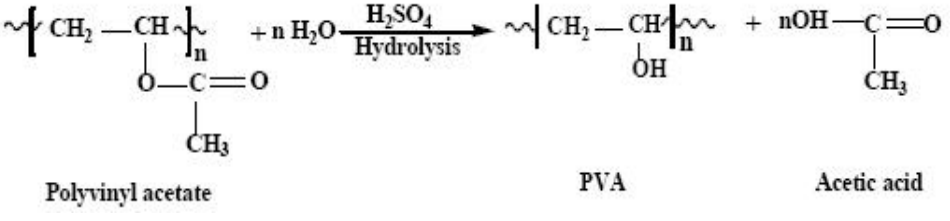


(1)



(2.1)

atau



(2.2)

Gambar 2.1. Pembentukan Polivinil Alkohol dari VAM (Cecelia K. Haweel, and Saad H. Ammar).

1.2 Pembuatan PVA menggunakan bahan baku *Polyviynil Acetate* dan Methanol. Pembentukan Polivinil Alkohol berbahan baku polivinil asetat dan methanol lebih memiliki proses reaksi yang lebih singkat, karena tidak perlu menggunakan reaksi polimerisasi. Hal ini lebih menguntungkan dari segi ekonomis dan memiliki

waktu reaksi yang lebih singkat. Mekanisme reaksi menggunakan polivil setat dapat dilihat pada gambar 2.1.

2. Berdasarkan Katalis yang digunakan

2.1. *Alkaline Catalyst* (Katalis Basa)

Proses pembuatan Polivinil Alkohol menggunakan katalis *alkaline* (basa) memiliki ciri khusus yaitu sensitif terhadap air dan dapat menaikkan angka viskositas. Jenis katalis ini diantaranya natrium atau potassium hidroksida, metoksida atau etoksida.

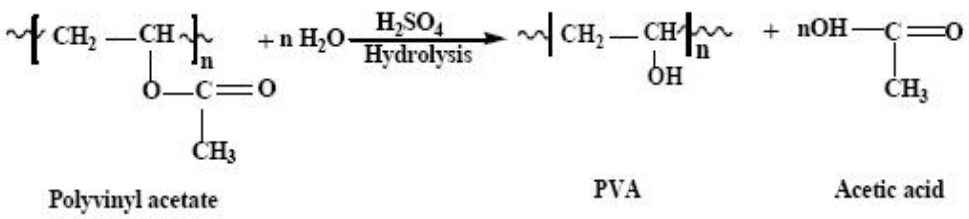
2.2. *Acid catalyst* (Katalis Asam)

Proses alkoholisis dengan menggunakan katalis *acid* (asam). Yang membedakan dengan proses pertama yaitu proses ini tidak sensitif terhadap air dan tidak menaikkan angka viskositas larutan produk. Jenis katalis ini dapat berupa asam sulfat dan asam asetat.

3. Berdasarkan Reaksi

3.1. Proses Hidrolisis

Karakteristik reaksi hidrolisis adalah menggunakan air sebagai reaktannya pada suhu ruangan dengan mengikuti persamaan reaksi pada gambar 2.2.

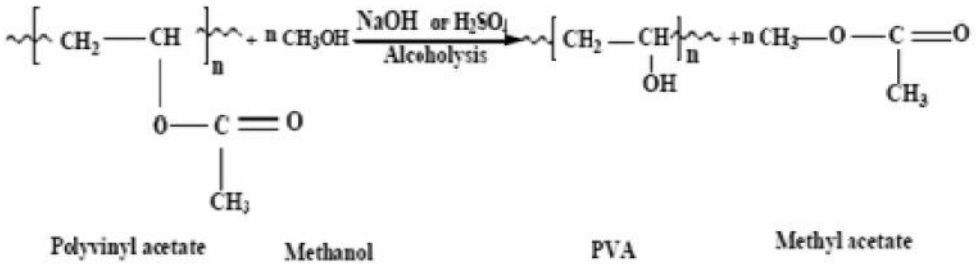


Gambar 2.2. reaksi Hidrolisis pembentukan Polivinil Alkohol

Polivinil asetat ditambahkan 8-10% mol NaOH per mol polivinil asetat (20% berat air), Methanol untuk mengurangi konsentrasi NaOH ke bawah 10% dengan temperatur hidrolisis 40-45°C dan waktu reaksi 20-90 menit. kemudian dikeringkan dalam ruang hampa oven semalam di 60-70 ^{o}C. Pada skala industri, metode esterifikasi lebih disukai daripada metode hidrolisis karena distribusi gugus fungsional alkohol pada rantai produk PVA lebih teratur sehingga molekul polimer lebih stabil. Oleh karena itu produk Polivinil Alkohol yang dihasilkan memiliki derajat hidrolisis yang rendah (35%). Selain itu, reaksi hidrolisis jarang digunakan untuk memproduksi PVA karena laju reaksinya lebih lambat dibandingkan dengan proses transesterifikasi. (Markley. 1994).

3.2. Reaksi Alkoholis/Transesterifikasi

Proses transesterfikasi adalah proses dimana sejumlah kecil asam atau basa ditambahkan sebagai katalis untuk mengubah ester. Reaksi transesterifikasi antara poli(vinil asetat) dengan basa alkohol menghasilkan poli(vinil alkohol) dan aldehid terjadi menurut persamaan pada gambar 2.4.



Gambar 2.3. Proses Trasesterifikasi Polivinil Asetat menjadi Polivinil Alkohol

Katalis yang umum digunakan pada reaksi di atas adalah NaOH maupun KOH ataupun jenis katalis lainnya baik katalis asam atau basa. Derajat hidrolisis dapat diatur dengan penyesuaian waktu reaksi, konsentrasi katalis, dan suhu reaksi. Suhu pada reaksi alkoholis berkisar antara 55°C-85°C dengan waktu reaksi 20-90 menit. Umumnya produk PVA adalah kopolimer dari poli(vinil alkohol) dan poli(vinil asetat) dengan kandungan poli(vinil asetat) berkisar antara 0-30%. Produk PVA biasanya dikelompokkan berdasarkan derajat hidrolisisnya, yaitu perbandingan antara gugus alkohol (OH) terhadap jumlah gugus fungsional secara keseluruhan. PVA yang terhidrolisis sempurna artinya tidak lagi memiliki gugus asetat (OCOCH3) pada rantainya.

Tabel 2.1. Perbandingan Proses Pembuatan PVA

No	Item	Jenis Proses	
		Hidrolisis	Alkoholis
1	Bahan Baku	Vynil Asetat Monomer/Polivinil asetat emulsi, air	Vynil Asetat Monomer/Polivinil asetat emulsi, methanol
2	Konversi	87 % - 89% (terhidrolisis sebagian)	90% - 99% (terhidrolisis seluruhnya)
3	Kondisi Operasi	Reaksi eksotermis, orde 2, suhu reaksi 40-45oC, waktu reaksi 90 menit, P=1 atm	Reaksi eksotermis, orde 2, suhu reaksi 55-85oC, waktu reaksi 20-30 menit, P=1 atm
4	Peralatan	1 reaktor, 1 dryer, 2	1 reaktor, 1 dryer, 2

	Utama	kolom destilasi, 1 ekstruder pelletizer	kolom destilasi, 1 ekstruder pelletizer
5	Bahan Penunjang	Katalis asam atau basa cair, air pencuci, methanol, steam	katalis asam atau basa cair, air pencuci, steam

B. Pemilihan Proses

1. Berdasarkan Bahan Baku

Dari bahan baku yang tertera dalam tabel 2.1., bahan baku yang digunakan dalam perancangan pabrik polivinil alkohol adalah Polivinil asetat dengan pertimbangan sebagai berikut :

a. Lebih ekonomis. Dimana harga vinil asetat monomer $ 1/kg, sedangkan harga polivinil asetat $ 0,5/kg.
b. kemudahan proses yang berlangsung, jika menggunakan Vinil Asetat akan memakan waktu lebih banyak dalam mempolimerisasikannya menjadi polivinil asetat.

2. Berdasarkan Katalis

Pemilihan katalis sangat bergantung pada kondisi proses dan viskositas produk. Dalam perancangan pabrik polivinil alkohol ini menggunakan katalis asam dengan pertimbangan :

a. Tidak sensitif terhadap air, karena dalam proses pembuatan polivinil alkohol menggunakan air
b. Tidak menaikkan angka viskositas

3. Berdasarkan Reaksi dan Kondisi Proses

Dari kedua proses pada tabel 2.1., yang akan digunakan dalam perancangan pabrik polivinil alkohol adalah proses alkoholis dengan pertimbangan :

a. Waktu reaksi yang lebih singkat karena suhu reaksi lebih tinggi
b. Konversi polivinil alkohol yang dihasilkan pada proses alkoholis lebih tinggi dibandingkan proses hidrolisis.

C. Uraian Singkat Proses Pembuatan Polivinil Alkohol

Proses yang digunakan adalah proses kontinyu, dimana bahan baku polivinil asetat dengan methanol diumpankan bersama dengan katalis asam sulfat menuju reaktor. Reaktor dioperasikan pada suhu 70^0C pada tekanan atmosferis. Produk keluaran reaktor dilakukan proses pemisahan sisa reaksi methanol dan produk samping metal asetat. Dimana produk polivinil alkohol diumpankan ke dryer untuk proses pengeringan. Dan produk samping metal asetat dipisahkan melalui menara destilasi.

Secara garis besar proses pembuatan polivinil alkohol dari polivinil asetat dan metanol dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi di dalam reaktor
3. Tahap pemurnian produk

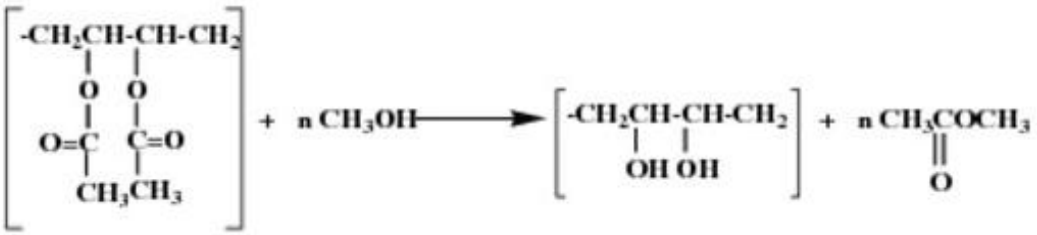
1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku polivinil asetat disimpan dalam keadaan cair pada kondisi P= 1 atm dan T= 32°C menggunakan tangki silinderis tegak dengan tutup *conical* (ST-02) dialirkan dengan pompa (P-02) bersamaan dengan produk vaporizer (VP-02) sebagai *recycle*. Kemudian dilewatkan *vaporizer* (VP-01) yang berfungsi menaikkan suhu sebelum masuk reaktor sebesar 70 ^{o}C dan diumpankan menuju reaktor.

Bahan baku metanol disimpan dalam keadaan cair pada kondisi P= 1 atm dan T= 32°C menggunakan tangki silinder tegak dengan tutup *conical* (ST-02) dialirkan dengan pompa (P-01) menuju *vaporizer* (VP-01) yang berfungsi untuk menaikkan suhu dan mengubah fasa metanol menjadi uap sebelum masuk reaktor sebesar 70°C. Pada awal operasi diumpankan H_2SO_4 dari tangki pada kondisi fase cair sebagai katalis dengan suhu lingkungan menuju reaktor (R-01).

2. Tahap Reaksi di dalam Reaktor

Reaktor difungsikan untuk mereaksikan metanol dan polivinil asetat menjadi polivinil alkohol dengan menggunakan katalis asam sulfat. Reaksi dilakukan dalam *RATB* dengan orde 2 yang berlangsung pada fase cair-cair, kondisi operasi isothermal, suhu 70°C, tekanan 1 atm, dengan sifat reaksi *eksotermis, irreversible.* Sehingga untuk menjaga suhu reaksi dialirkan air pendingin dalam koil. Reaksi pembentukan polivinil alkohol adalah



Gambar 2.4. Proses alkoholis polivinil asetat menjadi polivinil alkohol

Produk keluaran reaktor dialirkan dengan pompa (P-04) dan pompa (P-05) menuju unit pemurnian produk.

3. Tahap Pemurnian Produk

Produk keluaran reaktor yang menguap yaitu metil asetat dan metanol di bawah suhu 70°C dialirkan ke Menara destilasi (MD-01). Menara Destilasi berfungsi untuk memisahkan metanol dan metil asetat yang menjadi uap selama proses dalam reaktor kemudian di kondensasi ddalam condensor (CD-03). Suhu menara destilasi adalah 58 ^{0}C .Metil asetat merupakan produk atas menara destilasi dan produk bawah adalah mentanol. Kemudian metil asetat dikondensasi dalam condensor (CD-01) ditampung dalam *accumulator* (AC-01) dan disimpan dalam tangki produk samping. Sedangkan metanol diumpankan dengan pompa (P-07) untuk di *recycle* menuju reaktor. Produk reaktor berupa slurry di*centrifuge* (CF-01). *Centrifuge* berfungsi untuk memisahkan produk padatan dengan sisa reaksi dan pelarut, dimana filtrat akan dialirkan dengan pompa (P-06) menuju vaporizer (VP-02) sedangkan produk padatan diangkut dengan *screw conveyor* (SC-03) dan diumpankan menuju *rotary dryer* (RD-01).

Rotary dyer berfungsi untuk mengeringkan produk polivinil alkohol dengan media pengering udara, udara diperoleh dari lingkungan, dilewatkan *filter* (F-01), untuk menyaring kotoran yang terikut dan dialirkan dengan *blower* (BL-01). Dari *blower* kemudian dilewatkan *heat exchanger* (HE-04) yang berfungsi untuk menaikkan suhu udara sampai 150°C dan digunakan sebagai media pengering pada *rotary dyer*. Di dalam *rotary dyer* (RD-01) akan terjadi proses kontak antara padatan basah dengan udara, maka akan terjadi proses humidifikasi, yang menyebabkan kandungan cairan teruapkan dan padatan basah menjadi kering. Produk *rotary dyer* diumpankan ke *Rotary Cooler* (RC-01) untuk menurunkan suhu produk kemudian diangkut dengan screw conveyor (SC-01) menuju pengantongan produk.

Filtrat akan dialirkan dengan pompa (P-06) menuju vaporizer (VP-02), air akan menguap karena suhu dalam vaporizer adal 100 ^{0}C dan menjadi limbah kemudian asam sulfat beserta polivinit asetat di recycle ke reaktor.

D. Ekonomi Potensial

BM : $(C_4H_6O_2)_n$ = 146,200 kg/kmol

CH_3OH = 32 kg/ kmol

$(C_2H_4O)_n$ = 74,800 kg/kmol

CH_3COOCH_3 = 74,08 kg/ kmol

$$(C_4H_6O_2)_{2\,(l)} + 2CH_3OH_{(l)} \longrightarrow (C_2H_4O)_{2\,(s)} + 2\,CH_3COOCH_3$$

(Polivinil Asetat) (Metanol) (Polivinil Alkohol) (Metil Asetat)

Diketahui kapasitas produksi Polivinil Alkohol 40.000 ton/tahun

Mol Polivinil Alkohol = 40.000.000 kg/thn : 74,8 kg/kmol

= 534.759,36 kmol/thn

Harga produk = 40.000.000 kg/thn * $ 2/kg

= $ 80.000.000 /thn

Dari stoikiometri untuk memperoleh 534.759,36 kmol/thn polivinil alkohol maka dibutuhkan :

1. Polivinil Asetat = 1/1 * 534.759,36 kmol/thn

   = 534.759,36 kmol/thn → (BM: 146,2 kg/kmol)

   = 52.772.727,27 kg/thn

   Harga = 78.181.818,43 kg/thn * $ 0,5/kg

   = $ 39.090.909,22/thn

2. Metanol = 2/1 * 534.759,36 kmol/thn

   = 1. 069.518,72 kmol/thn → (BM: 32 kg/kmol)

   = 34.224.599 kg/thn

   Harga = 34.224.599 kg/thn * $ 0,3 /kg

   = $ 10.267.379,71 /thn

Total harga bahan baku

= $ 39.090.909,22/thn + $ 10.267.379,71/thn

= $ 49.358.288,93/thn

Maka keuntungan produksi Polivinil Alkohol

= Harga produk – Total Harga Bahan Baku

= $ 80.000.000 /thn - $ 49.358.288,93/thn

= $ 30.64.711,07/thn

E. Tinjauan Thermodinamika

Reaksi

$$(C_4H_6O_2)_{2\,(l)} + 2CH_3OH_{(l)} \longrightarrow (C_2H_4O)_{2\,(s)} + 2\,CH_3COOCH_3$$

(Polivinil Asetat) (Metanol) (Polivinil Alkohol) (Metil Asetat)

Tabel 2.2.. Data Energi Bebas Gibbs

Senyawa	(ΔG^o_f)kJ/mol
$CH_3OH_{(l)}$	-166,70

Data Energi Bebas Gibbs pembentukan standar Polivinil Alkohol, Polivinil Asetat dan Metil Asetat menggunakan metode joback:

$$\Delta G^\circ f = 53{,}88 + \sum Ni\,\Delta G^\circ fi$$

Tabel 2.3. Data Energi Bebas Gibbs Ikatan

Ikatan	(ΔG^o_f) kJ/mol
- CH2 -	8,42
- CH –	58,36
|	
CH3 -	-43,96
O = C –	-120,50
|	
- O -	-105,00
- OH	-189,20

- Polivinil Asetat

$$\Delta G^{o}f = 53{,}88 + 2\,(\Delta G^{o}f\,CH) + 2\,(\Delta G^{o}f\,CH2) + 2\,(\Delta G^{o}f\,CH3) + 2\,(\Delta G^{o}f\,CO) + 2\,(\Delta G^{o}f\,O)$$

$$\Delta G^{o}f = 53{,}88 + 2\,(58{,}36) + 2\,(8{,}42) + 2\,(-43{,}96) + 2\,(-120{,}5) + 2\,(-105{,}00)$$

$$\Delta G^{o}f = -351{,}48 \text{ Kj/Mol}$$

- Polivinil Alkohol

$$\Delta G^{o}f = 53{,}88 + 2\,(\Delta G^{o}f\,CH) + 2\,(\Delta G^{o}f\,CH2) + 2\,(\Delta G^{o}f\,OH)$$

$$\Delta G^{o}f = 53{,}88 + 2\,(58{,}36) + 2\,(8{,}42) + 2\,(-189{,}20)$$

$$\Delta G^{o}f = -190{,}96 \text{ Kj/Mol}$$

- Metil Asetat

$$\Delta G^{o}f = 53{,}88 + 2\,(\Delta G^{o}f\,CH3) + 1\,(\Delta G^{o}f\,CO) + 1\,(\Delta G^{o}f\,O)$$

$$\Delta G^{o}f = 53{,}88 + 2\,(-43{,}96) + 2\,(-120{,}5) + 2\,(-105{,}00)$$

$$\Delta G^{o}f = -259{,}54 \text{ Kj/Mol}$$

Jadi,

$$\Delta G \text{ Reaksi} = \sum \Delta G^{o}{}_{f} \text{ Produk} - \sum \Delta G^{o}{}_{f} \text{ Reaktan}$$

$$\Delta G \text{ Reaksi} = -190{,}96 + \left(2\,(-259{,}54)\right) - \left(-351{,}48 - 2\,(-166{,}7)\right)$$

$$\Delta G \text{ Reaksi} = -25{,}16 \text{ Kj/Mol}$$

Karena nilai ΔG Reaksi bernilai negatif, maka reaksi berlangsung spontan. Sedangkan data entalpi pembentukan standar untuk reaksi pembentukan polivinil alkohol dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2.4. Data Entalpi Pembentukan Standar

Senyawa	(ΔH^o_f) kJ/mol
$CH_3OH_{(l)}$	-238,66
CH_3COOCH_3	-409,72

Data Entalpi pembentukan standar Polivinil Alkohol dan Polivinil Asetat menggunakan metode joback:

$$\Delta H^\circ f = 68{,}29 + \sum Ni\ \Delta H^\circ fi$$

Tabel 2.5. Data Entalpi Pembentukan Ikatan

Ikatan	(ΔH^o_f) kJ/mol
- CH2 -	-20,64
- CH –	29,89
|	
CH3 -	-76,45
O = C –	-133,22
|	
- O -	-132,22
- OH	-208,04

- Polivinil Asetat

$$\Delta H^{o}f = 53{,}88 + 2\,(\Delta H^{o}f\ CH) + 2\,(\Delta H^{o}f\ CH2) + 2\,(\Delta H^{o}f\ CH3) + 2\,(\Delta H^{o}f\ CO) + 2\,(\Delta H^{o}f\ O)$$

$$\Delta G^{o}f = 53{,}88 + 2\,(29{,}89) + 2\,(-20{,}64) + 2\,(-76{,}45) + 2\,(-133{,}22) + 2\,(-132{,}22)$$

$$\Delta G^{o}f = 596{,}99\ Kj/Mol$$

- Polivinil Alkohol

$$\Delta H^{o}f = 53{,}88 + 2\,(\Delta H^{o}f\ CH) + 2\,(\Delta H^{o}f\ CH2) + 2\,(\Delta H^{o}f\ OH)$$

$$\Delta G^{o}f = 53{,}88 + 2\,(29{,}89) + 2\,(-20{,}64) + 2\,(-208{,}04)$$

$$\Delta G^{o}f = --329{,}29\ Kj/Mol$$

Jadi,

$$\Delta H\ Reaksi = \sum \Delta H^{o}_{f}\ Produk - \sum \Delta H^{o}_{f}\ Reaktan$$

$$\Delta H\ Reaksi = -329{,}29 + \left(2\,(-409{,}72)\right) - \left(-596{,}99 - 2\,(-238{,}66)\right)$$

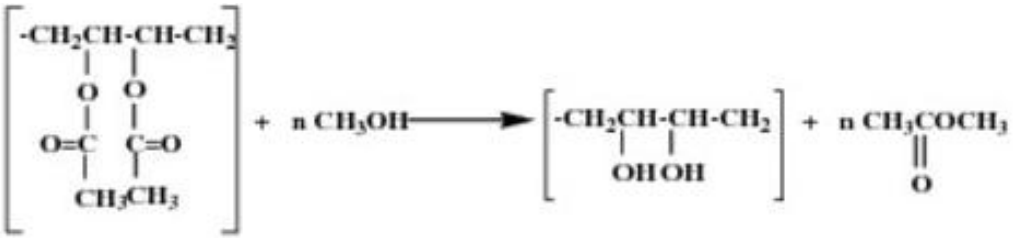
$$\Delta H\ Reaksi = -74{,}42 Kj/Mol$$

Tanda negative berarti reaksi tersebut bersifat eksotermis.

F. Tinjauan Kinetika

Proses pembentukan polivinil alkohol yaitu dengan mereaksikan antara polivinil asetat dengan methanol, dimana kedua bahan berpengaruh terhadap reaksi , maka reaksi berlangsung orde 2

Reaksi :



kinetika reaksi pada suhu 70^0C adalah 4,36821 m^3/kmol.jam

(Kirk and Othmer, 1997)

BAB III

SPESIFIKASI BAHAN

A. Bahan Baku

1. Polivinil Asetat

Rumus Molekul	: $(C_4H_6O_2)_n$
Berat Molekul	: 146.200 kg/mol
Fase	: Cair
Warna	: Putih susu
Rapat massa (20°C)	: 1,191 g/cm^3
(25°C)	: 1,19 g/cm^3
PH	: 4-6
Viskositas	: 7,00 cP
Titik leleh	: 15°C
Titik didih	: 72,5 ^{o}C
Temperatur dekomposisi	:150°C
Panas pembentukan(Δ_{Hf})	: -75,5 kcal/ mol
Panas polimerisasi	: - 87,5 kJ/ mol
Polivinil asetat, min	: 40%
Kandungan air maks	: 60%

2. **Metanol**

Berat molekul	: 32 kg/ kmol
Titik didih	: 64°C
Titik lebur	: -97,68 ^{o}C
Tekanan kritis	: 79,9112 atm
Suhu kritis	: 512,6 ^{o}C
Volume kritis	: 0,118 m^{3}/kmol
Rapat massa (30°C)	: 0,7917 g/cm^{3}
Viskositas (25°C)	: 0,3276 cP
Panas pembentukan (Δ_{Hf})	: -48,08 kcal/mol
Kemurnian	: 99,85 %
Impuritas (air)	: 0,15 %

B. Produk

1. Polivinil Alkohol

Rumus molekul	: $(C_2H_4O)_n$
Fase	: Padat (*pellet*)
Warna	: Putih tulang
Berat molekul	: 74.800 kg/kmol
Panas pembentukan (Δ_{Hf})	: -39,76 kcal/gmol
Densitas	: 1300 kg/m^{3}
Viskositas	: 0,414 cP
Titik leleh	: 200 ^{o}C
Titik didih	: 228 ^{o}C

Glass transition temperature : 84,5 ^{o}C

Kemurnian : 99,5 %

Impuritas (air) : 0,5 %

2. Metil Asetat

Rumus molekul : CH_3COOCH_3

Fase : Cair

Titik didih : 57,1 ^{o}C

Titik leleh : -99 ^{o}C

Berat Molekul : 74,08 kg/kmol

Densitas : 0,924 gr/cm^3

Viskositas : 0,38 cP

Panas pembentukan (Δ_{Hf}) : -97,86 kcal/ gmol

Kemurnian : 97 %

Impuritas : 3 %

C. Bahan Penunjang (katalis)

1. Asam Sulfat

Rumus molekul : H_2SO_4

Fase : Cair

Warna : Tidak berwarna

Titik didih : 340 ^{o}C

Titik leleh : 10 ^{o}C

Berat molekul : 98,8 kg/kmol

Densitas	: 1,84 gr/cm^3
Viskositas	: 6,8 cP
Kemurnian	: 98 %
Kadar air	: 2 %

IV. NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

A. Neraca Massa

Kapasitas Produksi : 40.000 ton/tahun

Waktu Operasi : 330 hari/tahun, 24 jam/hari

Proses : Kontinyu

Basis : 1 jam operasi

Bahan Baku : *Polivinil Asetat* dan *Methanol*

Produk : *Polivinil Alkohol* 99.5% w/w

1. *Reaktor* (R-01)

Tabel 4.1. Neraca Massa di *Reaktor* (R-01)

Komponen	**Aliran Masuk (kg/jam)**		**Aliran Keluar (kg/jam)**	
	F 2	**F 3**	**F 4**	**F5**
$(C_4H_6O_2)n$		502,0227	3450,9789	
CH_3OH	4060,8101			1284,0852
H_2O	6,1004	15460,6885	15466,7889	
H_2SO_4		40,6691	40,6691	
$(C_2H_4O)n$		10913,4272	4320,0195	
CH_3COOCH_3				6421,1765

TOTAL	4066,9105	26916,8076	**30983,7181**
	30983,7181		

2. *Reaktor* (R-02)

Tabel 4.2. Neraca Massa di *Reaktor* (R-02)

Komponen	**Aliran masuk (kg/jam)**		**Aliran Keluar (kg/jam)**	
	F4	**F5**	**F6**	**F7**
$(C_4H_6O_2)n$	3450,9789		1091,3427	
CH_3OH		1284,0852		406,0810
H_2O	15466,7889		15466,7889	
H_2SO_4	40,6691		40,6691	
$(C_2H_4O)n$	4320,0195		5527,2753	
CH_3COOCH_3		6421,1765		8451,5611
TOTAL	**30983,7181**		**30983,7181**	

3. *Centrifuge* (CF-01)

Tabel 4.3. Neraca Massa di *Centrifuge* (CF-01)

Komponen	**Aliran masuk (kg/jam)**	**Aliran keluar (kg/jam)**	
	F6	**F9**	**F8**
$(C_4H_6O_2)n$	1091,3427	1091,3427	
CH_3OH			
H_2O	15466,7889	14729,819	736,937
H_2SO_4	40,6691	40,6691	

$(C_2H_4O)n$	5527,2753	502,0227	5025,2525
CH_3COOCH_3			
TOTAL	22126,076	16363,853	5762,223
	22126,076	**22126,076**	

4. *Rotary Dryer* (RD-01)

Tabel 4.5. Neraca Massa di *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	**Aliran masuk (kg/jam)**		**Aliran keluar (kg/jam)**	
	F8	**F11**	**F12**	**F10**
H_2O	736,937		711,7175	25,2525
$(C_2H_4O)n$	5025,2525			5025,2525
N_2		45403,22	45403,22	
O_2		13793,38	13793,38	
TOTAL	5762,2226	59196,61	59908,3256	5050.5051
	64958,8307		**64958,8307**	

5. *Rotary Cooler* (RC-01)

Tabel 4.6. Neraca Massa di *Rotary Cooler* (RC-01)

Komponen	**Aliran masuk (kg/jam)**	**Aliran Keluar (kg/jam)**
	F10	**F13**
$(C_2H_4O)n$	5025,2525	5025,2525
H_2O	25,2525	25,2525
TOTAL	**5050,5051**	**5050,5051**

6. *Menara Destilasi* (MD-01)

Tabel 4.7. Neraca Massa di *Menara Destilasi* (MD-01)

Komponen	Aliran masuk (kg/jam)	Aliran keluar (kg/jam)	
	F7	**F14**	**F15**
CH_3COOCH_3	8451,5611	8409,3033	42,2578
CH_3OH	406,0810	173,3877	232,6933
TOTAL	8857,6421	8582,691	274,9511
	8857,6421	**8857,6421**	

7. *Vaporizer* (VP-02)

Tabel 4.7. Neraca Massa di Vaporizer (VP-02)

Komponen	Aliran masuk (kg/jam)	Aliran keluar (kg/jam)	
	F9	**F16**	**F17**
H_2O	14729,819	14729,819	
$(C_2H_4O)n$	502,0227		502,0227
H_2SO_4	40,6691		40,6691
$(C_4H_6O_2)n$	1091,3427		1091,3427
TOTAL	16363,8535	14729,819	1634,0345
	16363,8535	**16363,8535**	

8. Neraca Massa Total

Tabel 4.9. Neraca massa total

Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
F2	4066,9105	F13	5050,5051
F3	26916,8076	F14	8582,691
F11	59196,61	F16	14729,819
		F12	59908,3256
		F17	1634,0345
TOTAL	**90180,3281**		**90180,3281**

B. Neraca Panas

1. *Reaktor* (R-01)

Tabel 4.10. Neraca Panas di *Reaktor* (R-01)

Komponen	Aliran Masuk (kj/jam)		Aliran Keluar (kj/jam)
	F 2	F 3	F 4
$(C_4H_6O_2)n$		20,5973	170,9794
CH_3OH	470255,9018		148701,5176
H_2O	1151,0698	2917256,4632	2918407,5330
H_2SO_4		2681,1720	2681,1720
$(C_2H_4O)n$		540,7077	177,2442
CH_3COOCH_3			562382,0152
TOTAL	471406,9716	2920498,9402	**3632520,4613**
	3632520,4613		

2. *Reaktor* (R-02)

Tabel 4.11. Neraca Panas di *Reaktor* (R-02)

Komponen	Aliran masuk (kj/jam)	Aliran Keluar (kj/jam)
	F4	**F4b**
$(C_4H_6O_2)n$	170,9794	54,0708
CH_3OH	148701,5176	47025,5902
H_2O	2918407,5330	2918407,5330
H_2SO_4	2681,1720	2681,1720
$(C_2H_4O)n$	177,2442	226,7761
CH_3COOCH_3	562382,0152	740207,9624
Subtotal	**3632520,4613**	**3708603,1045**
Panas Reaksi	1612934,2376	
Pendingin		1536851,5945
TOTAL	**52454546990**	**52454546990**

3. *Centrifuge* (CF-01)

Tabel 4.13. Neraca Panas di *Centrifuge* (CF-01)

Komponen	Aliran masuk (kj/jam)	Aliran keluar (kj/jam)	
	F6	**F7**	**F8**
$(C_4H_6O_2)n$	44,1201	54,0708	
CH_3OH	38167,9277	47025,5902	
H_2O	3233645,8553	2918407,5330	165715,9803
H_2SO_4	2179,4682	2681,1720	

$(C_2H_4O)n$	185,0426	226,7761	
CH_3COOCH_3	600096,6709	740207,9624	
TOTAL	3874319,0848	3708603,1045	165715,9803
	3874319,0848	**3874319,0848**	

4. *Rotary Dryer* (RD-01)

Tabel 4.14. Neraca Panas di *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	**Aliran masuk (kj/jam)**		**Aliran keluar (kj/jam)**	
	F8	**F9a**	**F9b**	**F10**
H_2O	113513,0424			343,1748
$(C_2H_4O)n$	168,2358			7932,6197
Penguapan		1503194,7048		
Pemanas			1608600,1886	
TOTAL	113681,2782	1503194,7048	1608600,1886	8275,7944
	1616875,9830		**1616875,9830**	

5. *Rotary Cooler* (RC-01)

Tabel 4.15. Neraca Panas di *Rotary Cooler* (RC-01)

Komponen	**Aliran masuk (kj/jam)**	**Aliran Keluar (kj/jam)**
	F10	**F11**
$(C_2H_4O)n$	343,1748	69,1829
H_2O	7932,6197	1602,5900
Pendingin		6604,0214
TOTAL	**8275,7944**	**8275,7944**

6. *Menara Destilasi* (MD-01)

Tabel 4.16. Neraca Panas di *Menara Destilasi* (MD-01)

Komponen	**Aliran masuk (kj/jam)**	**Aliran keluar (kj/jam)**	
	umpan	**distilatt**	**bottom**
$(C_4H_6O_2)n$	85,0032	540.409,3299	95,6461
CH_3OH	75.264,2001	14.756,4445	48.853,6813
H_2O	6.009.055,8577	12.119,4079	6.735.720,1703
H_2SO_4	4.261,6763		4.812,2774
$(C_2H_4O)n$	32,3804		36,4346
CH_3COOCH_3	1.189.235,2430		6.745,1036
Panas Condensor		32.897.747,9188	
Panas Reboiler	32.983.362,0537		
TOTAL	40.261.296,4144	33.465.033,1011	6.796.263,3133
	40.261.296,4144	**40.261.296,4144**	

7. *Vaporizer* (VP-02)

Tabel 4.17. Neraca Panas di *Vaporizer* (VP-02)

Komponen	Aliran masuk (kj/jam)	Aliran keluar (kj/jam)	
	Umpan	**Distilat**	**Bottom**
CH_3COOCH_3	6.745,1036	6.274,3585	
CH_3OH	48.853,6813	45.482,1139	
H_2O	6.735.720,1703	6.066.770,6503	245.126,4453
H_2SO_4	4.812,2774		4.856,2431
$(C_2H_4O)n$	36,4346		36,7573
$(C_4H_6O_2)n$	95,6461		96,4932
Panas Condensor		44.359.297,93	
Panas Reboiler	43.931.677,6812		
TOTAL	50.727.940,9945	50.477.825,0555	250.115,9389
	50.727.940,9945	**50.727.940,9945**	

8. *Vaporizer* (VP-01)

Tabel 4.18. Neraca Panas di *vaporizer* (VP-01)

Komponen	Aliran masuk (kj/jam)	Aliran Keluar (kj/jam)
CH_3OH	72.790,9588	470.255,9018
H_2O	182,8981	1.151,0698
Beban panas	398.443,1147	
TOTAL	**471.406,9716**	**471.406,9716**

9. *Heat Exchanger* (HE-02)

Tabel 4.19. Neraca Panas di *Heat Exchanger* (HE-02)

Komponen	Aliran Masuk (kj/jam)		Aliran Keluar (kj/jam)
	F15	**F1**	**F3**
H_2O	245.353,2260	441.721,1783	2.917.256,4632
$(C_2H_4O)n$	36,7911		20,5973
H_2SO_4	4.860,8514		2.681,1720
$(C_4H_6O_2)n$	96,5820	77,0643	540,7077
Beban Panas	2.228.353,2471		
TOTAL	2.478.700,697	441.798,2426	**2.920.498,9402**
	2.920.498,9402		

10. *Condenser* (CD-01)

Tabel 4.20. Neraca Panas di *Heat Exchanger* (HE-03)

Komponen	Aliran masuk (kj/jam)	Aliran Keluar (kj/jam)
$(C_4H_6O_2)n$	675.038,0823	1.300.549,5376
CH_3OH	38.167,9277	75.264,2001
H_2O	3.120.132,8129	6.009.055,8577
H_2SO_4	35,2479	68,9229
$(C_2H_4O)n$	1.039,2036	2.002,1623
CH_3COOCH_3	39,2220	77,7278
Beban panas	3.552.565,91	
TOTAL	**7.387.018,4084**	**7.387.018,4084**

11. *Heat Exchanger* (HE-04)

Tabel 4.21. Neraca Panas di *Heat Exchanger* (HE-04)

Komponen	Aliran masuk (kj/jam)	Aliran Keluar (kj/jam)
N_2	524.325,5370	5.921.032,3202
O_2	140.541,5153	1.610.145,0894
Beban panas	6.866.310,3573	
TOTAL	**7.531.177,4096**	**7.531.177,4096**

12.Neraca Panas Total

Tabel 4.23. Neraca Panas Total

Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
Umpan HE02	72.973,8569	Pendingin R01	6.473.291,8554
Umpan VP01	441.798,2426	Pendingin R02	1.536.851,5945
Beban HE02	398.433,1147	Panas CD01	44.359.297,9329
Beban HE04	2.228.584,7587	Pendingin CD02	313.474,8937
Umpan VP 02	3.517.296,5542	Pendingin RC01	6.604,0214
Panas Rx R01	6.713.906,4050	Penguapan RD01	1.608.600,1886
Panas Rx R02	1.612.934,2376	Keluar VP02	253.810,2887
Pemanas RD01	1.503.194,7048	Keluar atas MD01	6.118.527,1226
Panas Rb01	32.983.362,0537	Keluar RC01	1.671,7730
TOTAL	**93.569.877,5896**		**93.569.877,5896**

V. SPESIFIKASI PERALATAN

A. Peralatan Proses

1. *Storage Tank* (ST-01)

Alat	Tangki Penyimpanan Polivinil asetat
Kode	ST - 101
Fungsi	Menyimpan Polivinil asetat pada suhu 32°C dan pada tekanan atmosferik selama 14 hari
Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar *(flat bottom)* dan atap *(head)* berbentuk *conis*
Kapasitas	99.734,2500 ft^3 = 2.840,9853m^3
Dimensi	Diameter (D) = 55 ft = 660 in = 16,7642 m
	Tinggi (Hs) = 42 ft = 504 in = 12,8017 m
	Tebal shell = 1 7/16 in
Tutup atas	Bentuk *torispherical head*
Tekanan Desain	41,8913 psi
Tebal head	2 ¼ in
Tutup bawah	Bentuk plat
Bahan konstruksi	*Carbon Steel* SA-283 Grade C
Jumlah	1 buah

2. *Storage Tank* (ST-02)

Alat	Tangki Penyimpanan *Metanol*
Kode	ST – 301
Fungsi	Menyimpan *Metanol* pada suhu 32°C dan pada tekanan atmosferik selama 14 hari
Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar (*flat bottom*) dan atap (*head*) berbentuk *conis*
Kapasitas	41886,1563 ft^3 = 1186,0902 m^3
Dimensi	Diameter (D) = 45 ft = 540 in = 12,8710 m
	Tinggi (Hs) = 30 ft = 360 in = 8,1005 m
	Tebal shell = 13/16 in
Tutup atas	Bentuk *torispherical head*
Tekanan Desain	31,0983 psi
Tebal head	2 in
Tutup bawah	Bentuk plat
Bahan konstruksi	Carbon Steel SA-283 Grade C
Jumlah	1 buah

3. *Storage Tank* (ST-03)

Alat	Tangki Asam Sulfat
Kode	ST-03
Fungsi	Tempat penyimpanan Asam Sulfat untuk dialirkan ke reaktor
	Disimpan pada pada suhu 32^0 C dan pada tekanan atmosferik selama 30 hari

Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar *(flat bottom)* dan atap *(head)* berbentuk *conical*			
Kapasitas	9,4152 m^3			
Dimensi	Diameter *shell* (D)	=	9,4603	m
	Tinggi *shell* (Hs)	=	4,7302	m
	Tebal *shell* (t_s)	=	0,25	in
	Tinggi atap	=	0,0648	m
	Tebal lantai	=	0,1875	in
	Jumlah courses	=	1 Buah	
Tutup atas			Bentuk *conical*	
Tekanan desain	=		17,2017	Psi
Tebal head	=		0,3125	In
Bahan konstruksi			*Carbon Steel SA-283 Grade C*	
Jumlah			1 Buah	

4. *Pompa Proses* (P-01)

Alat	*Pompa Proses*	
Kode	P-01	
Tipe	*Centrifugal Pump, single suction*	
Bahan Konstruksi	*Steinless Steel* AISI tipe 316	
Fungsi	Memompa polivini asetat menuju Vaporizer (VP 01)	
Dimensi	NPS	2 in
	Sch	40
	NPSH	7,80323 ft

Kapasitas	111,05288 gal/min
Power	6,7 Hp
Jumlah	1 buah

5. *Pompa Proses* (P-02)

Alat	*Pompa Proses*	
Kode	P-02	
Tipe	*Centrifugal Pump, single suction*	
Bahan Konstruksi	*Steinless Steel* AISI tipe 316	
Fungsi	Memompa metanol menuju vaporizer (VP01)	
Dimensi	NPS	2 in
	Sch	40
	NPSH	7,80323 ft
Kapasitas	111,05288 gal/min	
Power	6,7 Hp	
Jumlah	1 buah	

6. *Pompa Proses* (P-03)

Alat	*Pompa Proses*
Kode	P-03
Tipe	*Centrifugal Pump, single suction*
Bahan Konstruksi	*Steinless Steel* AISI tipe 316
Fungsi	Memompa katalis menuju Heat Exchanger (HE 02)
Dimensi	NPS

	Sch
	NPSH
Kapasitas	111,05288 gal/min
Power	6,7 Hp
Jumlah	1 buah

7. Heat Exchanger (HE 02)

Nama alat	:	Heat Exchanger double pipe	
Kode alat	:	HE-01	
Fungsi	:	Memanaskan katalis asam sulfat sebelum masuk ke reaktor	
Type	:	Double pipe heat exchanger	
Aliran	:	Counter-current	1 - 1
Bahan	:	Carbon steel SA 283 grade B	
Surface area	:	17,758	ft^2
Outside Diameter			
Pipe	:	1,32	in
Anulus	:	2,38	in
Inside Diameter			
Pipe	:	1,049	in
Anulus	:	2,067	in
IPS	:		
Pipe	:	1	in
Anulus		2	in

8. *Vaporizer* (VP01)

Nama Alat	*Vaporizer*	
Kode Alat	VP–01	
Fungsi	Menguapkan bahan baku metanol dan polivinil asetat dari ST-01 dan ST-02	
Jenis	*Shell and Tube Vaporizer*	
Dimensi	Shell (EDC)	Tube (*steam*)
Panjang		12 ft
Jumlah		18 buah
OD		3/4 in
ID	8 in	0,482 in
Passes	1	8
Susunan		Triangular
ΔP batasan (psi)	10	2
ΔP terhitung (psi)	0.295	0,331
Rd	0,0116	
Jumlah	1buah	

9. Reactor (R01) dan (R02)

Alat	**Reaktor**
Fungsi	Mereaksikan $C_4H_6O_2$ dan CH_3OH menjadi C_6H_2O
Jenis	Reaktor alir tangki berpengaduk dilengkapi dengan koil pendingin

Bahan	*stainless steel SA 167 Grade 11 type 316*	
Suhu	70 ºC	
Tekanan desain	21,876 psi	
Kapasitas vol. reaktor	26,122 m^3	
Jenis pengaduk	*Marine Propeller 3 Blade*	
Jumlah pengaduk	1 buah	
Jumlah *baffle*	4 buah	
Daya pengadukan	2,06 hp	
Putaran pengadukan	0,933 rps	
Dimensi	<u>Reaktor :</u>	
	Diameter reaktor (D)	: 11 ft
	Tinggi reaktor (H)	: 11 ft
	Tebal reaktor (t_s)	: 0.0313 ft
	Tebal head ($t_h = t_b$)	: 0.0333 ft
	<u>Pengaduk :</u>	
	Diameter impeler	: 2,67 ft
	Tinggi impeler	: 3,7 ft
	Lebar baffle	: 0,92 ft
	Panjang baffle	: 8,99 ft
	<u>Pendingin :</u>	
	ODc	: 0,277 ft
	IDc	: 0,256 ft
	Dc	: 8,25 ft

Tinggi coil	: 3,5 ft
Tipe	: helical coil
Panjang	: 161,98 ft
Jumlah set	: 1
Jumlah putaran	: 7
Volume *coil*	: 9,75 ft^3
ΔP *coil*	: 1,4 psi

10. Destilation Colomn (MD-01)

Alat	: Menara *Destiasi*
Kode	: MD-01
Fungsi	: Memisahkan metil asetat dan metanol berdasarkan perbedaan titik didih.
Jenis	: *Plate tower (sieve tray)*
Bahan Konstruksi	: *Stainless steel SA 212 Grade B*
Dimensi	D kolom = 6,50 ft = 1,9761 m
	Tinggi menara = 41,93 ft = 12,7 m
	Tebal *shell* = 0,4375 in

	Tinggi *head* = 7,7850 in
	Jumlah *tray* = 33 buah
	Tebal *tray* = 0,045 m
	Diameter *hole* = 0,0120 m
Jumlah	: 1 buah

11.Centrifuge (CF01)

Fungsi Alat	Memisahkan polivinil alkohol dari produk samping keluaran reaktor (R-02)
Kode Alat	CT-01
Tipe Alat	*Turbular Bowl Centrifuge*
Kondisi Operasi	Temperatur = 61,69 ^{o}C
	Tekanan = 1 atm
Dimensi	Silinder tegak dengan alas elipsoidal dan tutup elipsoidal
	Diameter *Bowl* = 4,125 in
	Tinggi *Bowl* = 13.200 rpm
	Jari jari = 4,9 in

	Power	= 2 hp
	Maximum centrifugal force	= 13.200
	Throughput	= 0,1-10 gpm
Bahan Konstruksi	*Hastelloy G* (42Ni, 22,2 Cr, 19,5 Fe, 6,5 Mo, 2Cu)	

12.Rotary Dryer (RD 01)

Alat	*Rotary Dryer*	
Kode	RD-01	
Fungsi	Untuk mengurangi kadar H2O dari *polivinil alkohol*	
Tipe	*Rotary Dryer*	
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel* 304	
Dimensi *Dryer*	Diameter	: 7.028408 m (21,22579 ft)
	Panjang	: 35,58837 m (107,476 ft)
	Tebal	: 7/16 in
Dimensi *Flight*	Jenis *Flight*	: Radial
	Jumlah *Flight*	: 53
	Tinggi *Flight*	: 0,702841 m (2.1225 ft)

	Jarak Antar *Flight*	: 11.71091 m (35.36694 ft)
Waktu Tinggal	42,99076 menit (0,716513 jam)	
Putaran *Dryer*	1.177812 rpm	
Power	302.0832 hp	

13.Rotary Cooler (RC 01)

Alat	*Rotary cooler*	
Kode	RD-01	
Fungsi	Untuk menurunkan suhu *polivinil alkohol* keluaran RD-01	
Tipe	*Rotary cooler*	
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel* 304	
Dimensi *Dryer*	Diameter	: 7.028408 m (21,22579 ft)
	Panjang	: 35,58837 m (107,476 ft)
	Tebal	: 7/16 in
Dimensi *Flight*	Jenis *Flight*	: Radial
	Jumlah *Flight*	: 53
	Tinggi *Flight*	: 0,702841 m (2.1225 ft)

	Jarak Antar *Flight*	: 11.71091 m (35.36694 ft)
Waktu Tinggal	42,99076 menit (0,716513 jam)	
Putaran *Dryer*	1.177812 rpm	
Power	302.832	

14. *Screw Conveyor* (SC01), (SC02) dan (SC03)

Alat	*Screw Conveyor*	
Tipe	*Helicoid Screw Conveyor*	
Fungsi	Mengangkut keluaran cetrifuge menuju rotary dryer	
Dimensi	Diameter *flights*	9 in (0,75 feet)
	Diameter pipa	2,5 in (0,208 feet)
	Diameter *shafts*	2 in (0,167 feet)
Kecepatan *screw*	40 rpm	
Power	0,43 Hp	
Jumlah	3 Buah	

15. Blower (BL01), (BL02)

Alat	*Blower*
Kode	BL-01 dan BL-02
Jenis Alat	*Turbo Blower*
Kapasitas	2302,0064 kg/jam
Dimensi	*Power* = 4 HP
Bahan Konstruksi	*Stainless steel* (*austenitic*) AISI tipe 316
Jumlah	2 buah

16. Condenser (CD 01)

Alat : Condensor

Fungsi : Mengkondensasikan produk atas distillasi.

Bentuk : Shell and Tube Heat Exchanger

Dimensi : Shell Tube

: ID 8.0000 in Number 32.0000

: Baffle space 1.2000 in Length 6.0000 ft

: Passes 1 OD 0.7500 in

: Δt 125.8747 F

: A 37.6896 ft2

: Uc 103.7870 Btu/hr.ft2.oF

: Ud 73.6 Btu/jam.ft2 oF

: Rd 0.0040

Bahan : Carbon Steel SA 212 Grade A

Jumlah : 1 buah

17. Condenser (CD 02)

Alat : Condensor

Fungsi : Mengkondensasikan produk atas reaktor (R-O2)

Bentuk : Shell and Tube Heat Exchanger

Dimensi : Shell Tube

: ID 8.0000 in Number 32.0000

: Baffle space 1.2000 in Length 6.0000 ft

: Passes 1 OD 0.7500 in

: Δt 125.8747 F

: A 37.6896 ft2

: Uc 103.7870 Btu/hr.ft2.oF

: Ud 73.6 Btu/jam.ft2 oF

: Rd 0.0040

Bahan : Carbon Steel SA 212 Grade A

Jumlah : 1 buah

18. Pompa Proses (P07)

Alat	Pompa		
Kode	P-07		
Fungsi	Memompa cairan ke centrifuge		
Jenis	Centrifugal pump, single suction		
Bahan			
Konstruksi	Stainless steel AISI tipe 316		
Kapasitas	168.42719	gal/min	
Dimensi	NPS =	2.5	in
	Sch =	40	
Power	20.115328	hp	
NPSH	10.300605	ft	

19.Pompa Proses (P 08)

Alat	Pompa		
Kode	P-08		
Fungsi	memompa cairan ke MD-01		
Jenis	Centrifugal pump, single suction		
Bahan			
Konstruksi	Stainless steel AISI tipe 316		
Kapasitas	144.60003	gal/min	
Dimensi	NPS =	2.5	in
	Sch =	40	

Power	20.115328	hp
NPSH	9.3046534	ft

20.Pompa Proses (P04)

Alat	*Pompa Proses*	
Kode	P-04	
Tipe	*Centrifugal Pump, single suction*	
Bahan Konstruksi	*Steinless Steel* AISI tipe 316	
Fungsi	Memompa umpan reaktor (R01)	
Dimensi	NPS	2 in
	Sch	40
	NPSH	7,80323 ft
Kapasitas	111,05288 gal/min	
Power	6,7 Hp	
Jumlah	1 uah	

21.Pompa Proses (P05)

Alat	*Pompa Proses*	
Kode	P-05	
Tipe	*Centrifugal Pump, single suction*	
Bahan Konstruksi	*Steinless Steel* AISI tipe 316	
Fungsi	Memompa dari reaktor 1 ke reaktor 2	
Dimensi	NPS	2 in

	Sch	40
	NPSH	7,80323 ft
Kapasitas	111,05288 gal/min	
Power	6,7 Hp	
Jumlah	1	
	uah	

22.Pompa Proses (P06)

Alat	Pompa		
Kode	P-06		
	memompa produk samping dari CF-01		
Fungsi	ke vaporizer (VP-02)		
Jenis	Centrifugal pump, single suction		
Bahan			
Konstruksi	Stainless steel AISI tipe 316		
Kapasitas	168.42719	gal/min	
Dimensi	NPS =	2.5	in
	Sch =	40	
Power	20.115328	hp	
NPSH	10.300605	ft	

23.Warehouse (W01)

Alat	*Warehouse*
Kode	W-01
Fungsi	Tempat menyimpan polivinil alkohol padatan selama 30 hari
Tipe	Bangunan Tertutup berbentuk persegi panjang dengan tutup konis (kerucut)
Bahan Konstruksi	Bata yang dilapisi Semen
Kondisi	Temperatur : 30°C
	Tekanan : 1 atm
Kapasitas	99.169,517 ft^3 (2.808,168 m^3)
Dimensi *Wall*	Panjang : 60,652 ft (18,487 m)
	Lebar : 60,652 ft (18,487 m)
	Tinggi : 45,777 ft (13,953 m)
Dimensi *Head*	Tinggi : 5,344 ft (1,629 m)
	Tebal : 5/16 inchi
Jumlah	Satu Buah

24. Accumulator (ACC-01)

Tugas = Untuk menampung sementara kondensat Menara Distilasi - 01.

Kondisi Operasi : Tekanan = 1 atm

Temperatur = 90,9712 ^{o}C (364,1212 K)

Spesifikasi

Bentuk	Silinder horizontal dengan *elipsoidal* sebagai tutup atas dan bawah
Waktu tinggal	5 menit
Kapasitas	0,5309 m^3
Dimensi	Diameter *shell* (D_i) = 0,6096 m Tinggi *shell* (H_s) = 2,4384 m Tebal *shell* = ⅜ in Tinggi *head* (OA) = 0,1754 m icr = 0,0381 m Panjang *accumulator* = 2,7892 m
Material	*Hastelloy Alloy B – 2 (61% Ni, 28% Mo, 6% Fe)*

Tekanan Desain	16,3482 psi
Tebal *head*	$\frac{7}{16}$ in
Jumlah	1 buah

25. Reboiler (RB-01)

Alat : *Reboiler*

Kode : RB – 01

Fungsi : Memanaskan kembali dan menguapkan sebagian produk bawah *coloumn destilation* MD–01 untuk dikembalikan lagi ke reaktor

Bentuk : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Dimensi *Shell*

ID = 8 in

Baffle space = 1,6 in

Passes = 1 buah

Tube

Number = 21

Length = 16 ft

OD = 1 in

BWG = 16

Pitch = 1,25 in square

Passes = 1

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-240 A ISI tipe 316*

Jumlah : 1 buah

B. Peralatan Utilitas

1. Bak Sedimentasi

Tabel Spesifikasi Bak sedimentasi

Alat	:	Bak Sedimentasi		
Kode	:	BS-01		
Fungsi	:	Mengendapkan Lumpur dan kotoran air sungai sebanyak tinggal 1,5 jam.		
Bentuk	:	Bak rectangular		
Dimensi	:	Panjang	14.0230	m

		Lebar	4.6743	m
		Kedalaman	6.0000	m
Jumlah	:	1 Buah		

2. Bak Penggumpal

Tabel Spesifikasi Bak Penggumpal

Alat	:	Bak Penggumpal		
Kode	:	BP-01		
Fungsi	:	Menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak penampung awal dengan menambahkan alum $Al_2(SO_4)_3$ dan soda abu Na_2CO_3.		
Bentuk	:	Silinder vertikal		
Kapasitas	:	286.0267	m3	
Dimensi	:	Diameter	7.1424	m
		Tinggi	7.1424	m
Pengaduk		Diameter impeler	2.3808	m
		Power	23.9058	hp
Jumlah		1 Buah		

3. Klarifier

Tabel Spesifikasi Clarifier				
Alat	:	Clarifier		
Kode	:	CF-01		
Fungsi	:	Mengendapkan gumpalan-gumpalan kotoran dari bak penggumpal.		
Bentuk	:	Bak berbentuk kerucut terpancung		
Kapasitas	:	286.0267	m^3	
Dimensi	:	Tinggi	3.0480	m
		Diameter Atas	14.9247	m
		Diameter Bawah	9.1041	m
Jumlah	:	1 Buah		

4. Sand Filter

Tabel Spesifikasi Sand Filter				
Alat	:	*Sand Filter*		
Kode	:	SF-01		
Fungsi	:	Menyaring kotoran-kotoran yang terbawa air		
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan *head* berbentuk *torisperical* den media penyaring pasir dan kerikil.		
Kapasitas	:	47.5637	m^3/jam	
Dimensi	:	Diameter	2.4892	m

		Tinggi	0.9144	m
		Tebal Shell (ts)	0.2500	in
		Tebal head (th)	0.3125	in
Tekanan Desain	:	17.3999	psi	
Waktu Backwash	:	5.1199	menit	
Jumlah	:	5 Buah		

5. Hot Basin

Tabel Spesifikasi Bak sedimentasi

Alat	:	*Hot Basin*		
Kode	:	HB-01		
Fungsi	:	Manampung air yang akan didinginkan di cooling tower.		
Bentuk	:	Bak rectangular		
Dimensi	:	Panjang	13.9547	m
		Lebar	13.9547	m
		Kedalaman	13.9547	m
Jumlah	:	1 Buah		

6. Boiler

Tabel Spesifikasi Boiler		
Alat	=	*Boiler*
Kode	=	SG-01
Fungsi	=	Menghasilkan *high pressure steam* untuk keperluan proses.
Tipe	=	*Water tube boiler*
Jenis Steam	=	*High pressure satureted steam*
Heating surface	=	297.3458 m^2
Kapasitas	=	11,304,422.6926 kJ/jam
Bahan Bakar	=	Gas alam
Kebutuhan BBM	=	430.6744 m^3/jam

7. Cold Basin

Tabel Spesifikasi *Cold Basin*		
Alat	:	*Cold Basin*
Kode	:	CB-01
Fungsi	:	Menampung air keluaran dari *cooling tower* dan make up water dari filtered water tank.
Bentuk	:	Bak rectangular
Dimensi	:	Panjang 14.4050 m

		Lebar	14.4050	m
		Kedalaman	14.4050	m
Jumlah	:	1 Buah		

8. Cation Exchanger

Tabel Spesifikasi Cation Exchanger

Alat	:	*Cation Exchanger*		
Kode	:	CE-01		
Fungsi	:	Menghilangkan ion-ion positif yang terlarut dan menghilangkan kesadahan air		
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan *head* berbentuk *torisperical* .		
Kapasitas	:	0.8428 m^3/jam		
Dimensi	:	Diameter *shell* (D) =	0.8382	m
		Tinggi *shell* (Hs) =	1.2457	m
		Tebal *shell* (t_s) =	0.1875	in
		Tebal *head* (t_h) =	0.1875	in
		Tinggi atap	0.2392	m

		=
Tekanan Desain	:	17.5463 psi
Bahan		
Konstruksi	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C* AISI tipe 316
Jumlah	:	1 Buah

9. Anion Exchanger

Tabel Spesifikasi Cation Exchanger

Alat	:	*Anion Exchanger*		
Kode	:	AE-01		
Fungsi	:	Menghilangkan ion-ion negatif yang terlarut dan menghilangkan kesadahan air		
Bentuk	:	Silinder tegak (vertikal) dengan *head* berbentuk *torisperical*.		
Kapasitas	:	10.3500 m^3/jam		
Dimensi	:	Diameter *shell* (D)		
		=	0.8890	m
		Tinggi *shell* (Hs)		
		=	0.3088	m
		Tebal *shell* (t_s)		
		=	0.1875	in
		Tebal *head* (t_h)		
		=	0.1875	in

		Tinggi atap		
		=	0.1875	m
Tekanan Desain	:	16.5924 psi		
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Steel SA-283 Grade C* AISI tipe 316		
Jumlah	:	1 Buah		

10. Daerator

Tabel Spesifikasi Deaerator

Alat	=	*Deaerator*		
Kode	=	DU-01		
Fungsi	=	Menghilangkan gas-gas terlarut dalam air, seperti: O_2 dan CO_2, agar korosif dan kerak tidak terjadi, diinjeksikan *hydrazine* (O_2 *scavanger*) serta senyawaan fosfat.		
Bentuk	=	Tangki horizontal dengan *head* berbentuk ellips dilengkapi *sparger*.		
Dimensi	=	Diameter *shell* (D)	1.1114	m
		Tinggi *shell* (Hs)	2.0726	m
		Tebal *shell* (t_s)	0.1875	in

	Tebal *head* (t_h)	0.3125	in
Tekanan			
Desain	=	19.3852	psi
Bahan			
Konstruksi	=	*Carbon Steel SA-283 Grade C*	
Jumlah	=	1 Buah	

11. Pompa Utilitas 01

Spesifikasi Pompa Proses			
Kode	PU 01		
	Mengalirkan air sungai ke bak sedimentasi		
Fungsi			
Tipe	Centrifugal pump		
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C		
kapasitas		426.8139	
efisiensi pompa		0.7500	
dimensi	NPs		6.0000
	Sch		40.0000
Panjang Pipa lurus		400.0000	
Jumlah *globe valve*		1	

Standar *elbow* *90*	2			
Jumlah *gate* *valve*	1			
Beda ketinggian	7.0000			
Power Motor	7.0638		standar	7.5000

12. Pompa Utilitas 02

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 01			
Fungsi	Mengalirkan air dari bak sedimentasi ke bak penggumpal			
Tipe	Centrifugal pump			
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C			
kapasitas		429.3950	gpm	
efisiensi pompa		0.7500		75%
dimensi	NPs			6.0000
	Sch			40.0000
Panjang Pipa lurus		400.0000	m	
Jumlah *globe* *valve*		1		

Standar *elbow*					
90	2				
Jumlah *gate*					
valve	1				
NPSH	8.1953				
Power Motor	7.1207	hp	standar	5.0000	hp

13. Pompa Utilitas 03

Spesifikasi Pompa Proses					
Kode	PU 03				
Fungsi	Mengalirkan alum dari TP 01 ke bak penggumpal				
Tipe	Centrifugal pump				
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C				
kapasitas	0.7522	gpm			
efisiensi pompa	0.3500		35	%	
dimensi	NPs		0.2500		
	Sch		40.0000		
Panjang Pipa lurus	400.0000	m			
Jumlah *globe* *valve*	1				

Standar *elbow*					
90	2				
Jumlah *gate*					
valve	1				
NPSH	7.4564				
Power Motor	0.1678	hp	standar	0.5000	hp

14. Pompa Utilitas 04

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 04			
Fungsi	Mengalirkan kaporit dari TP 102 ke bak penggumpal			
Tipe	Centrifugal pump			
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C			
kapasitas	4.9003	gpm		
efisiensi pompa	0.3500	35	%	
dimensi	NPs	0.5000		
	Sch	40.0000		
Panjang Pipa lurus	12.0000	m		
Jumlah *globe* *valve*	1			
Standar *elbow*	2			

90					
Jumlah *gate*					
valve	1				
NPSH	9.4516				
Power Motor	0.1315	hp	standar	0.5000	hp

15. Pompa Utilitas 05

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 05			
Fungsi	Mengalirkan NAOH ke bak penggumpal			
Tipe	Centrifugal pump			
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C			
kapasitas	0.5099	gpm		
efisiensi pompa	0.3500	35	%	
dimensi	NPs	0.2500		
	Sch	40.0000		
Panjang Pipa lurus	12.0000	m		
Jumlah *globe* *valve*	1			
Standar *elbow*	2			

90					
Jumlah *gate*					
valve	1				
tee	1				
NPSH	9.8759				
Power Motor	0.0038	hp	standar	0.5000	hp

16. Pompa Utilitas 06

Spesifikasi Pompa Proses					
Kode	PU 06				
Fungsi	Mengalirkan air dari bak penggumpal ke *Clarrifier*				
Tipe	Centrifugal pump				
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C				
kapasitas		429.3950	gpm		
efisiensi pompa		0.6200		68	%
dimensi	NPs			6.0000	
	Sch			40.0000	
Panjang Pipa lurus		12.0000	m		
Jumlah *globe* *valve*		1			
Standar *elbow*		2			

90					
Jumlah *gate*					
valve	1				
NPSH	8.3562				
Power Motor	3.0000	hp	standar	3.0000	Hp

17. Pompa Utilitas 07

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 07			
Fungsi	Mengalirkan air dari clarifier ke sand filter			
Tipe	Centrifugal pump			
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C			
kapasitas	429.3569	gpm		
efisiensi pompa	0.6200	68	%	
dimensi	NPs	6.0000		
	Sch	40.0000		
Panjang Pipa lurus	12.0000	m		
Jumlah *globe* *valve*	1			
Standar *elbow*	3			

90				
Jumlah *gate*				
valve	1			
NPSH	8.3529			
Power Motor	5.0000	hp	standar	3.0000

18. Pompa Utilitas 08

Spesifikasi Pompa Proses			
Kode	PU 08		
	Mengalirkan air dari		
	sandfilter ke tanki air		
Fungsi	filter		
Tipe	Centrifugal pump		
	Carbon Steel SA-283		
Bahan konstruki	*Grade* C		
kapasitas	429.2925	gpm	
efisiensi pompa	0.6200	62%	
dimensi	NPs	6.0000	
	Sch	40.0000	
Panjang Pipa			
lurus	12.0000	m	
Jumlah *globe*			
valve	1		

Standar *elbow*				
90	2			
Jumlah *gate*				
valve	1			
NPSH	8.3562			
Power Motor	5.0000	hp	standar	5.0000

19. Pompa utilitas 09

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 09			
	Memompa air make up			
Fungsi	pendingin ke CT 01			
Tipe	Centrifugal pump			
	Carbon Steel SA-283			
Bahan konstruki	*Grade* C			
kapasitas		429.3950	gpm	
efisiensi pompa		0.6200		62%
dimensi	NPs			6.0000
	Sch			40.0000
Panjang Pipa				
lurus		50.0000	m	
Jumlah *globe*				
valve		1		
Standar *elbow*		2		

90				
Jumlah *gate*				
valve	1			
tee	1			
NPSH	9.3960			
Power Motor	3.0000	hp	standar	3.0000

20. Pompa Utilitas 10

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 10			
	Memompa air keluaran			
	TP 105 menuju area			
Fungsi	domestik			
Tipe	Centrifugal pump			
	Carbon Steel SA-283			
Bahan konstruki	*Grade* C			
kapasitas	2.2688	gpm		
efisiensi pompa	0.4000	40	%	
dimensi	NPs	0.3750		
	Sch	40.0000		
Panjang Pipa				
lurus	50.0000	m		
Jumlah *globe*				
valve	1			

Standar *elbow* *90*	2			
Jumlah *gate* *valve*	1			
NPSH	7.8600			
Power Motor	0.0536	hp	standar	0.5000

21. Pompa Utilitas 11

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 11			
Fungsi	Memompa air pendingin yang telah digunakan ke HB 01			
Tipe	Centrifugal pump			
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C			
kapasitas	2080.7583	gpm		
efisiensi pompa	0.7500		75%	
dimensi	NPs		16.0000	
	Sch		40.0000	
Panjang Pipa lurus	100.0000	m		
Jumlah *globe* *valve*	1			

Standar *elbow* *90*	2			
Jumlah *gate* *valve*	1			
NPSH	8.8325			
Power Motor	1.5000	hp	standar	2

22. Pompa Utilitas 12

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 12			
Fungsi	Mengalirkan air dari hot basin ke clarifier			
Tipe	Centrifugal pump			
Bahan konstruki	*Carbon Steel* SA-283 *Grade* C			
kapasitas	2080.7583	gpm		
efisiensi pompa	0.7500	75	%	
dimensi	NPs	16.0000		
	Sch	40.0000		
Panjang Pipa lurus	100.0000	m		
Jumlah *globe* *valve*	1			
Standar *elbow*	2			

90				
Jumlah *gate*				
valve	1			
NPSH	8.8325			
Power Motor	3.0000	hp	standar	3.0

23. Pompa Utilitas 13

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 13			
	Mengalirkan Na3PO4 dari			
Fungsi	TP 106 ke CT 101			
Tipe	Centrifugal pump			
	Carbon Steel SA-283			
Bahan konstruki	*Grade* C			
kapasitas	0.4463	gpm		
efisiensi pompa	0.3500	35	%	
dimensi	NPs	0.2500		
	Sch	40.0000		
Panjang Pipa				
lurus	100.0000	m		
Jumlah *globe*				
valve	1			
Standar *elbow*	2			

90					
Jumlah *gate*					
valve	1				
NPSH	8.7730				
Power Motor	0.0071	hp	standar	0.5	hp

24. Pompa Utilitas 14

Spesifikasi Pompa Proses				
Kode	PU 14			
	Memompa dispersan dari			
Fungsi	TP 107 ke CT 01			
Tipe	Centrifugal pump			
	Carbon Steel SA-283			
Bahan konstruki	*Grade* C			
kapasitas	2.3409	gpm		
efisiensi pompa	0.3500	35	%	
dimensi	NPs	0.3750		
	Sch	40.0000		
Panjang Pipa				
lurus	100.0000	m		
Jumlah *globe*				
valve	1			
Standar *elbow*	2			

90					
Jumlah *gate*					
valve	1				
NPSH	5.8953				
Power Motor	0.0994	hp	standar	0.5	hp

25. Boiler (B01)

Alat	*Boiler*
Kode	B–401
Fungsi	Tempat menghasilkan *Saturated Steam* dengan temperatur 120°C dan tekanan 198,54 kPa
Jenis	*Fire Tube*
Kapasitas	2.378,0988 Btu/jam (2.509,0272 kJ/jam)
Bahan Konstruksi	*Cast Iron*
Jumlah	1 buah

26. Compressor (C01)

Alat	*Compressor*
Kode	CP–401
Jenis	*Centrifugal compressor*
Kapasitas	213,5831 ft^3/jam
Power	0,5 hp
Bahan Konstruksi	*Cast Iron*
Jumlah	1 buah

27. Generator (GS 01)

Nama Alat	Generator
Kode	GS-401
Fungsi	Pembangkit tenaga listrik
Kapasitas	0,33425 MW
Efisiensi	80 %
Bahan Bakar	Solar
Material	*Stainless Steel* Tipe 316
Kebutuhan Bahan Bakar	109,868 liter/jam
Jumlah	1 Buah

28. Cooling Tower (CT 01)

Alat	*Cooling Tower*
Kode	CT-401
Fungsi	Mendinginkan air pendingin yang telah digunakan oleh peralatan proses dari temperatur 40°C menjadi 30°C dengan menggunakan media pendingin udara
Tipe	*Inducted Draft Counterflow Tower*
Kapasitas	48,4056 m^{3}/jam
Dimensi	Panjang : 11,919 ft (3,6332 m) Lebar : 5,960 ft (1,8166 m) Tinggi : 19,685 ft (6 m)
Power Motor	4,2 hp
Bahan Konstruksi	Beton
Jumlah	1 Buah

29. Filtered Water Tank (FWT 01)

Alat	*Filter Water Tank*
Kode	FWT-401
Fungsi	Menampung air keluaran *sand filter* sebanyak 52,4621 m^3/jam
Bentuk	Silinder tegak (vertikal) dengan dasar datar *(flat bottom)* dan atap *(head)* berbentuk *conical*
Kapasitas	755,4538 m^3/jam
Dimensi *Shell*	Diameter : 35 ft (10,668 m) Tinggi : 36 ft (10,9728 m) Tebal : 3/4 inchi
Dimensi *Head*	Tinggi : 1,9105 ft (0,5823 m) Tebal : 5/16 inchi
Tebal Lantai	1/2 inchi
Tebal head	0,750 in
Bahan konstruksi	*Carbon Steel SA 283 Grade C*
Jumlah	1 Buah

VI. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH

A. Unit Utilitas

Pabrik membutuhkan unit-unit yang mendukung terlaksananya proses produksi, seperti listrik, air, udara bertekanan, dan bahan bakar. Di pabrik, penyediaan dan pengelolaan unit-unit pendukung ini menjadi tanggung jawab Departemen Utilitas.

Pada pabrik pembuatan Polivinil Alkohol, utilitas mencakup unit-unit sebagai berikut :

1. Unit Penyedia Air dan Pengolahan Air

Dipergunakan sebagai pendinginan aliran-aliran yang perlu diturunkan suhunya, pendingin reaktor, sebagai umpan *reboiler*, pemadam kebakaran, kondensor pada kolom distilasi, serta kebutuhan domestik pabrik.

Kebutuhan air yang disediakan untuk kebutuhan proses produksi di pabrik meliputi :

a. Air pembangkit *steam*

Air ini digunakan sebagai umpan *reboiler* agar dapat menghasilkan *steam* yang dapat digunakan sebagai pemanas.

Peralatan yang membutuhkan *steam* adalah :

Tabel 6.1 Peralatan yang membutuhkan *steam*

No.	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1.	*VP* 01	191,4350	kg/jam
2.	*VP* 02	1070,6550	kg/jam
3.	*HE* 02	1706,8980	kg/jam
4.	*HE* 04	3299,0488	kg/jam
5.	*Reboiler* 01	15794,1307	kg/jam
6.	*Reboiler* 02	21108,7405	kg/jam
	Total	43170,9080	kg/jam
	Over Design 10%	47.487,9988	kg/jam
	Recovery 90%	4.748,7999	kg/jam

b. Air pendingin

Air ini digunakan sebagai pendingin pada peralatan proses di pabrik. Peralatan yang membutuhkan air pendingin yaitu:

Tabel 6.2 Peralatan yang membutuhkan air pendingin

No.	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1.	Reaktor	28.840,473	kg/jam
2.	*Rotary Cooler*	7638,448	kg/jam
	Total	36.478,921	kg/jam
	Over Design 10%	40.126,813	kg/jam
	Water Make Up	4.012,681	kg/jam

c. Air untuk keperluan umum

Kebutuhan air umum meliputi kebutuhan air karyawan kantor, kebersihan dan pertamanan, laboratorium dan kebutuhan lainnya seperti masjid, area olahraga, dsb.

a. Air untuk Karyawan Kantor

Kebutuhan air per hari = 15 L/hari/org

Jumlah karyawan = 132 orang

Air untuk kebutuhan karyawan = 132 org x 15 L/hari/org

= 1,9 m^3/hari

b. Air untuk Laboratorium

Diperkirakan sebanyak 10 m^3/hari

(Kepdal 2.000 No. 113 Pedoman Teknis Laboratorium Lingkungan)

c. Air untuk Pertamanan dan Kebersihan

Diperkirakan sebanyak 5 m^3/hari

d. Air untuk Keperluan Lainnya

Air ini dibutuhkan untuk masjid, area olahraga, klinik, dan sebagainya.

Diperkirakan sebanyak 250 L/hari (0,250 m^3/hari)

Total Kebutuhan Air Umum ialah = 17,150 m^3/hari

= 0,714 m^3/jam

= 714,5833 kg/jam

d. Air Pemadam kebakaran

Diperkirakan sebanyak = 1000 kg/jam

= 1 m^3/jam

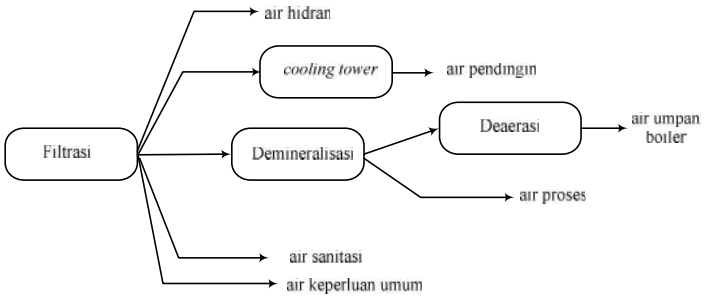
= 24 m^3/hari

Total kebutuhan air yang harus di *treatment* = 47.793,989 kg/jam

= 47,794 m^3/jam

Kebutuhan air dipenuhi oleh air sungai Brantas dengan kisaran debit air sebesar 216 m^3/s.

Diagram alir pengolahan air adalah sebagai berikut ;



Gambar 6.1. Diagram Alir Pengolahan Air

Penyaringan (*Filtration)*

Air yang dipersiapkan sebagai bahan baku untuk proses pertukaran ion (*ion exchanger*) harus disaring untuk mencegah *fouling* di penukar ion yang disebabkan oleh kotoran yang terbawa. Sejumlah kotoran yang terbawa dikoagulasikan pada proses penjernihan. Bahan yang akan dihilangkan termasuk bahan organik, warna dan bakteri. Air yang telah mengalami proses penjernihan, turbiditasnya menjadi 5 ppm atau lebih rendah. Selama operasi

dari filter, kotoran yang masih terbawa pada air setelah mengalami proses penjernihan akan terlepas oleh filter dan terkumpul pada permukaan *bed*.

Penyaringan ini menggunakan media pasir atau *sand filter* berbentuk silinder vertikal yang terdiri dari *fine sand* dan *coarse sand*.

Bila *sand filter* ini telah jenuh maka perlu dilakukan regenerasi, dengan cara cuci aliran balik (*backwash)* dengan aliran yang lebih tinggi dari aliran filtrasi, hal ini dilakukan untuk melepaskan kotoran (*suspended matters*) dari permukaan filter dan untuk memperluas bidang penyaringan. Setelah di-*backwash* dan filter dioperasikan kembali, air hasil saringan untuk beberapa menit pertama dikirim ke pembuangan, hal ini dilakukan untuk membersihkan sistem dari benda-benda padat yang masih terbawa dan setelah itu dibuang.

Backwash filter secara otomatis terjadi bila hilang tekan tinggi *(high pressure drop*) tercapai atau waktu operasi (*duration time*) tercapai. Larutan kaustik diinjeksikan melalui pipa (*line header outlet*) dari filter pasir untuk mengatur pH dari produk air filter yang masuk ke tangki penyimpanan air filter .

Untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme yang ada dalam air filter dilakukan injeksi klorin. Dari tangki air filter air didistribusikan ke menara pendingin, perumahan, unit demineralisasi.

Demineralisasi

Fungsi dari demineralisasi adalah mengambil semua ion yang terkandung di dalam air. Air yang telah mengalami proses ini ini disebut air demin (*deionized water*). Sistem demineralisasi disiapkan untuk mengolah air filter dengan penukar ion (*ion exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai air umpan ketel (*boiler feed water*) untuk membangkitkan *steam* tekanan 1,53 bar dengan suhu 182,22 ^{0}C sebagai umpan air proses.

Unit penyediaan air bebas mineral terdiri dari penukar kation (*cation exchanger)* dan penukar anion (*anion exchanger*)**.** Pada penukar kation diisi dengan penukar ion asam lemah berupa metilen akrilat yang merupakan tipe (PK 6). Resin ini dirancang untuk menghilangkan/mengikat ion-ion logam dari air atau ion-ion positif seperti K^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+} dan Al^{3+}.

Dengan reaksi : $R\text{-}H + NaCl_{(aq)} \longrightarrow R\text{-}Na_{(s)} + HCl_{(aq)}$

Penukar anion berisi penukar ion basa lemah berupa resin amino polistirena, yang merupakan tipe (PK 9, $NH(CH)_2OH$). Resin ini dirancang untuk menghilangkan ion asam dari air atau ion-ion negatif seperti karbonat, bikarbonat, sulfat, sulfit, nitrat, nitrit, silika, dan lain-lain.

Dengan reaksi : $Z\text{-}OH + HCl_{(aq)} \longrightarrow Z\text{-}Cl_{(s)} + H^{+} + OH^{-}$

Penukar kation-anion berisi campuran resin kation dan anion untuk pengolahan akhir air. Semua penukar ion dioperasikan dengan aliran air yang kontinyu.

Resin yang diisikan ke penukar ion diregenerasi bila kemampuannya menukar ion telah habis dan sebagai batasannya adalah total galon dan konduktivitas air (*high* SiO_2, *high conductivity)*. Regenerasi terdiri dari tiga langkah yaitu cuci balik (*backwash*), regenerasi awal dengan bahan kimia dan pencucian (*rinse*).

Bahan kimia yang dipakai untuk regenerasi dari penukar ion dan netralisasi air bekas regenerasi adalah :

1. Asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 4 %.
2. Soda kaustik (NaOH) dengan konsentrasi 45 % (cairan) dan 98 % (*flake* atau *solid*).

Reaksi yang terjadi pada saat regenerasi adalah :

- Pada penukar kation

$$2\ Na\text{-}R_{(s)} + H_2SO_{4\ (aq)} \longrightarrow 2\ R\text{-}H_{(s)} + Na_2SO_{4\ (aq)}$$

- Pada penukar anion

$$Z\text{-}Cl_{(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow Z\text{-}OH_{(s)} + NaCl_{(aq)}$$

Buangan bekas bahan kimia dari *cation exchanger* dan *anion exchanger* mengalir ke bawah kedalam kolam netralisasi melalui saluran pembuangan.

Air bebas mineral yang telah diproduksi selanjutnya akan dialirkan ke tangki penampungan air demin.

2. Unit Penyedia *Steam*

Digunakan dalam pabrik Polivinil alokohol ini adalah *steam* jenuh pada tekanan 2,06 bar dan suhu 250°F. *steam* ini dipergunakan untuk menukar panas pada aliran yang perlu dinaikkan suhunya.

Kebutuhan *steam* adalah = 43170,9080 kg/jam.

Sistem penyediaan *steam* terdiri dari *deaerator* dan *boiler* (*steam generator*).

Deaerasi

Proses dearasi terjadi dalam *deaerator* yang berfungsi untuk membebaskan air bebas mineral (*demin water*) dari komponen udara melalui *spray*, *sparger* yang berkontak secara *counter current* dengan *steam*. *Demin water* yang sudah bebas dari komponen udara ditampung dalam drum dari *deaerator*. *Deaerator* memiliki waktu tinggal 15 menit. Larutan hidrazin diinjeksikan ke dalam deaerator untuk menghilangkan oksigen terlarut dalam air bebas mineral dengan reaksi:

$$N_2H_{4\,(aq)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow N_{2\,(g)} + 2\,H_2O_{(aq)}$$

Kandungan oksigen keluar dari deaerator didesain tidak lebih besar dari 0,005 ppm.

Steam generation

Pembentukan *steam* terjadi di dalam *boiler* (*steam generator*). Pada umumnya ada dua jenis *boiler*, pertama, *fire tube boiler* yang mirip dengan *shell and tube heat exchanger* dengan gas pembakar mengalir melalui *tube*. *Fire tube boiler* digunakan untuk membangkitkan *steam* dengan tekanan maksimal 18 bar dan temperatur 210°C. Kedua, *water tube boiler* dengan air umpan *boiler* melalui *tube* dan terjadi pembentukan *steam* pada *tube*. Sementara pembakaran terjadi dalam kotak *chamber* terbuka. *Water tube boiler* digunakan untuk membangkitkan *steam* dengan tekanan maksimal 45 bar dan temperatur 350 ^{o}C.

3. Unit Penyedia Tenaga Listrik

Dipergunakan untuk menjalankan peralatan proses pabrik seperti pompa dan kompressor, menjalankan infrastruktur dan perlengkapan kantor seperti penerangan kantor bangunan, jalan, *air conditioner*, peralatan dan perlengkapan kantor, *control room*, dll.

Kebutuhan listrik pada pabrik ini terdiri dari :

a. Kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor-motor di dalam unit proses dan unit utilitas, yaitu :

   - Unit proses

Tabel 6.3. Peralatan Unit Proses yang Membutuhkan Listrik

Alat	Power (HP)
Pompa Proses (P-01)	2
Pompa Proses (P-02)	2
Pompa Proses (P-03)	2
Pompa Proses (P-04)	0,75
Pompa Proses (P-05)	0,5
Pompa Proses (P-06)	5
Pompa Proses (P-07)	2
Pompa Proses (P-08)	7,5
Pompa Proses (P-09)	0,5
Screw Conveyor	1
Screw Conveyor	1
Screw Conveyor	1
Reaktor 1	4
Reaktor 2	4
Total	26,50

- Unit utilitas

Tabel 6.4. Peralatan Unit Utilitas yang Membutuhkan Listrik

Nama Alat	**Kode**	**Daya**	
		Hp	**kW**
Bak Penggumpal	BP-401	14	10,598
Clarifier	CL-401	0,5	0,373
Fan Cooling Tower	CT-401	3	2,478
Boiler	B-401	7	5,121
Air Compressor	C-401	4	2,945
Pompa 1	PU-401	10	7,460
Pompa 2	PU-402	2	1,492
Pompa 3	PU-403	2	1,492
Pompa 4	PU-404	1,5	1,119
Pompa 5	PU-405	2	3,730
Pompa 6	PU-406	5	0,373
Pompa 7	PU-407	0,5	2,238
Pompa 8	PU-408	2	0,373
Pompa 9	PU-409	3	1,492
Pompa 10	PU-410	3	0,373
Pompa 11	PU-411	2	0,373
Pompa 12	PU-412	0,5	2,238
Pompa 13	PU-413	0,5	0,373
Pompa 14	PU-414	0,5	0,373
Total		**63,3**	**47,252**

Sehingga kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor sebesar :

= 26,50 hp + 63,3 hp

= 89,83 hp

=117,96 kW

b. Kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat kontrol, bengkel dan peralatan-peralatan laboratorium diperkirakan sebesar 30 % dari kebutuhan listrik pada unit proses dan unit utilitas.

= 30% x 117,96 kW

= 35,88 kW

c. Kebutuhan listrik untuk penerangan jalan, pabrik, poliklinik, taman, kantor dan lain-lain diperkirakan sebesar 40% dari kebutuhan listrik pada unit proses dan unit utilitas.

= 40% x 117,96 kW

= 47,18 kW

d. Kebutuhan listrik untuk perumahan

Setiap rumah diperkirakan memerlukan listrik 900 watt, jumlah rumah 20 unit, maka :

= 20 x 900 watt

= 18000 watt

= 18 kW

Sehingga total kebutuhan listrik adalah :

= 219,02 kW

Digunakan *over design* kebutuhan listrik sebesar 20%, jadi total kebutuhan listrik adalah :

= 1,2 x 219,02 kW = 394,236 kW

Kebutuhan listrik ini di dapat dari PLN, namun untuk menjaga kelancaran proses dari pemadaman/gangguan listrik maka digunakan *generator* sebagai cadangan sumber listrik.

Disediakan 1 set *generator* dengan efisiensi 80%, maka *generator* yang digunakan harus menghasilkan tenaga sebesar :

= (394,236 /0,8)

= 525,64 kW

Digunakan generator dengan tenaga sebesar 525,64 kW.

4. Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk pemanasan pada *boiler* serta untuk pembangkit listrik *generator* apabila terjadi pemadaman/gangguan listrik oleh PLN.

Bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan *Net Heating Value* sebesar 18.800 btu/lb.

a. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* adalah :

M_{fuel} = 357,1919 kg/jam

b. Kebutuhan bahan bakar untuk *generator* adalah :

= 2911,2837 kg/jam

Total kebutuhan bahan bakar :

= 357,1919 kg/jam + 2911,2837 kg/jam

= 3268,4756 kg/jam

Bahan bakar ini ditampung dalam tangki penampungan bahan bakar untuk persediaan selama 1 bulan. Maka jumlah bahan bakar yang dibutuhkan adalah sebesar :

= 3268,4756 kg/jam x 24 jam/hari x 30 hari/bulan

= 2.353.302,44 kg/bulan

5. Unit Penyedia Udara Pabrik dan Udara Instrumen (*Plant Air* dan *Instrument Air*)

Sumber udara pabrik dan udara instrumen adalah dari udara proses yang dihasilkan oleh kompresor dan dikirim ke penerima udara. Udara dari sekeliling mengalir melalui filter udara dan selanjutnya dikompresi oleh kompresor udara yang digerakkan oleh penggerak motor. Udara bertekanan selanjutnya didinginkan oleh *after cooler* dan kemudian mengalir melewati pemisah air dan selanjutnya dialirkan ke penerima udara.

a. Udara Pabrik (*Plant Air*)

Udara pabrik digunakan untuk berbagai keperluan seperti aerasi, udara campuran, *flushing* dan lain-lainnya. Udara pabrik dari penerima udara didistribusikan ke pengguna melewati *header* udara pabrik dan dipakai sebagai :

Aerasi : Lokasi bebas mineral

Purging ke : pabrik, tangki penampung, unit pengolahan air, unit air pendingin dan unit penyediaan air bebas mineral.

b. Udara Instrumen (*Instrument Air*)

Sumber udara instrumen berasal dari kompresor udara proses Udara pabrik didefinisikan sebagai udara kering (*dew point* rendah) yang dipakai terbatas untuk pengoperasian instrumentasi. Udara pabrik dari penerima udara dialirkan ke instrumen oleh kompresor dimana kandungan air diturunkan oleh bahan pengering hingga memenuhi *dew point* menjadi udara instrumen dan dikirim ke pemakai melewati *instrument air header*.

Udara instrumen adalah udara kering (*dew point* rendah) yang dipergunakan terbatas untuk pengoperasian instrumentasi. Unit udara tekan diperlukan untuk menggerakkan instrumen-instrumen pengendalian proses yang ada dalam pabrik Isopropil Asetat. Kebutuhan udara tekan diasumsikan sebesar ± 2 m^3/jam.

B. Unit Pengolahan Limbah

Beberapa limbah yang dihasilkan dari pabrik polivinil alkohol sebagai berikut:

a. Limbah sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik, pencucian, dan dapur dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan desinfektan kalsium hipoklorit yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit. Sedangkan kotoran yang berasal dari WC dibuang ke tempat pembuangan khusus *septic tank*.

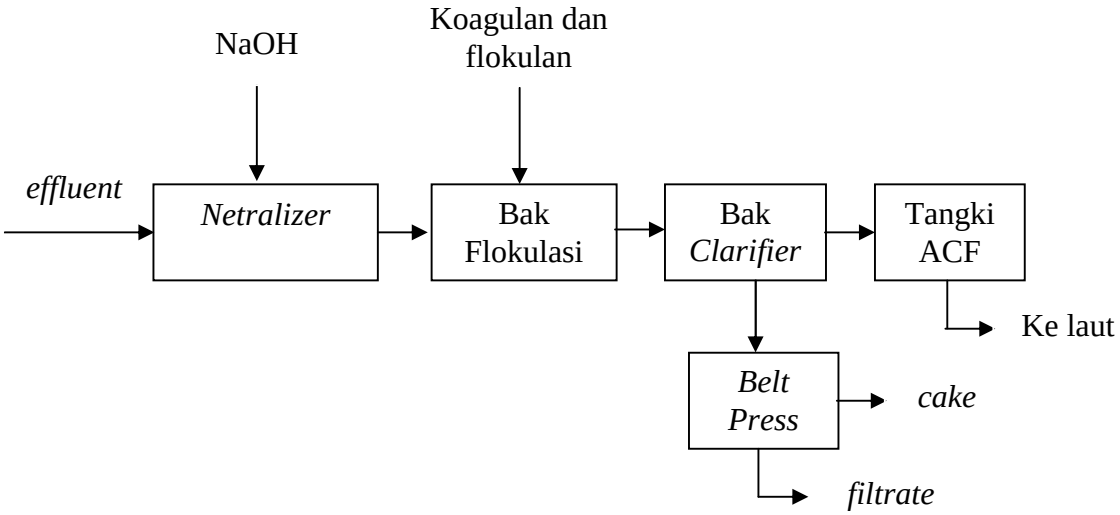
b. Limbah utilitas

Air buangan dari utilitas berasal dari unit demineralisasi dan sisa regenerasi resin yang bersifat asam atau basa. Air sisa proses yang berasal dari unit demineralisasi dan air sisa regenerasi dikirim ke kolom netralisasi. Penetralan dilakukan dengan menambahkan asam sulfat atau basa NaOH sampai air tersebut mempunyai pH netral (diharapkan 6,5 – 8). Air yang sudah dinetralkan kemudian dialirkan ke penampungan akhir untuk dibuang.

c. Limbah proses

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik polivinil alkohol terdiri dari limbah cair. Dan limbah gas. Limbah cair dihasilkan oleh keluaran ekstrak ektraktor terdiri dari 99% asam asetat dan 1% hidrogen fluorida dan limbah gas keluaran atas separator 303 yang terdiri dari 76% propilen dan 24% hidrogen fluorida.

Limbah gas diolah dalam *netralizer* yang bertujuan untuk menetralkan limbah agar aman untuk dibuang.



Gambar 6.2. Sistem Pengolahan Limbah Cair

Pada prinsipnya pengolahan meliputi pengolahan limbah secara fisik dan kimia. Kedua sistem pengolahan dilakukan secara terintegrasi, pertama limbah yang berasal dari kolom atas *Absorber cooler* dialirkan ke *netralizer*. Pada tahap ini limbah diseragamkan laju alirnya dan sekaligus dinetralkan dengan penambahan NaOH, bertujuan untuk menjaga tingkat keasaman pada limbah (pH netral yaitu 6,5 – 8).

Tahap selanjutnya adalah penghilangan *suspended solid* atau karbon yang tinggi, setelah dinetralkan maka dialirkan ke unit flokulasi untuk membentuk padatan dari unit flokulasi padatan yang timbul dihilangkan di *clarifier*, dan *sludge* yang terbentuk masuk ke unit *dewatering* (*belt press*). Padatan yang terbentuk berupa NaOCl dan NaCl dapat dijual atau dipergunakan sebagai desinfektan pada sistem penyediaan air pendingin. Cairan yang sudah netral dan bebas padatan difiltrasi terlebih dahulu melalui *Activated Carbon Filter* (ACF), selanjutnya di buang ke laut.

C. Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Disamping itu juga berperan dalam pengendali pencemaran lingkungan, baik udara maupun limbah cair.

Laboratorium berada di bawah bagian produksi yang mempunyai tugas pokok antara lain :

1. Sebagai pengendali kualitas bahan baku (apakah sudah memenuhi persyaratan yang diizinkan atau tidak) dan pengendali kualitas produk (apakah sudah memenuhi spesifikasi atau belum).
2. Sebagai pengendali terhadap proses produksi dengan melakukan analisis terhadap pencemaran lingkungan yang meliputi polusi udara, limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan unit-unit produksi.
3. Sebagai pengendali terhadap mutu air proses, air pendingin, air umpan *Boiler*, *Steam*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Laboratorium melaksanakan tugas selama 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

a. Kelompok Non–*Shift*

   Kelompok ini bertugas melakukan analisis khusus, yaitu Analisis yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan oleh laboratorium. Dalam membantu kelancaran kinerja kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas-tugas antara lain :

   - Menyediakan reagen kimia untuk analisis laboratorium.
   - Melakukan Analisis bahan buangan penyebab polusi.
   - Melakukan penelitian/percobaan untuk membantu kelancaran produksi.

b. Kelompok *Shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisis-analisis rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir yaitu kerja *shift* selama 24 jam dengan masing-masing *shift* bekerja selama 8 jam.

Dalam pelaksanaan tugasnya, seksi laboratorium dikelompokkan menjadi :

a. Laboratorium Fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan antara lain :

- *Spesifik grafity*
- Viskositas kinematik
- Kandungan air

b. Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya. Analisis yang dilakukan antara lain :

- Kadar impuritis pada bahan baku
- Kandungan logam berat
- Kandungan metal

c. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- Diversifikasi produk
- Pemeliharaan lingkungan (pembersihan air buangan).

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non-rutin, misalnya saja penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian, guna mendapatkan alternatif lain tentang penggunaan bahan baku.

d. Laboratorium Analisis Air

Pada laboratorium Analisis air ini yang di analisis antara lain :

1. Bahan baku air
2. Air demineralisasi
3. Air pendingin
4. Air umpan *Boiler*

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, kadar minyak, sulfat, silika dan konduktivitas air.

Alat- alat yang digunakan dalam laboratorium Analisis air adalah :

a. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman / kebasaan.
b. Spektrometer, untuk menentukan konsenterasi suatu senyawa terlarut dalam air dengan syarat larutan harus berwarna .
c. *Spectroscopy*, untuk menentukan kadar sulfat.
d. Peralatan *gravimetric*, untuk mengetahui jumlah kandungan padatan dalam air.
e. Peralatan titrasi , untuk mengetahui kandungan klorida, kasadahan dan alkalinitas.
f. *Conductivity meter* , untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

Air terdeminerasasi yang dihasilkan unit terdemineralizer juga diuji oleh departemen ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2). Sedangkan parameter air umpan *Boiler* yang dianalisis antara lain kadar hidrazin, amonia dan ion fosfat.

e. Alat Analisis

Alat Analisis yang digunakan :

- *Water Content Tester*, untuk menganalisis kadar air dalam produk.
- *Viskometer Bath*, untuk mengukur viskositas produk keluar reaktor.
- *Hydrometer*, untuk mengukur *spesific gravity*.

D. Instrumentasi dan Pengendalian Proses

Dalam pengoperasian dan pengendalian alat-alat proses, diperlukan sistem instrumentasi yang dapat mengukur, mengindikasikan, dan mencatat variabel-variabel proses. Variabel proses itu antara lain temperatur, tekanan, laju alir, dan ketinggian. Pengendalian alat-alat proses dipusatkan di ruang kendali, walaupun dapat pula dilakukan langsung di lapangan. Pengendalian terhadap kualitas bahan baku dan produk dilakukan di laboratorium pabrik.

Sistem pengendalian di pabrik isopropil asetat ini menggunakan *Distributed Control System* (DCS). Sistem ini mempergunakan komputer mikroprosesor yang membagi aplikasi besar menjadi sub-sub yang lebih kecil. Data yang diperoleh dari elemen-elemen sensor diolah dan disimpan. Pengendalian dilakukan dalam *Programmable Logic Controller* dengan cara mengubah data-data tersebut menjadi sinyal elektrik untuk pembukaan atau penutupan *valve-valve*. Untuk

melakukan perhitungan matematis yang rumit dan kompleks dibutuhkan *Supervisor Control System* (SCS).

Beberapa kemampuan yang dimiliki oleh SCS adalah :

1. Kalkulasi termodinamik.
2. Prediksi sifat/komposisi produk dan kontrol.
3. Menyimpan data dalam jangka waktu yang panjang.

Model hierarki pengendalian meliputi empat tingkat kebutuhan informasi dan sistem pengendalian. *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) dicapai dengan pengkoordinasian dan penggunaan secara efektif aliran informasi melalui seluruh tingkatan. Keempat tingkatan ini diperlihatkan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5. Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian.

Tingkatan	**Fungsi**
1. *Regulatory and Sequential Control*	Memantau, mengendalikan, dan mengatur berbagai aktuator dan perangkat lapangan yang berhubungan langsung dengan proses.
2. *Supervisory Control System*	- Mengkoordinasikan kegiatan satu atau lebih DCS - Menyediakan plantwide summary dan *plantwide process overview*.
3. Sistem informasi yang dibutuhkan	Pengaturan operasi hari ke hari, seperti

oleh *Local Plant Management*	penjadwalan produk, pemantauan operasi, laboratorium jaminan kualitas, akumulasi data produksi – biaya, dan *tracking shipment.*
4. *Management Information System*	Mengkoordinasikan informasi keuangan, penjualan, dan pengembangan produk pada tingkat perusahaan.

Pengendalian terhadap variabel proses dilakukan dengan sistem pengendali elektronik. Variabel-variabel yang dikendalikan berupa temperatur, tekanan, laju alir dan level cairan. Pengendalian variabel utama proses tercantum pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6. Pengendalian Variabel Utama Proses.

No.	**Variabel**	**Alat Ukur**
1.	Temperatur	Termokopel
2.	Tekanan	*Pressure gauge*
3.	Laju Alir	*Orificemeter, venturimeter, vortexcoriolismeter*
4.	Level cairan	*Float level device*

BAB VII

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

A. Lokasi

Pabrik Polivinil Alkohol ini direncanakan akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan :

1. Bahan baku

   Bahan baku utama dari pabrik polivinil alcohol ini adalah polivinil asetat, yang masih harus diimport dari Negara AS, Eropa, Jepang dan China maka dipilih dekat dengan pelabuhan, sedangkan untuk kebutuhan methanol diperoleh dari PT Medco pulau Bunyu, Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 330.000 ton/tahun. Gresik sebagai kota pelabuhan, niaga dan zona industri yang terletak di pulau jawa ini memudahkan untuk pemasaran produk.

2. Tenaga kerja

   Tenaga kerja yang tersedia cukup banyak dan relatif murah.

3. Fasilitas Transportasi

   Sistem transportasi di daerah ini, meliputi jalan raya, kereta api dan pelabuhan, relative mudah dan sudah tersedia bagi kepentingan umum.

4. Tanah

   Tanah bukan daerah pemukiman yang padat dan masih tersedia cukup luas, sehingga kemungkinan untuk mengadakan perluasan pabrik tidak akan terhambat.

5. Utilitas

   Air maupun bahan bakar di daerah ini sangat mudah diperoleh, sedangkan pengadaan listrik juga tidak sulit karena jaringan PLN sudah tersedia.

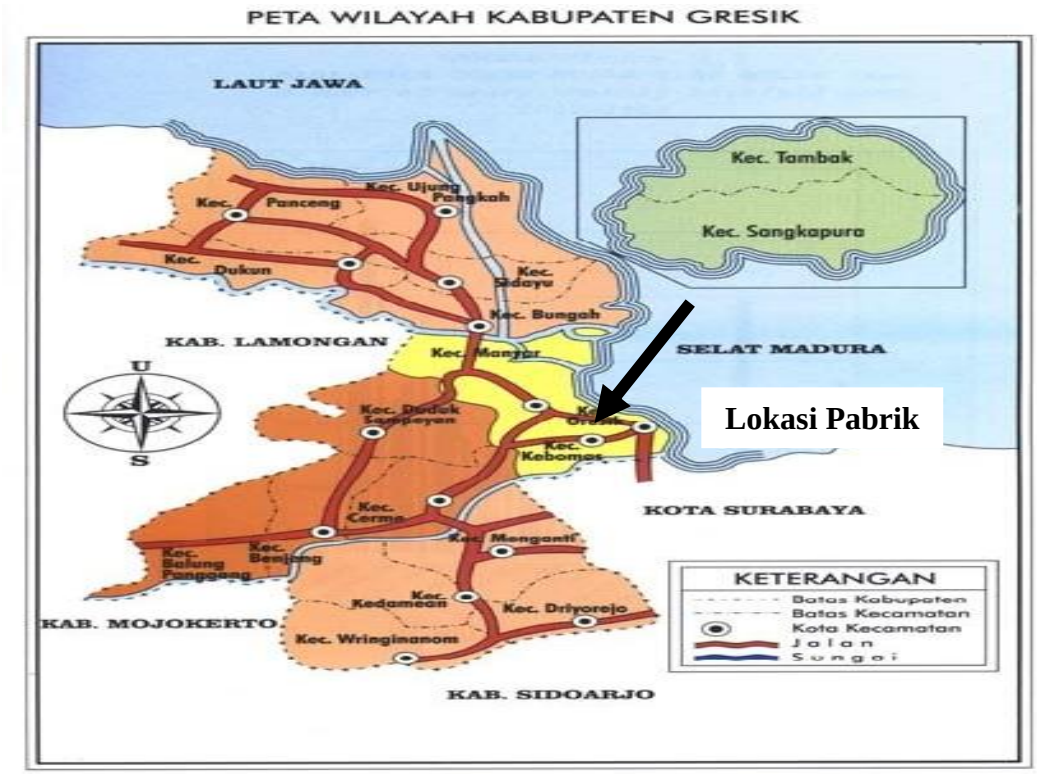
6. Komunitas lokal

   Pabrik yang akan didirikan mudah diterima oleh masyarakat setempat dan tidak menimbulkan konflik.

7. Iklim

   Iklim normal untuk daerah tropis, dan bukan daerah yang sering dilanda bencana alam.

Gambar 7.1. Provinsi Jawa Timur



Gambar 7.2.Kabupaten Gresik

B. Tata Letak Pabrik

Penentuan tata letak pabrik didasarkan pada :

1. Proses pengoperasian, pengontrolan dan perbaikan semua peralatan agar proses mudah dilakukan.
2. Keselamatan kerja menjadi lebih terjamin.
3. Pemanfaatan area yang efisien dan rencana perluasan dimasa yang akan datang.
4. Pendistribusian sarana utilitas agar lebih ekonomis.
5. Pemipaan dan transportasi di dalam pabrik agar tidak terjadi saling tabrak, sehingga memudahkan lalu lintas bila terjadi kebakaran atau perbaikan/penggantian kerusakan alat-alat proses.

Dengan usaha-usaha tersebut, diharapkan pabrik mampu bekerja lebih efektif dan mampu menjamin keselamatan dan kenyamanan kerja.

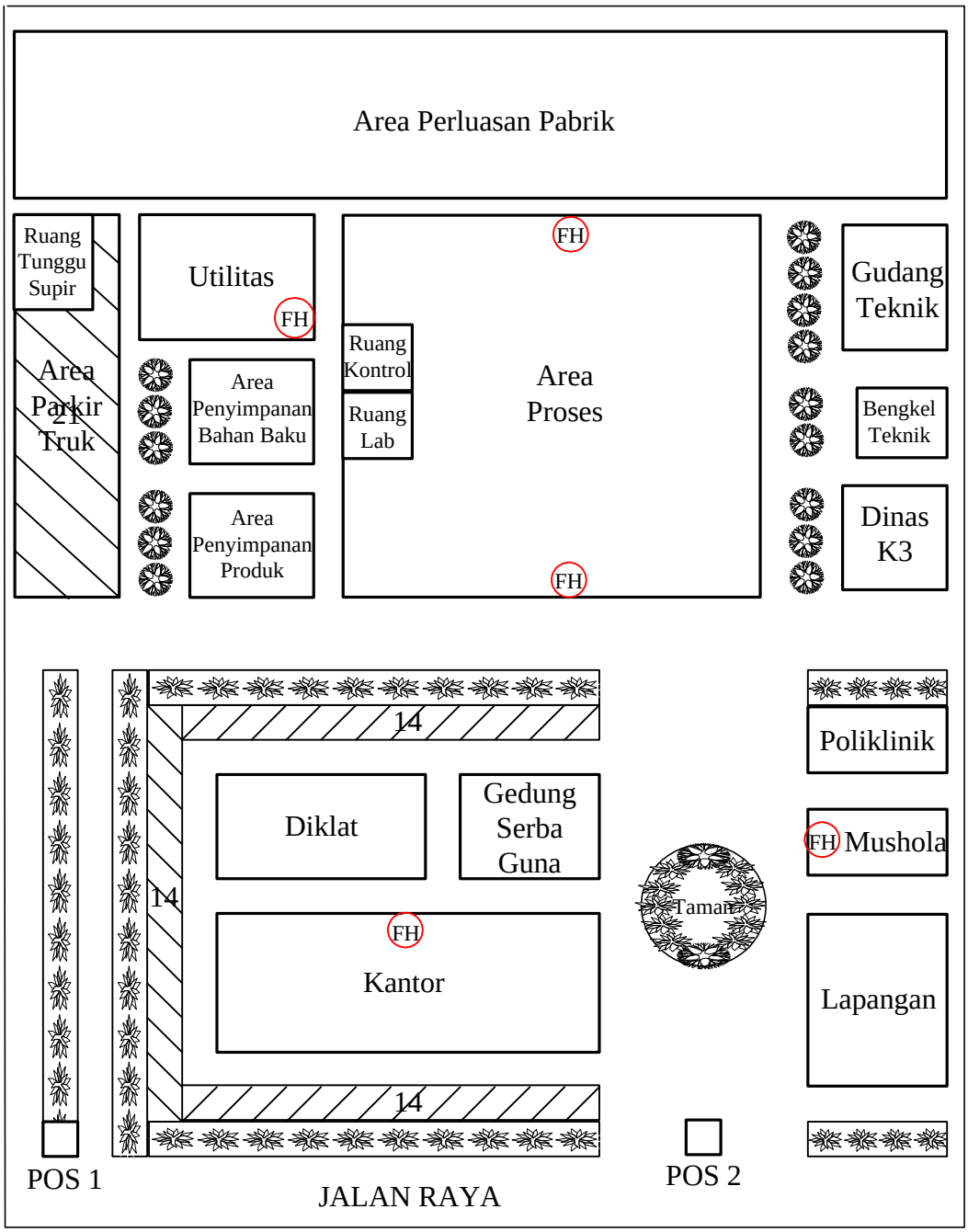
C. Prakiraan Areal Lingkungan

Pabrik direncanakan didirikan diatas tanah seluas 45.000 m^2 dengan rincian pada tabel.7.1 berikut :

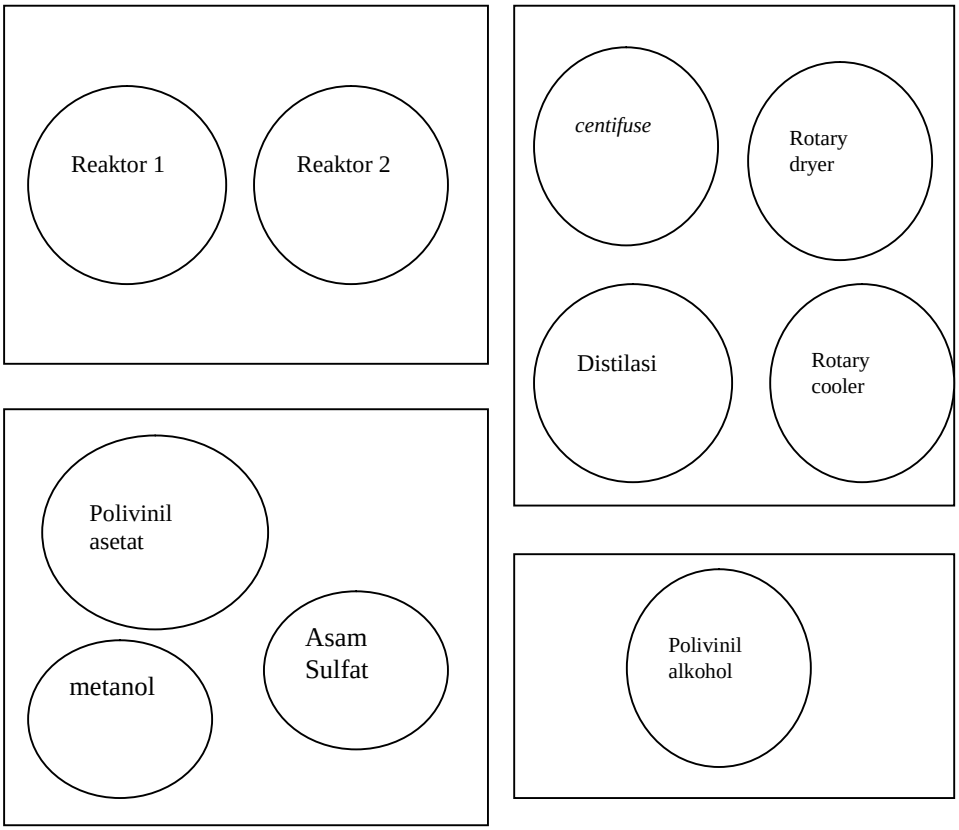
Tabel.7.1. Perincian Luas Area Pabrik Polivinil Alkohol

No.	Bangunan	Luas (m^2)
1.	Pos Keamanan	300
2.	Kantor	2.000
3.	GSG	1.000
4.	Tempat Ibadah	300
5.	Klinik	300
6.	Kantin	300
7.	*Control Room*	700
8.	Laboratorium	800
9.	Gudang	1.000
10.	Bengkel	1.000
11.	Perumahan	5.000
12.	Proses	15.000
13.	Utilitas	6.000
14.	Area Pengembangan	7.000
15.	Jalan dan taman	3.000
16.	Areal Parkir	1.000
17.	Sarana Olah Raga	300
	Total	**45.000**

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, ditetapkan bahwa Pabrik Polivinil Alkohol akan didirikan di Pulau Jawa, yaitu Gresik (Jawa Timur) .



Gambar 7.3. Tata Letak Pabrik



Gambar 7.4. Tata letak alat proses

BAB VIII

ORGANISASI PERUSAHAAN

Organisasi perusahaan diperlukan agar tercapai integrasi perusahaan sehingga pabrik dapat dikelola dengan baik, yaitu dengan cara pembagian tugas dan wewenang dari personil yang akan menjalankan perusahaan. Perusahaan dipimpin oleh seorang direktur utama yang membawahi beberapa direktur bidang, kepala bagian, dan seterusnya. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut :

1. Direktur utama
2. Direktur bidang
3. Kepala bagian
4. Kepala seksi
5. Kepala regu/shift
6. Staff Direktur
7. Operator
8. Pegawai staff
9. Pesuruh

Masing-masing mempunyai tugas dan wewenang yang berbeda sesuai dengan bidangnya. Semakin tinggi jabatan yang dipegang, maka makin luas pula tugas dan wewenang yang dimiliki. Tanggung jawab, tugas, serta wewenang tertinggi

terletak pada para pemimpin yang terdiri dari Direktur utama dan Direktur bidang, yang disebut Dewan Direksi.

Perincian karyawan adalah sebagai berikut :

A. Direktur

1. Direktur utama : 1 orang

   Tugas : Memimpin jalannya perusahaan serta memikirkan kebijaksanaan kebijaksanaan yang berkaitan dengan pengembangan serta kemajuan perusahaan secara keseluruhan dan bertanggung jawab penuh terhadap kelangsungan pabrik

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

   Pembantu : Sekretaris : 2 orang

   Pendidikan : Akademi Sekretaris

2. Direktur Teknik dan Produksi : 1 orang

   Tugas : Mengkoordinasi serta memikirkan kegiatan bidang teknik dan produksi perusahaan serta fasilitas-fasilitas yang mendukung langsung jalannya produksi

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Teknik Mesin / Teknik Elektro

   Pembantu : Sekretaris : 1 orang

   Pendidikan : Akademi Sekretaris

   Pembantu Umum : 1 orang

   Pendidikan : SMU

3. Direktur Keuangan dan Administrasi : 1 orang

   Tugas : Mengkoordinasi serta memikirkan kelancaran kegiatan serta kebijaksanaan dalam bidang keuangan, personalia, hubungan masyarakat, dan administrasi perusahaan

   Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi / Psikologi / Hukum

   Pembantu : Sekretaris : 1 orang

   Pendidikan : Akademi Sekretaris

   Pembantu Umum : 1 orang

   Pendidikan : SMU

B. Kepala Bagian

1. Kepala Bagian Teknik : 1 orang

   Tugas : Mengkoordinasi kegiatan pabrik dalam utilitas, pemeliharaan alat, bengkel, gudang dan perlengkapannya, serta penyediaan listrik

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Teknik Elektro / Teknik Mesin

2. Kepala Bagian Produksi : 1 orang

   Tugas : Megkoordinasi kegiatan langsung produksi serta bertanggung jawab terhadap mutu produksi

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

3. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan : 1 orang

   Tugas : Mengkoordinasi serta bertanggung jawab terhadap kegiatan laboratorium, pengendalian mutu, penelitian dan pengembangan

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

4. Kepala Bagian Keuangan : 1 orang

   Tugas : Megkoordinasi kegiatan bidang keuangan dan pemasaran serta bertanggung jawab terhadap kegiatan pembukuan keuangan

   Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi

5. Kepala Bagian Administrasi dan Umum : 1 orang

   Tugas : Mengkoordinasi serta bertanggung jawab terhadap kegiatan administrasi pabrik, personalia, tata usaha pabrik, hubungan dengan relasi, pelanggan, maupun masyarakat serta masalah kesehatan, kesejahteraan, keamanan, dan keselamatan karyawan

   Pendidikan : Sarjana Psikologi / Sosial Politik / Ekonomi / Hukum

C. Kepala Seksi

1. Kepala Seksi Proses Produksi : 1 orang

   Tugas : Memimpin langsung serta memantau dan memastikan kelancaran proses produksi, penekanan pada alat-alat utama proses

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

   Bawahan : 56 orang karyawan shift

   Pendidikan : 4 orang kepala regu : Politeknik

   52 orang operator : SMU/SMK

2. Kepala Seksi Perencanaan Produksi : 1 orang

   Tugas : Melakukan pendataan serta melihat kemungkinan peningkatan produksi dengan peningkatan efisiensi secara keseluruhan

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

   Bawahan : Karyawan Harian : 3 orang

   Pendidikan : 1 orang Politeknik Elektro

   1 orang Politeknik Mesin

   1 orang D-3 Teknik Kimia

   Operator shift : 8 orang SMU/SMK

3. Kepala Seksi Pengadaan : 1 orang

   Tugas : Melakukan pendataan serta bertanggung jawab terhadap pengadaaan barang dan alat

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Ekonomi

   Bawahan : 4 orang karyawan harian

   Pendidikan : D-3 Ekonomi : 2 orang

   SMU : 2 orang

4. Kepala Seksi Utilitas : 1 orang

   Tugas : Bertanggung jawab akan jalannya proses penyediaan air, listrik, dan lain-lain untuk keperluan instrumentasi

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

   Bawahan : 36 orang karyawan shift

   Pendidikan : 4 orang kepala regu : Politeknik

   32 orang operator : SMU/SMK

5. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel: 1 orang

   Tugas : Memimpin serta bertanggung jawab terhadap kegiatan perawatan serta pengadaan alat-alat pabrik serta fasilitas-fasilitas pendukung

   Pendidikan : Sarjana Teknik Mesin

   Bawahan : 5 orang karyawan harian

   Pendidikan : 1 orang kepala regu : Politeknik Mesin

   4 orang SMK Mesin

6. Kepala Seksi Gudang dan Perlengkapan Kerja : 1 orang

   Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan penyimpanan barang dan perlengkapan kerja karyawan

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

   Bawahan : 15 orang

   a. Karyawan harian

      1 orang kepala regu : Politeknik

      2 orang SMU

   b. Karyawan shift

      12 orang SMU

7. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu : 1 orang

   Tugas : Bertanggung jawab terhadap mutu produksi dan melakukan penelitian-penelitian untuk kemungkinan pengembangan mutu

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Sarjana Kimia

   Bawahan : 4 orang karyawan harian D-3 Kimia

8. Kepala Seksi Pengembangan dan Usaha Teknik : 1 orang

   Tugas : Bertanggung jawab terhadap peningkatan pengembangan proses

   Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

   Bawahan : 3 orang karyawan harian Politeknik

9. Kepala Seksi Pemasaran : 1 orang

   Tugas : Mengontrol aktivitas pemasaran produk

   Pendidikan : Sarjana Ekonomi

   Bawahan : 3 orang

   Pendidikan : 1 orang D-3 Ekonomi

   2 orang SMU

10. Kepala Seksi Keuangan : 1 orang

    Tugas : Mengadakan pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan

    Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi

    Bawahan : 2 orang

    Pendidikan : 1 orang Akademi Akuntansi

    1 orang SMU

11. Kepala Seksi Anggaran : 1 orang

    Tugas : Menyelenggarakan pembukuan atas hal-hal yang berkaitan dengan anggaran perusahaan

    Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi

    Bawahan : 2 orang

    Pendidikan : 1 orang Akademi Akuntansi dan 1 orang SMU

12. Kepala Seksi Tata Usaha dan Personalia : 1 orang

Tugas	:	Menyelenggarakan kegiatan dalam hal urusan kepegawaian serta urusan rumah tangga pabrik dan tata usaha kantor
Pendidikan	:	Sarjana Hukum / Psikologi / Teknik Industri
Bawahan	:	2 orang
Pendidikan	:	1 orang Akademi Manajemen Perusahaan 1 orang SMU

13. Kepala Seksi Hubungan Masyarakat dan Keamanan : 1 orang

Tugas	:	Menyelenggarakan kegiatan yang berhubungan dengan rekanan perusahaan, pemerintah, serta maslah ketenagakerjaan, serta mengkoordinasi bidang keamanan pabrik
Pendidikan	:	Sarjana Komunikasi / Sosial Politik / Psikologi
Bawahan	:	14 orang
Pendidikan	:	2 orang Akademi Komunikasi 1 orang kepala regu kemanan (Purnawirawan Tamtama TNI) 12 orang SATPAM : SMU

14. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja : 1 orang

Tugas	:	Mengurusi kesehatan karyawan dan keluarganya serta menangani masalah keselamatan kerja karyawan
Pendidikan	:	Sarjana Kedokteran
Bawahan	:	3 orang

Pendidikan : 1 orang Akademi Kesehatan

2 orang SMU

D. Pembantu

1. Bagian Produksi dan Teknik yang mempunyai staf pembantu, yaitu :

   1 orang Akademi Sekretaris

   1 orang pembantu umum : SMU

2. Bagian Keuangan dan Administrasi dan Umum yang mempunyai staf pembantu, yaitu :

   1 orang Akademi Sekretaris

   1 orang pembantu umum : SMU

3. Pesuruh : 10 orang

   Pendidikan : SLTP

4. Petugas Kebersihan : 8 orang

   Pendidikan : SLTP

E. Jam kerja karyawan

Karyawan dibagi dalam 2 golongan, yaitu :

1. karyawan harian
2. karyawan shift

1. Jam kerja karyawan harian

   Senin – Kamis : 07.00 – 16.00 WIB

   Jumat : 07.00 – 17.00 WIB

   Jam istirahat

   Senin – Kamis : 12.00 – 13.00 WIB

Jumat : 11.30 – 13.00 WIB

Sabtu dan Minggu libur

2. Jam kerja karyawan shift

Karyawan shift dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu shift A, B, C, dan D. Karyawan shift mendapat hak libur 1 hari setelah bekerja 3 hari. Selama 1 hari kerja, 3 shift masuk sementara 1 shift libur. Tiap kelompok shift terdiri dari seksi proses produksi, utilitas, laboratorium, pengadaan, bengkel, listrik dan instrumentasi, keselamatan, dan keamanan.

Jadwal kerja :

Shift pagi : 07.00 – 15.00 WIB

Shift sore : 15.00 – 23.00 WIB

Shift malam : 23.00 – 07.00 WIB

Waktu istrirahat dibagi menjadi 2 periode agar tidak mengganggu jalannya produksi.

Jadwal istirahat :

Shift pagi : 10.30 – 11.30 WIB

11.30 – 12.30 WIB

Shift sore : 18.30 – 19.30 WIB

19.30 – 20.30 WIB

Shift malam : 02.30 – 03.30 WIB

03.30 – 04.30 WIB

Siklus pergantian shift selama 1 bulan adalah sebagai berikut :

	Tanggal														
Shift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	P	P		S	S	S		M	M	M		P	P	P
B	P	P		S	S	S		M	M	M		P	P	P	
C	P		S	S	S		M	M	M		P	P	P		S
D		S	S	S		M	M	M		P	P	P		S	S

	Tanggal															
Shift	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
A	S	S	S		M	M	M		P	P	P		S	S	S	
B	S	S		M	M	M		P	P	P		S	S	S		M
C	S		M	M	M		P	P	P		S	S	S		M	M
D		M	M	M		P	P	P		S	S	S		M	M	M

Gambar 8.1. Siklus pergantian shift

Keterangan :

P	shift pagi
S	shift sore
M	shift malam
	libur

Cuti tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan dengan ketentuan selama 1 tahun kerja mempunyai hak cuti 12 hari kerja. Bila dalam waktu 1 tahun tidak

mempergunakan hak cutinya maka hak cuti tersebut hilang untuk tahun yang bersangkutan.

Hari libur nasional

Bagi karyawan harian, hari libur nasional tidak masuk kerja. Bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk dengan catatan hari itu dianggap kerja lembur. Jatah lembur dapat dialihkan ke karyawan lain dengan persetujuan kepala regu.

Kerja lembur

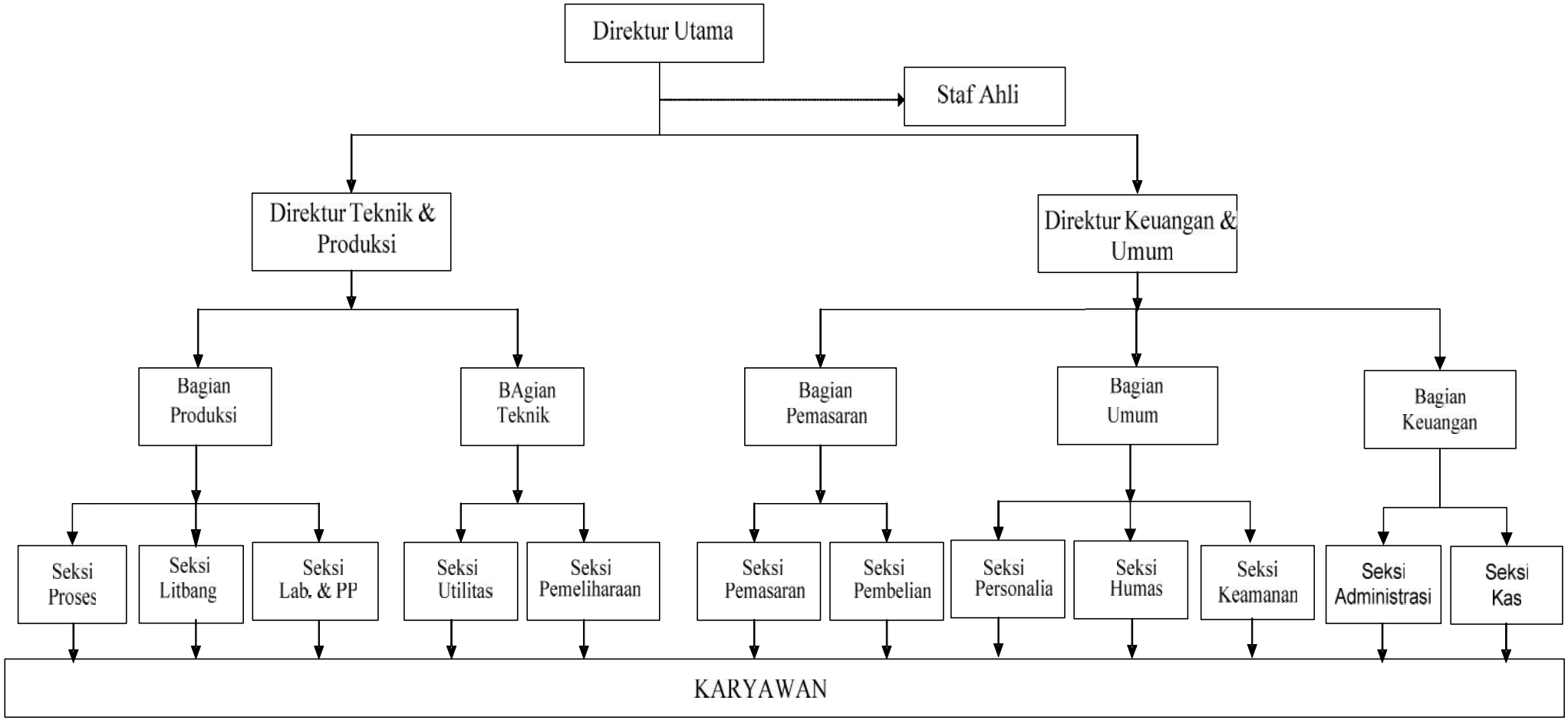
Kerja lembur terjadi apabila ada karyawan shift yang mengambil cuti. Tugas karyawan ini diambil alih oleh karyawan dari shift lain dan dianggap sebagai kerja lembur. Bagi karyawan harian kerja lembur terjadi bila bertugas di luar jam kerja, karena ada gangguan di pabrik, revisi tahunan atau ada pekerjaan yang harus diselesaikan pada batas waktu tertentu dengan seijin atasan.

Sistem gaji karyawan

Gaji karyawan dibayarkan di setiap akhir bulan, sebulan sekali. Bila akhir bulan jatuh pada hari libur maka gaji dibayarkan 1 hari lebih awal. Komposisi dan sistem gaji adalah sebagai berikut:

Tabel.8.1. Komposisi dan sistem gaji

Jabatan	Golongan	Pendidikan	Jumlah	Gaji/orang/ bulan (Rp.)	Gaji total/ tahun (Rp.)
Direktur utama	1	S-1	1	20.000.000	240.000.000
Direktur bidang	2	S-1	2	15.000.000	360.000.000
Kepala bagian	3	S-1	5	10.000.000	600.000.000
Kepala seksi	4	S-1	14	7.000.000	1.176.000.000
Kepala shift/regu	5	D-3/TNI	12	4.000.000	576.000.000
Staff direksi /bagian/seksi	6	D-3	25	3.000.000	900.000.000
Operator	7	SMU/SMK	92	2.000.000	2.208.000.000
Pegawai staff	8	SMU/SMK	43	1.500.000	774.000.000
Pesuruh	9	SLTP	18	1.000.000	216.000.000



Gambar 8.2. Struktur Organisasi Perusahaan

BAB IX

INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

Suatu pabrik layak didirikan jika telah memenuhi beberapa syarat antara lain keamanan terjamin dan dapat mendatangkan keuntungan. Investasi pabrik merupakan dana atau modal yang dibutuhkan untuk membangun sebuah pabrik yang siap beroperasi termasuk untuk *start up* dan modal kerja. Suatu pabrik yang didirikan tidak hanya berorientasi pada perolehan *profit*, tapi juga berorientasi pada pengembalian modal yang dapat diketahui dengan melakukan uji kelayakan ekonomi pabrik.

A. Investasi

Investasi total pabrik merupakan jumlah dari *fixed capital investment*, *working capital investment*, *manufacturing cost* dan *general expenses*.

1. *Fixed Capital Investment* (Modal Tetap)

   Fixed Capital Investment merupakan biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik secara fisik. FCI terdiri dari biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost*). *Fixed capital investment* pada prarancangan Pabrik *Polivinil Alcohol* ditunjukkan pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1 ***Fixed Capital Investment***

Direct Cost		
- *Purchased equipment-delivered*	Rp	133.167.282.337
- *Purchased equpment installation*	Rp	73.242.005.285
- *Instrumentation dan controls (instal)*	Rp	39.950.184.701
- *Piping* (Biaya perpipaan)	Rp	79.900.369.402
- *Electrical (installed)*	Rp	53.266.912.935
- *Buildings*	Rp	13.316.728.234
- *Yard improvement*	Rp	26.633.456.467
- *Service facilities*	Rp	83.895.387.872
- Tanah	Rp	6.658.364.117
Total *Direct Cost*	Rp	510.030.691.349
Indirect Cost		
- *Engineering and supervision*	Rp	35.702.148.394
- *Construction expenses*	Rp	76.504.603.702
- Contractor Fee	Rp	25.501.534.567
- Biaya tak terduga	Rp	76.204.585.649
- Plant start Up	Rp	38.102.292.824
Total indirect Cost	Rp	252.015.165.137
Fixed Capital Investment (FCI)	**Rp**	**762.045.856.487**

2. *Working Capital Investment* (Modal Kerja)

   WCI industri terdiri dari jumlah total uang yang diinvestasikan untuk stok bahan baku dan persediaan; stok produk akhir dan produk semi akhir dalam proses yang sedang dibuat; uang diterima (*account receivable*);

uang tunai untuk pembayaran bulanan biaya operasi, seperti gaji, upah, dan bahan baku; uang terbayar (*account payable*); dan pajak terbayar (*taxes payable*). WCI untuk prarancangan Pabrik *Polivinil Alcohol* adalah Rp 134.478.680.557 .

3. *Manufacturing Cost* (Biaya Produksi)

   Modal yang digunakan untuk biaya produksi terbagi menjadi tiga macam yaitu biaya produksi langsung, biaya tetap dan biaya tidak langsung. Biaya produksi langsung adalah biaya yang digunakan untuk pembiayaan langsung suatu proses, seperti bahan baku, buruh dan supervisor, perawatan dan lain-lain. Biaya tetap adalah biaya yang tetap dikeluarkan baik pada saat pabrik berproduksi maupun tidak, biaya ini meliputi depresiasi, pajak dan asuransi dan sewa. Biaya tidak langsung adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendanai hal-hal yang secara tidak langsung membantu proses produksi.

Tabel 9.2. *Manufacturing cost*

Direct manufacturing cost			
-	*Raw Material*	Rp	1.376.975.418.337
-	Utilitas	Rp	376.465.246.025
-	*Maintenance and repair cost*	Rp	38.102.292.824
-	*Operating labor*	Rp	563.342.121.328
-	*Direct supervisory* (pengawas)	Rp	84.501.318.199
-	*Operating supplies*	Rp	5.715.343.924
-	*Laboratory charges*	Rp	56.334.212.133
Total *Direct manufacturing cost*		Rp	2.501.435.952.769

Fixed Charges		
- Depresiasi	Rp	495.862.475.846
- Pajak lokal	Rp	15.240.917.130
- Asuransi	Rp	7.620.458.565
Total *Fixed Charges*	Rp	518.723.851.540
Plant Overhead Cost (POC)	Rp	375.561.414.219
Manufacturing cost	**Rp**	**3.395.721.218.528**

4. *General Expenses* (Biaya Umum)

   Selain biaya produksi, ada juga biaya umum yang meliputi administrasi, *sales expenses*, penelitian dan *finance*. Besarnya *general expenses* Pabrik *Polivinil Alcohol* ditunjukkan pada Tabel 9.3.

Tabel 9.3. *General Expenses*

GENERAL EXPENSES		
1. *Administrative cost*	Rp	7.447.480.000
2. *Distribution and Selling Cost*	Rp	187,780,707,109
3. *Research and Development Cost*	Rp	75,112,282,844
4. *Financing (interest)*	Rp	89,652,453,704
Total *General Expenses*	**Rp**	**359,992,923,657**

5. *Total Production Cost* (TPC)

   TPC = *manufacturing cost + general expenses*

   = Rp 3,755,714,142,185

B. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi atau uji kelayakan ekonomi pabrik *Polivinil Alcohol* dilakukan dengan menghitung *return on investment* (ROI), *payout time* (POT), *break even point* (BEP), *shut down point* (SDP), dan *cash flow* pabrik yang dihitung dengan menggunakan metode *discounted cash flow* (DCF).

1. *Return On Investment* (ROI)

   Nilai *Return on Investment* (ROI) merupakan cara yang paling sederhana untuk menentukan keuntungan atau *profitability* dari sebuah investasi. Nilai ROI merupakan perbandingan antara persen *net income* terhadap investasi total atau kecepatan tahunan dari keuntungan untuk mengembalikan modal. Besar ROI sebelum pajak adalah 17% dan setelah pajak adalah 15%.

2. *Pay Out Time* (POT)

   Pay Back Period (PBP) atau *Pay Out Time* (POT) adalah lama waktu yang dibutuhkan pabrik sejak dari mulai beroperasi untuk melunasi investasi awal dari pendapatan yang diperoleh. Waktu pengembalian modal pabrik *Polivinil Alcohol* adalah 4,7 tahun. Angka 4,7 tahun menunjukkan lamanya pabrik dapat mengembalikan modal dimulai sejak pabrik beroperasi.

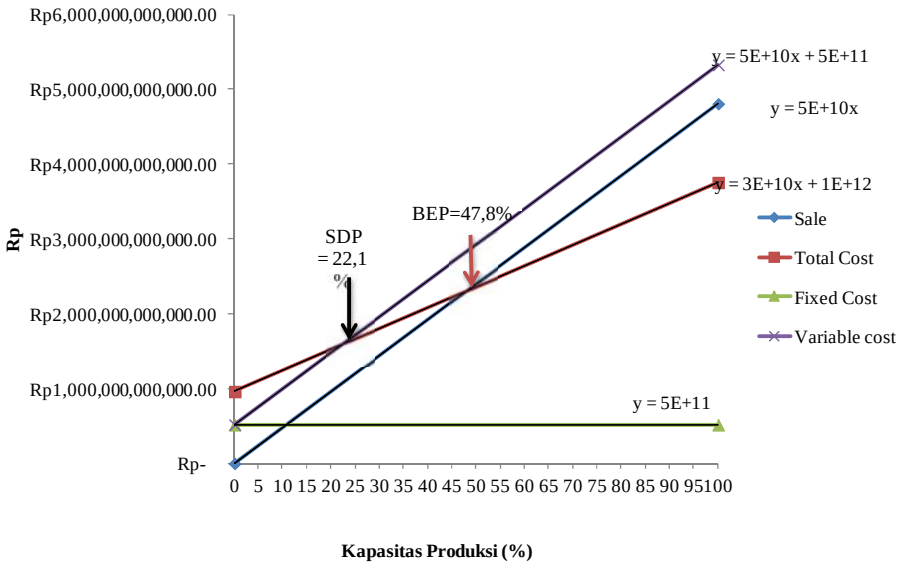
3. *Break Even Point* (BEP)

   BEP adalah titik di mana kapasitas produksi yang dihasilkan dapat menutupi seluruh biaya produksi tanpa adanya keuntungan maupun kerugian. Nilai BEP merupakan persentase kapasitas pabrik terhadap kapasitas penuhnya. Nilai BEP pada prarancangan *Polivinil Alcohol* ini

adalah 47,8%. Nilai BEP tersebut menunjukkan pada saat pabrik beroperasi 47,8% dari kapasitas maksimum pabrik 100%, maka pendapatan perusahaan yang masuk sama dengan biaya produksi yang digunakan untuk menghasilkan produk sebesar 47,8 % tersebut.

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut down point adalah suatu titik dimana pada kondisi itu jika proses dijalankan maka perusahaan tidak akan memperoleh laba meskipun pabrik masih bisa beroperasi. Jika pabrik beroperasi pada kapasitas di bawah SDP maka akan mengalami kerugian. Nilai SDP pada prarancangan pabrik *Polivinil Alcohol* adalah 22,1%. Jadi pabrik *Polivinil Alcohol* akan mengalami kerugian jika beroperasi di bawah 22,1% dari kapasitas produksi total. Grafik BEP ditunjukkan pada Gambar 9.1. berikut.



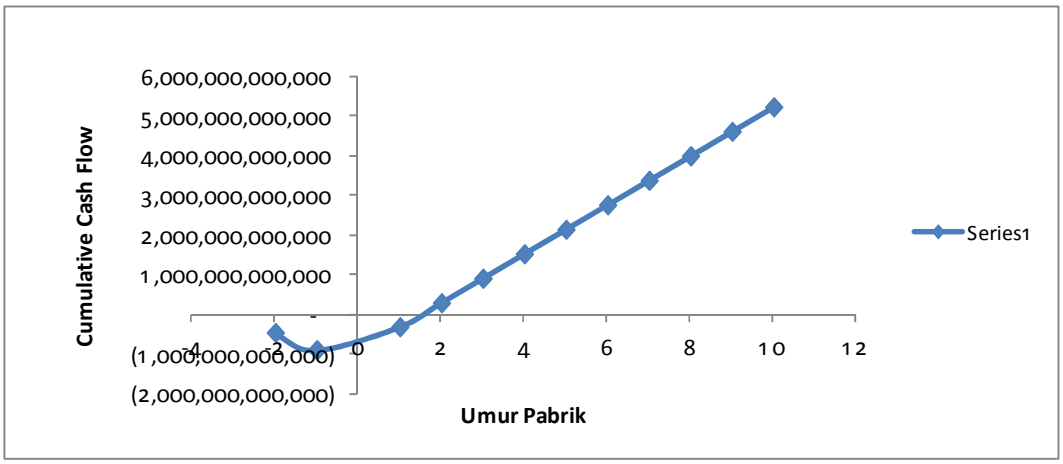
Gambar 9.1. Grafik Analisis Ekonomi

C. Angsuran Pinjaman

Total pinjaman pada prarancangan pabrik *Polivinil Alcohol* ini adalah 49% dari total investasi yaitu Rp 896.524.537.043. Angsuran pembayaran pinjaman tiap tahun ditunjukkan pada Tabel *Discounted Cash Flow* (Lampiran E).

D. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Metode *discounted cash flow* merupakan analisis kelayakan ekonomi yang berdasarkan aliran uang masuk selama masa usia ekonomi pabrik. Periode pengembalian modal secara *discounted cash flow* ditunjukkan pada Tabel E.11 dan Gambar 9.2. *Payout time* pabrik *Polivinil Alcohol* adalah 4,7 tahun dan *internal rate of return* pabrik *Polivinil Alcohol* adalah 41,7 %.



Gambar 9.2 Kurva *Net Present Value Flow* metode DCF

Hasil evaluasi atau uji kelayakan ekonomi pabrik *Polivinil Alcohol* disajikan dalam Tabel.9.4. berikut :

Tabel.9.4. Hasil Uji Kelayakan Ekonomi

No	Analisa Kelayakan	Nilai	Batasan	Keterangan
1.	ROI	15%	Min. 15%	Layak
2.	POT	4,7 tahun	Maks. 3-5 tahun	Layak
3.	BEP	47,8%	30 – 65 %	Layak
4.	SDP	22,1%	20 – 30 %	Layak
5.	IRR	41,7%	Min. 15 %	Layak

BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Polvinil Alkohol dengan kapasitas 40.000 ton per tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 15%.
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 4,7 tahun.
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 47,8%. % dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 22,1 %, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena merugi.
4. *Interest Rate of Return* (IRR) sebesar 41,7%, lebih besar dari suku bunga bank saat ini, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini daripada ke bank.

B. Saran

Berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Pabrik Polvinil Alkohol dengan kapasitas 40.000 ton per tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

Bearse, A.E. and Morrin, R.D., 1947, "Production of Esters", US Patent No. 2.415.000

Brown, G.G. and Foust, A.S., 1950, "Unit Operations", John Wiley and Sons, Inc., New York

Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, "Process Equipment Design – Vessel Design", 1st ed., Wiley Eastern Limited, New Delhi

Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "Chemical Engineering", vol.6, Pergamon Press, Oxford

Evans Jr., F.L., 1970, "Equipment Design Handbook", Gulf Publishing, Houston, Texas

Kern, D.Q., 1983, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1981, "Encyclopedia of Chemical Technology", 3rd ed., vol. 10, Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York

Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 6th ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore

Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1981, “Plant Design and Economics for Chemical Engineers”, 3rd ed., McGraw-Hill International Book Company, Singapore

Rase, H.F., 1977, “Chemical Reactor Design for Process Plant”, vol. 1, Wiley-Interscience Publication, New York

Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1975, “Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics”, 3rd ed., Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo

Treyball, R.E., 1984, “Mass Transfer Operations”, 3rd ed., Mc Graw-Hill International Book Company, London

Ulrich, G.D., 1984, “A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics”, John Wiley and Sons, New York