

**PRARANCANGAN PABRIK POLIVINIL ALKOHOL DARI POLIVINIL  
ASETAT DAN METANOL KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**(Perancangan *Rotary Dryer* (RD-301))**

**(Tugas Akhir)**

**Oleh:**

**SRI OKTAPIA**

**1815041053**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**BANDAR LAMPUNG**

**2023**

## ABSTRAK

### PRARANCANGAN PABRIK POLIVINIL ALKOHOL DARI POLIVINIL ASETAT DAN METANOL KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

(Perancangan *Rotary Dryer* (RD-301))

Oleh

Sri Oktapia

Polivinil Alkohol merupakan bahan kimia dengan fungsi yang beragam dan kebutuhan terus meningkat. Proses yang digunakan dalam pembuatan Polivinil Alkohol menggunakan proses reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa. Pabrik Polivinil Alkohol ini didirikan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang terus meningkat.

Pabrik Polivinil Alkohol ini direncanakan didirikan di Subang, Jawa Barat. Kapasitas produk Polivinil Alkohol adalah 30.000 ton/tahun. Pabrik beroperasi selama 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Kebutuhan utilitas diantaranya adalah penyediaan air, penyediaan listrik dan *steam*, penyediaan bahan bakar, dan penyediaan udara tekan.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas, berstruktur organisasi line and staff dengan kebutuhan karyawan 145 orang. Analisis ekonomi Pabrik Polivinil Alkohol di peroleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI) = Rp. 631.284.005.687
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI) = Rp. 111.403.059.827
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI) = Rp. 742.687.065.514
<i>Break Even Point</i>	(BEP) = 41,42 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP) = 21,68 %
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub> = 2,5189 tahun

*Return on Investment after taxes*       $(ROI)_a = 25,245 \%$

*Discounted Cash Flow*                       $(DCF) = 25,75 \%$

Mempertimbangkan rangkuman diatas Pabrik Polivinil Alkohol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai prospek yang baik.

**Kata Kunci :** Polivinil Alkohol, Transesterifikasi, Katalis Basa

## **ABSTRACT**

### **MANUFACTURING OF POLYVINYL ALCOHOL FROM POLYVINYL ACETATE AND METHANOL CAPACITY 30.000 TONS/YEAR**

**(Design of Rotary Dryer (RD-301))**

**By**

**Sri Oktapia**

*Polyvinyl Alcohol is a chemical with a variety of function and the need for it is increasing. The process used in the manufacture of Polyvinyl Alcohol using a transesterification reaction process using a base catalyst. This Polyvinyl Alcohol factory was established with the aim of meeting the growing market needs.*

*The Polyvinyl Alcohol factory is planned in Subang, West Java. The product capacity of Polyvinyl Alcohol is 30.000 tons/year. The factory operates 24 hours/day, 330 days/year. Utility needs include water supply, electricity and steam supply, fuel supply, and compressed air supply.*

*The form of the company is a limited liability company, with a line and staff organizational structure with the needs of 145 employees. The economic analysis of Polyvinyl Alcohol Plant obtained:*

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI) = Rp. 631.284.005.687
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI) = Rp. 111.403.059.827
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI) = Rp. 742.687.065.514
<i>Break Even Point</i>	(BEP) = 41,42 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP) = 21,68 %
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub> = 2,5189 years
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub> = 25,245 %
<i>Discounted Cash Flow</i>	(DCF) = 25,75 %

*Taking into consideration the above summary, it is proper establishment of Factories Polyvinyl Alcohol is studied further, because it is a plant that profitable and have good prospects.*

*Keyword : Polyvinyl Alcohol, Transesterification, Base Catalyst*

**PRARANCANGAN PABRIK POLIVINIL ALKOHOL DARI POLIVINIL  
ASETAT DAN METANOL KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**(Perancangan *Rotary Dryer* (RD-301))**

**Oleh:**

**SRI OKTAPIA**

**1815041053**

**Tugas Akhir**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar**

**SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Kimia**

**Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**BANDAR LAMPUNG**

**2023**

Judul Skripsi

**: PRARANCANGAN PABRIK POLIVINIL  
ALKOHOL DARI POLIVINIL ASETAT DAN  
METANOL KAPASITAS 30.000  
TON/TAHUN  
(Perancangan *Rotary Dryer* (RD-301))**

Nama Mahasiswa

**: Sri Oktapia**

Nomor Pokok Mahasiswa

**: 1815041053**

Program Studi

**: Teknik Kimia**

Fakultas

**: Teknik**



**Dr. Herti Utami, S.T., M.T.**  
NIP. 197112192000032001

**Panca Nugrahini F, S.T., M.T.**  
NIP. 197302032000032001

2. Ketua Jurusan Teknik Kimia

**Yuli Darni, S.T., M.T.**  
NIP. 197407122000032001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

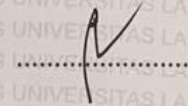
Ketua

: **Dr. Herti Utami, S.T., M.T.**




Sekretaris

: **Panca Nugrahini F, S.T., M.T.**



Penguji  
Bukan Pembimbing I

: **Taharuddin, S.T., M.Sc.**



Bukan Pembimbing II : **Muhammad Haviz, S.T., M.T.**



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }**  
NIP. 197509282001121001

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 01 Desember 2023**



## 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, Desember 2023



Sri Oktapia

NPM. 1815041053

## RIWAYAT HIDUP



**Sri Oktapia**, penulis laporan skripsi ini dilahirkan di Suban Jeriji pada tanggal 17 Oktober 2001, putri bungsu dari pasangan Bapak Surkani dan Ibu Solhaya.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 32 Rambang Dangku pada tahun 2012, pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Wana Lestari pada tahun 2015 dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Muhammadiyah 1 Palembang pada tahun 2018.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berbagai organisasi antara lain sebagai Staff Departemen Kerohanian Divisi Islam Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung (Himatemia FT Unila) Periode 2019 dan 2020, Kepala Departemen Kemuslimahan Forum Silaturahmi Dan Studi Islam Mahasiswa Fakultas Teknik (FOSSI-FT Unila) Periode 2020.

Pada tahun 2021, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sukajadi, Prabumulih, Sumatera Selatan dan melakukan Kerja Praktik (KP) di PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Sungai Lengi dengan Tugas Khusus “Analisis Evaluasi kinerja *Digester* dan *Screw Press* pada Stasiun Pengepresan”. Pada tahun 2021 hingga 2022, penulis melakukan penelitian dengan judul “Ekstraksi zat warna alami pada buah tomat (*Solanum lycopersicum*) menggunakan pelarut etil asetat dengan metode ultrasonik” dimana penelitian tersebut dipublikasikan pada November 2023 di Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri.

## *Motto dan Persembahan*

*"If you can dream it, you can do it. Do your best and Allah will take care of the rest"*

*"Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu  
tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku  
tidak akan pernah melewatkanmu"*

*(Umar bin Khattab)*

*"Feeling Pressure is also an experience. You have to compete to know that you've improved  
regardless of the result. That's what keeps us going"*

*(Twenty Five Twenty One)*

*"Susah, tapi Bismillah"*

*(Fiersa Besari)*

*Dengan mengucap syukur kepada Allah SWT,  
Kupersembahkan karya kecilku ini kepada:*

*Kedua orang tuaku, Bapak dan Mamak tercinta,  
Terima kasih yang tak terhingga untuk segala bentuk kasih dan sayang yang  
hingga detik ini masih senantiasa tercurah untuk putri bungsumu ini.*

*Saudara dan keluarga besarku ,  
Terima kasih banyak untuk do'a dan dukungannya selama ini.*

*Sahabat-sahabatku tersayang,  
Terima kasih selalu ada dan menemani dengan setulus hati.*

*Para pengajar sebagai tanda hormatku,  
Terima kasih atas ilmu yang telah diberikan selama ini*

*Serta kupersembahkan kepada Almamaterku tercinta,  
semoga dapat berguna dikemudian hari.*

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Polivinil Alkohol dari Polivinil Asetat dan Metanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
2. Ibu Lia Lismeri, S.T., M.T. selaku Dosen Penanggung Jawab Mata Kuliah Tugas Akhir dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama masa kuliah.
3. Ibu Dr. Herti Utami, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu bermanfaat yang diberikan tersebut dapat berguna dikemudian hari.
4. Ibu Panca Nugrahini F, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna di kemudian hari.
5. Bapak Taharuddin, S. T., M. Sc. selaku Dosen Peguji I yang telah memberikan saran, kritikan dan cerita yang memotivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna di kemudian hari.
6. Bapak Muhammad Haviz, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan banyak saran dan kritikan dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna di kemudian hari.

7. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu yang telah diberikan selama masa studi. Semoga dapat menjadi bekal dan acuan untuk terus berkembang di masa depan
8. Bapak dan Mamak, atas segala cinta, kasih, sayang, do'a, dukungan, kepercayaan, ketulusan dan semangat yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis sampai detik ini. Terima kasih sudah sabar menunggu sampai akhirnya anak bungsu bapak dan mamak sudah S.T.
9. Tete, Indut, Kakak, Ayuk, Mas Agus dan Kak Ando yang selalu siap siaga membantu penulis dalam hal apapun dan kapanpun bahkan jauh sebelum penulis menulis skripsi ini. Dari hati yang paling dalam penulis mengucapkan ribuan terima kasih atas doa, dukungan, motivasi dan pengertiannya kepada penulis. Keponakanku yang sudah ada 2, mamas EL dan mamas Abi yang menjadi motivasi penulis supaya segera menyelesaikan skripsi dan menjadi rich aunty.
10. Agita Amy Rizky S.T. , sipaling heboh, paling cerewet, paling ember sedunia tapi paling ku sayangg eaa. Terima kasih yo yuk kau yang terbaik!!! Bukan hanya sebagai partner skripsi tapi juga sebagai pendukung no. 1 kehaluan penulis. Banyak hal yang kita hadapi untuk sampai di titik ini. Semoga persahabatan kita selalu indah eaa. Sekarang ayo kito sukses barengg !!!.
11. HIMALIR, perkumpulan mahasiswa yang suka melipir hehehe tapi lebih tepatnya ini adalah paguyuban anak bungsu yaa. Sungguh luar biasa cara Allah mempertemukan kita yang anak intropret inii. Yuni Saputri, S.T. , Rachel Mega Jessica Putri, S.T. , Elistia Nursafitri, S.T. nama kalian akan abadi dihati penulis. 5,5 tahun di Tekkim sangat menyenangkan karena ada kalian, kartu ikan, monopoli, ular tangga, uno dan ludo.
12. Arisan Sosialita, circle yang tidak mencerminkan namanya hehe. Grup dengan anggota yang memiliki kepribadian yang berbeda-beda tapi tetap satu tujuan "Jalan-Jalan". Yuni ,Gita, Rachel, Teh Elis, Ghea, Yoan, Titin yang sudah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Kalian luar biasaaa.

13. Cocoro Connect aka Real kopi pahit, sahabat penulis sedari SMA yang masih one call away sampai sekarang. Dia, Tama, Rachman, Mila dan Fadel yang sudah setia mendengarkan curhatan tengah malam penulis di kopi pahit fm.
14. Adik Tina, my roommate yang selalu pengertian, sabar dan ikhlas dalam membantu penulis mewujudkan gelar S.T.
15. Meris Chinguyaa dan Jelinnie, partner healing yang selalu memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan tulisan ini dan segera healing part ke-sekian.
16. Teman-teman angkatan 2018 Teknik Kimia yang pada kesempatan ini ingin penulis sebutkan satu persatu secara singkat (berdasarkan NPM supaya adil). Mulai dari Ekaa, Nitha, Rachel, Yoan, Agita, Eva, Della, Azizah, Rahma, Cantika, Titin, Ulin, Ghea, Pito, Rimed, Erisha, Amirul, Teh Anggi, Raka, Ipeh, Ijan, Teh Elis, Mian, Kiwul, Ardel, Bela, Zia, Vale, Mail, Cece, Faza, Azzam, Devi, Jihan, Pakle, Yuni, Kiyao, Uli, Enda, Jajang, Verna, Irsa, Risti, Kristin, Deli, Salma, Alya, Thalya, Andi, Ike, Shilla. *See u on Top guys!*
17. Semua pihak yang terlibat dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
18. Terakhir dan yang paling berjasa, Diriku sedniri. Terima kasih sudah bertahan dan selalu melakukan yang terbaik dari yang bisa dilakukan. Alhamdulillah, Allah maha baik, diberinya selalu kesempatan pada diriku ini agar senantiasa belajar dari kesalahan. *Proud of my self. Good job Okta !!!*

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kalian dengan yang lebih baik dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Bandar Lampung, Desember 2023  
Penulis,

Sri Oktapia



## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2    Kegunaan Polivinil Alkohol .....	2
1.3    Ketersediaan Bahan Baku.....	2
1.4    Analisa Pasar .....	3
1.6    Penetapan Kapasitas Perancangan.....	9
1.7.1    Segi teknis.....	10
1.7.2    Segi ekonomi .....	11
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES</b> .....	<b>13</b>
2.1    Prancangan Proses .....	13
2.1.1    Proses Pembuatan .....	13
2.1.2    Tinjauan Thermodinamika .....	15
2.2    Tinjauan Ekonomi .....	18
1.    Tinjauan Ekonomi Proses Alkoholisis.....	19
2.3    Pemilihan Proses .....	20
2.4    Uraian Singkat Proses Pembuatan Polivinil Alkohol.....	21
2.4.1    Persiapan Bahan Baku .....	21

2.4.2	Tahap Reaksi Dalam Reaktor .....	21
2.4.3	Pemurnian Hasil.....	22
<b>BAB III</b>	<b>SPESIFIKASI BAHAN .....</b>	<b>23</b>
3.1	Bahan Baku .....	23
1.	Polyvinyl Acetate.....	23
2.	Methanol .....	23
3.2	Bahan Penunjang .....	24
1.	Natrium Hidroksida .....	24
2.	Asam Nitrat.....	24
3.3	Produk.....	25
1.	Polyvinyl Alcohol.....	25
2.	Metil Asetat.....	25
<b>BAB IV</b>	<b>NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI .....</b>	<b>26</b>
4.1	Neraca Massa.....	26
1.	<i>Mixer Tank</i> (MT-101).....	27
3.	Reaktor (RE-201).....	27
4.	Reaktor (RE-202).....	28
5.	<i>Neutralizer</i> (NE-201).....	28
6.	<i>Centrifuge</i> (CC-201).....	29
7.	<i>Rotary Dryer</i> (RD-301) .....	29
8.	Menara Distilasi (MD-301) .....	30
9.	<i>Condenser</i> (CD-301).....	30
10.	<i>Reboiler</i> (RB-301) .....	30
4.2	Neraca Energi .....	31
1.	<i>Mixing Tank</i> (MT-101).....	31

2.	<i>Mixing Tank</i> (MT-102) .....	31
3.	<i>Heater</i> (HE-101) .....	31
4.	<i>Heater</i> (HE-102) .....	32
5.	Reaktor (RE-201).....	32
6.	Reaktor (RE-202).....	32
7.	<i>Heater</i> (HE-201) .....	33
8.	<i>Neutralizer</i> (NE-201).....	33
9.	<i>Centrifuge</i> (CC-301).....	33
10.	<i>Heater</i> (HE-301) .....	34
11.	Menara Distilasi (MD-301) .....	34
12.	<i>Cooler</i> (CO-301).....	34
13.	<i>Cooler</i> (CO-302).....	35
14.	<i>Heater Udara</i> (HE-301) .....	35
15.	<i>Rotary Dryer</i> (RD-301) .....	35
<b>BAB V SPESIFIKASI ALAT.....</b>		<b>36</b>
5.1.	Spesifikasi Peralatan Proses .....	36
1.	<i>Storage Tank</i> Metanol (ST-101).....	36
2.	<i>Storage Tank</i> HNO <sub>3</sub> (ST-102) .....	37
3.	<i>Storage Tank</i> Metil Asetat (ST-301) .....	37
4.	<i>Solid Storage Polyvinyl Acetate</i> (SS-101) .....	38
5.	<i>Solid Storage</i> NaOH (SS-102) .....	38
6.	<i>Solid Storage Polyvinyl Alcohol</i> (SS-301).....	39
7.	Reaktor (RE-201).....	39
8.	Reaktor (RE-202).....	40
9.	<i>Mixing Tank</i> (MT-101) .....	41

10.	<i>Mixing Tank</i> (MT-102) .....	42
11.	<i>Heater</i> (HE-101) .....	43
12.	<i>Heater</i> (HE-102) .....	43
13.	<i>Heater</i> (HE-201) .....	44
14.	<i>Neutralizer</i> (NE-201) .....	44
15.	<i>Centrifuge</i> (CC-301) .....	45
16.	<i>Hopper</i> (HP-101) .....	45
17.	<i>Distillation Column</i> (DC-301) .....	46
18.	<i>Condenser</i> (CD-301) .....	46
19.	<i>Accumulator</i> (AC-301) .....	47
20.	<i>Reboiler</i> (RB-301) .....	47
21.	<i>Screw Conveyor</i> (SC-101) .....	48
22.	<i>Screw Conveyor</i> (SC-102) .....	48
23.	<i>Screw Conveyor</i> (SC-301) .....	49
24.	<i>Screw Conveyor</i> (SC-302) .....	49
25.	<i>Screw Conveyor</i> (SC-303) .....	50
26.	<i>Rotary Dryer</i> (RD-301) .....	50
27.	<i>Pompa Proses</i> (PP-101) .....	51
28.	<i>Pompa Proses</i> (PP-102) .....	51
29.	<i>Pompa Proses</i> (PP-103) .....	52
30.	<i>Pompa Proses</i> (PP-104) .....	52
31.	<i>Pompa Proses</i> (PP-201) .....	53
32.	<i>Pompa Proses</i> (PP-202) .....	53
33.	<i>Pompa Proses</i> (PP-203) .....	54
34.	<i>Pompa Proses</i> (PP-301) .....	54
35.	<i>Pompa Proses</i> (PP-302) .....	55

36.	Pompa Proses (PP-303) .....	55
37.	<i>Bucket Elevator</i> (BE-101).....	56
38.	<i>Bucket Elevator</i> (BE-102).....	56
39.	<i>Bucket Elevator</i> (BE-301).....	57
40.	<i>Bucket Elevator</i> (BE-302).....	57
41.	<i>Bucket Elevator</i> (BE-303).....	58
42.	<i>Hammer Mills</i> (HM-301).....	59

## **BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH..... 60**

6.1	Unit Utilitas .....	60
1.	Unit Pengadaan Air.....	60
2.	Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	60
3.	Unit Pengadaan Tenaga Listrik.....	60
4.	Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	60
5.	Unit Pengolahan Limbah .....	60
6.	Unit Penyediaan Udara Tekan .....	61
6.2	Unit Penyediaan air .....	61
6.2.1	Air untuk Penyediaan Umum dan Sanitasi .....	61
6.2.2	Air pendingin .....	62
6.2.3	Air umpan <i>boiler</i> .....	65
6.2.4	Air untuk pemadam kebakaran ( <i>Hydrant Water</i> ) .....	67
6.3	Unit Penyediaan <i>Steam</i> .....	72
6.3.1	<i>Steam generation</i> .....	73
6.4	Unit Penyedia Listrik.....	73
6.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	74
6.6	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	74

6.7	Unit Pengolahan Limbah .....	78
6.7.1	Limbah Cair .....	78
6.7.2	Unit Pengolahan Limbah Padat .....	80
6.8	Laboratorium .....	80
<b>BAB VII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....</b>		<b>84</b>
7.1	Lokasi Pabrik .....	84
7.2	Tata Letak Pabrik.....	86
7.3	Estimasi Area Pabrik .....	90
7.4	Tata Letak Peralatan Proses.....	90
7.5	Lokasi Pendirian Pabrik .....	93
<b>BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN..</b>		<b>95</b>
7.1	Bentuk Perusahaan .....	95
8.1.1	Perusahaan Perseorangan.....	95
8.1.2	Perusahaan Firma.....	95
8.1.3	Perusahaan Komanditer .....	96
8.1.4	Perseroan Terbatas .....	96
8.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	97
8.3	Tugas dan Wewenang.....	100
8.3.1	Pemegang Saham.....	100
8.3.2	Dewan Komisaris.....	101
8.3.3	Dewan Direksi .....	101
8.3.4	Kepala Bagian.....	102
8.4	Status Karyawan Dan Sistem Penggajian.....	106
8.4.1	Karyawan Tetap.....	106

8.4.2	Karyawan Harian .....	107
8.4.3	Karyawan Borongan .....	107
8.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	107
8.5.1	Karyawan Reguler .....	107
8.5.2	Karyawan <i>Shift</i> .....	108
8.6	Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan.....	109
8.6.1	Penggolongan Jabatan.....	109
8.6.2	Perincian Jumlah Karyawan .....	111
8.6.3	Penggolongan dan Gaji .....	113
8.7	Kesejahteraan Karyawan .....	114
8.8	Cuti .....	114
8.9	Pakaian Kerja.....	114
8.10	Pengobatan .....	114
8.11	Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan (BPJS Kesehatan). 114	
8.12	Kesehatan dan Keselamatan Kerja .....	115
<b>BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI.....</b>		<b>117</b>
9.1	Investasi .....	117
1.	Total Capital Investment (TCI).....	117
2.	Total Production Cost (TPC) .....	119
9.2	Evaluasi Ekonomi.....	122
1.	<i>Return On Investment (ROI)</i> .....	122
2.	<i>Pay Out Time (POT)</i> .....	123
3.	<i>Break Even Point (BEP)</i> .....	123
4.	<i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	124
9.3	Angsuran Pinjaman .....	124

9.4	Discounted Cash Flow (DCF) .....	125
<b>BAB X KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>126</b>
10.1	Kesimpulan.....	126
10.2	Saran .....	126
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>127</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1</b> Harga Bahan Baku dan Produk.....	2
<b>Tabel 1. 2</b> Pabrik Kertas di Indonesia.....	3
<b>Tabel 1. 3</b> Pabrik Tekstil di Indonesia.....	4
<b>Tabel 1. 4</b> Data Impor Polivinil Alkohol di Indonesia .....	5
<b>Tabel 1. 5</b> Kebutuhan Polyvinyl Alcohol (PVOH) di beberapa Negara .....	7
<b>Tabel 1. 6</b> Kapasitas Pabrik yang sudah Ada.....	9
<b>Tabel 2. 1.</b> Harga $\Delta G^0$ dan $\Delta H^0$ pada suhu 298,15 K.....	15
<b>Tabel 2. 2.</b> Data Kapasitas Panas Komponen.....	15
<b>Tabel 2. 3.</b> Data Kapasitas Komponen .....	16
<b>Tabel 2. 4.</b> Nilai Gibbs free energy dan enthalpy reaksi pada proses pembuatan polyvinyl alcohol.....	18
<b>Tabel 2. 5.</b> Harga Bahan Baku Proses Alkoholisis.....	19
<b>Tabel 2. 6.</b> Pemilihan Proses.....	20
<b>Tabel 4. 1</b> Neraca Massa Mixer Tank (MT-101) .....	27
<b>Tabel 4. 2</b> Neraca Massa Reaktor (RE-201).....	27
<b>Tabel 4. 3</b> Neraca Massa Reaktor (RE-202).....	28
<b>Tabel 4. 4</b> Neraca Massa Neutralizer (NE-201) .....	28
<b>Tabel 4. 5</b> Neraca Massa Centrifuge (CC-201) .....	29
<b>Tabel 4. 6</b> Neraca Massa Rotary Dryer (RD-301).....	29
<b>Tabel 4. 7</b> Neraca Massa Menara Distilasi (MD-301) .....	30
<b>Tabel 4. 8</b> Neraca Massa Condenser (CD-301).....	30
<b>Tabel 4. 9</b> Neraca massa Reboiler (RB-301).....	30
<b>Tabel 4. 10</b> Neraca Energi Mixing Tank (MT-101) .....	31
<b>Tabel 4. 11</b> Neraca Energi Mixing Tank (MT-102).....	31
<b>Tabel 4. 12</b> Neraca Energi Heater (HE-101) .....	31
<b>Tabel 4. 13</b> Neraca Energi Heater (HE-102) .....	32
<b>Tabel 4. 14</b> Neraca Energi Reaktor (RE-201) .....	32
<b>Tabel 4. 15</b> Neraca Energi Reaktor (RE-201) .....	32

<b>Tabel 4. 16</b>	Neraca Energi Heater (HE-201).....	33
<b>Tabel 4. 17</b>	Neraca Energi Neutralizer (NE-201).....	33
<b>Tabel 4. 18</b>	Neraca Energi Centrifuge (CC-301).....	33
<b>Tabel 4. 19</b>	Neraca Energi Heater (HE-301).....	34
<b>Tabel 4. 20</b>	Neraca Panas Menara Distilasi (MD-301) .....	34
<b>Tabel 4. 21</b>	Neraca Energi Cooler (CO-301).....	34
<b>Tabel 4. 22</b>	Neraca Energi Cooler (CO-302).....	35
<b>Tabel 4. 23</b>	Neraca Energi Heater Udara (HE-301) .....	35
<b>Tabel 4. 24</b>	Neraca Energi Rotary Dryer (RD-301) .....	35
<b>Tabel 5.1 1</b>	Storage Tank Metanol (ST-101).....	36
<b>Tabel 5.1 2</b>	Spesifikasi Storage Tank HNO <sub>3</sub> (ST-102) .....	37
<b>Tabel 5.1 3</b>	Spesifikasi Storage Tank Metil Asetat (ST-301) .....	37
<b>Tabel 5.1 4</b>	Spesifikasi Solid Storage Polyvinyl Acetate (SS-101) .....	38
<b>Tabel 5.1 5</b>	Spesifikasi Solid Storage NaOH (SS-102).....	38
<b>Tabel 5.1 6</b>	Spesifikasi Solid Storage Polyvinyl Alcohol (SS-301).....	39
<b>Tabel 5.1 7</b>	Spesifikasi Reaktor (RE-201).....	39
<b>Tabel 5.1 8</b>	Spesifikasi Reaktor (RE-202).....	40
<b>Tabel 5.1 9</b>	Spesifikasi Mixing Tank (MT-101) .....	41
<b>Tabel 5.1 10</b>	Spesifikasi Mixing Tank (MT-102) .....	42
<b>Tabel 5.1 11</b>	Spesifikasi Heater (HE-101) .....	43
<b>Tabel 5.1 12</b>	Spesifikasi Heater (HE-102) .....	43
<b>Tabel 5.1 13</b>	Spesifikasi Heater (HE-201) .....	44
<b>Tabel 5.1 14</b>	Spesifikasi Neutralizer (NE-201) .....	44
<b>Tabel 5.1 15</b>	Spesifikasi Centrifuge (CC-301).....	45
<b>Tabel 5.1 16</b>	Spesifikasi Hopper (HP-101) .....	45
<b>Tabel 5.1 17</b>	Spesifikasi Distillation Column (DC-301).....	46
<b>Tabel 5.1 18</b>	Spesifikasi Condenser (CD-301).....	46
<b>Tabel 5.1 19</b>	Spesifikasi Accumulator (AC-301).....	47
<b>Tabel 5.1 20</b>	Spesifikasi Reboiler (RB-301) .....	47
<b>Tabel 5.1 21</b>	Spesifikasi Screw Conveyor (SC-101).....	48
<b>Tabel 5.1 22</b>	Spesifikasi Screw Conveyor (SC-102).....	48
<b>Tabel 5.1 23</b>	Spesifikasi Screw Conveyor (SC-301).....	49

<b>Tabel 5.1 24</b>	Spesifikasi Screw Conveyor (SC-302).....	49
<b>Tabel 5.1 25</b>	Spesifikasi Screw Conveyor (SC-303).....	50
<b>Tabel 5.1 26</b>	Spesifikasi Rotary Dryer (RD-301).....	50
<b>Tabel 5.1 27</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-101) .....	51
<b>Tabel 5.1 28</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-102) .....	51
<b>Tabel 5.1 29</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-103) .....	52
<b>Tabel 5.1 30</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-104) .....	52
<b>Tabel 5.1 31</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-201) .....	53
<b>Tabel 5.1 32</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-202) .....	53
<b>Tabel 5.1 33</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-203) .....	54
<b>Tabel 5.1 34</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-301) .....	54
<b>Tabel 5.1 35</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-302) .....	55
<b>Tabel 5.1 36</b>	Spesifikasi Pompa Proses (PP-303) .....	55
<b>Tabel 5.1 37</b>	Spesifikasi Bucket Elevator (BE-101) .....	56
<b>Tabel 5.1 38</b>	Spesifikasi Bucket Elevator (BE-102) .....	56
<b>Tabel 5.1 39</b>	Spesifikasi Bucket Elevator (BE-301) .....	57
<b>Tabel 5.1 40</b>	Spesifikasi Bucket Elevator (BE-302) .....	57
<b>Tabel 5.1 41</b>	Spesifikasi Bucket Elevator (BE-303) .....	58
<b>Tabel 5.1 42</b>	Spesifikasi Hammer Mills (HM-301).....	59
<b>Tabel 6. 1</b>	Kebutuhan Air Umum .....	62
<b>Tabel 6. 2</b>	Kebutuhan Air Pendingin .....	63
<b>Tabel 6. 3</b>	Persyaratan Kualitas Air Pendingin .....	63
<b>Tabel 6. 4</b>	Kebutuhan Air Pembangkit Steam .....	66
<b>Tabel 6. 5</b>	Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian .....	76
<b>Tabel 6. 6</b>	Pengendalian Variabel Utama Proses.....	77
<b>Tabel 7. 1</b>	Perincian Luas Area Pabrik Polyvinyl Alcohol (PVOH).....	90
<b>Tabel 8. 1</b>	Jadwal Kerja Masing-masing Regu.....	108
<b>Tabel 8. 2</b>	Perincian Tingkat Pendidikan .....	109
<b>Tabel 8. 3</b>	Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses .....	111
<b>Tabel 8. 4</b>	Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas .....	111
<b>Tabel 8. 5</b>	Perincian Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan.....	112
<b>Tabel 9. 1</b>	Fixed Capital Investment.....	118

<b>Tabel 9. 2</b> Manufacturing Cost.....	119
<b>Tabel 9. 3</b> General Expenses .....	120
<b>Tabel 9. 4</b> Biaya Administratif .....	120
<b>Tabel 9. 5</b> Minimum acceptable percent return on investment .....	122
<b>Tabel 9. 6</b> Acceptable payout time untuk tingkat resiko pabrik.....	123
<b>Tabel 9. 7</b> Hasil uji kelayakan ekonomi .....	125

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Grafik Kebutuhan polivinil alkohol di Indonesia .....	5
<b>Gambar 1. 2</b> Grafik Kebutuhan Polyvinyl Alcohol (PVOH) di Luar Negeri.....	7
<b>Gambar 6. 1</b> Diagram Cooling Water System.....	65
<b>Gambar 6. 2</b> Water tube boiler .....	73
<b>Gambar 6. 3</b> Blok Diagram Pengolahan Limbah Pabrik Polivynyl Alcohol (PVOH) .....	80
<b>Gambar 7. 1</b> Tata Letak Pabrik.....	89
<b>Gambar 7. 2</b> Tata Letak Peralatan Proses .....	92
<b>Gambar 7. 3</b> Peta Kabupaten Subang .....	93
<b>Gambar 7. 4</b> Area Pabrik di Kabupaten Subang.....	94
<b>Gambar 8. 1</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	99
<b>Gambar 9. 1</b> Grafik Analisa Ekonomi .....	124
<b>Gambar 9. 2</b> Kurva Cummulative Cash Flow .....	125

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Perkembangan teknologi di era globalisasi yang sangat pesat menyebabkan timbulnya peningkatan konsumsi dalam berbagai bidang, termasuk dalam sektor industri kimia. Dengan adanya perkembangan di industri kimia akan membantu dalam pemenuhan kebutuhan terhadap produk kimia yang dapat digunakan pada industri lainnya. Namun, hingga saat ini bahan baku yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri kimia masih di impor dari luar negeri. Besarnya angka impor dan laju ekspor di Indonesia yang masih rendah juga menjadi faktor penyebab turunnya devisa negara. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha untuk memenuhi kebutuhan produksi industri kimia dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor. Salah satu industri kimia yang dapat meningkatkan angka ekspor yaitu polivinil alkohol.

Polivinil alkohol (PVOH, PVA, atau PVAI) merupakan salah satu senyawa yang digolongkan ke dalam kelompok senyawa turunan asetilen dengan rumus molekul  $(C_2H_4O)_n$ . PVOH mempunyai sifat larut dalam air panas, gaya tembus gas rendah, keras, daya hambat yang tinggi bagi pelarut organik, serta bersifat kristalin (dapat memantulkan cahaya). Polivinil alkohol banyak digunakan sebagai bahan perekat (adesif), fiber, bahan pelapis kertas serta (Kirk and Othmer, 2006). Kegunaan dan manfaat tersebut menjadikan polivinil alkohol sebagai komoditas yang banyak dibutuhkan. Oleh sebab itu, pembangunan pabrik *polyvinyl alcohol* dapat dipertimbangkan mengingat potensinya yang besar pada skala nasional maupun internasional.

## 1.2 Kegunaan Polivinil Alkohol

Polivinil alkohol merupakan salah satu polimer serbaguna yang dapat digunakan dalam berbagai industri seperti pada industri kimia, tekstil, kertas, keramik hingga kosmetik (Kolapo and Olagoke, 2016). Aplikasi utamanya yaitu sebagai bahan tekstil dengan persentase 30%, perekat 25%, fiber 15 %, kertas 16%, pada pembuatan poli(vinil butiral) 10% dan lainnya 5% (Kirk and Othmer, 2006).

Beberapa kegunaan polivinil alkohol antara lain:

1. Sebagai *sizing agen* (pelapis benang) pada industri tekstil.
2. Digunakan dalam pembuatan kertas perekat.
3. Sebagai bahan baku dalam industri polimer seperti polivinil asetat, polivinil nitrat, polivinil formal dan polivinil butiral.
4. Merekatkan dan mempertebal bahan pada cat *latex*, *hairspray*, *shampoo*, dan lem.
5. Sebagai larutan yang digunakan pada industri plastik untuk *packaging*.

## 1.3 Ketersediaan Bahan Baku

**Table 1. 1** Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (\$/kg)
<b>Bahan Baku</b>	
Polivinil Asetat	0,7
Methanol	0,3
Katalis NaOH	0,2
HNO <sub>3</sub>	0,2
<b>Produk</b>	
Polivinil Alkohol	2,2
Metil Asetat	0,7

(Alibaba.com, 2022)

Polivinil asetat dan metanol merupakan bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan polivinil alkohol. Polivinil asetat masih perlu di impor dari

Jepang, sedangkan methanol dapat diperoleh dari PT Medco Methanol Bunyu, Kalimantan Timur. Bahan penunjang berupa natrium hidroksida diperoleh dari PT Petrokimia Gresik.

#### 1.4 Analisa Pasar

Polivinil alkohol (PVOH) merupakan salah satu bahan baku pada pembuatan kertas. Pabrik ini direncanakan berdiri terutama sebagai supplier pabrik kertas. Tercatat di Indonesia, terdapat 62 pabrik kertas. Pabrik polivinil alkohol (PVOH) yang akan didirikan ini bertujuan untuk memenuhi permintaan sebagian dalam negeri dan luar negeri. Polivinil alkohol merupakan salah satu bahan yang banyak diperlukan dalam industri sebagai senyawa antara maupun aditif dalam proses produksi berbagai produksi seperti protective colloid dalam proses emulsi polimerisasi serat, *sizing agent* pada industri tekstil, bahan perekat *plywood*, serta pelapis kertas.

**Table 1. 2** Beberapa Pabrik Kertas di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik
1	PT Paper Mill Noree Indonesia	Bekasi, Jawa barat
2	PT Pindo Deli Pulp and Paper Mills 1	Karawang, Jawa barat
3	Papyrus Sakti Paper Mill PT	Bandung, Jawa barat
4	PT Elite Paper Indonesia	Purwakarta, Jawa barat
5	PT Hyun Jin Indonesia (Paper Cup Factory)	Karawang, Jawa barat
6	PT Eco Paper Indonesia	Subang, Jawa barat
7	PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk	Sidoarjo, Jawa Timur
8	PT Gayabaru Paperindo	Malang, Jawa Timur
9	PT Kertas Basuki Rahmat Indonesia	Banyuwangi, Jawa Timur
10	PT Buana Mega Paper Mills	Pasuruan, Jawa Timur
11	Surabaya Agung Industry Pulp & Paper PT	Surabaya, Jawa Timur
12	PT Lontar Papyrus Pulp and Paper Industry	Jambi
13	PT Pabrik Kertas Noore Indonesia	Jakarta
14	April Fine Paper	Riau
15	PT Pabrik Kertas Indonesia	Jakarta



No	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik
17	Fiber Line, PT Oki Pulp & Paper Mill	OKI, Sumatera Selatan
18	Egg Tray Palembang PT Cendana Putera Lestari	Sumatera Selatan
19	Sako Indah Gemilang, Pt/Sig	Palembang, Sumatera Selatan
20	Whp Oki Pulp & Paper	OKI, Sumatera Selatan
21	OKI Mill	OKI, Sumatera Selatan
22	OKI Pulp Dryers PD1 dan PD2	OKI, Sumatera Selatan
23	OKI Paper Factory	OKI, Sumatera Selatan
24	Indah Sari Arts & Craft Store	Palembang, Sumatera Selatan
25	PT Tanjung Enim Lestari Pulp & Paper Mill Site	Muara Enim, Sumatera Selatan
26	PT Trisula Textile Industries	Cimahi, Jawa barat
27	Asia Pulp & Paper	Jakarta
28	PT Otani Premium Paper Industry	Banten
29	Japan Pulp & Paper Co. Ltd	Jakarta

**Table 1. 3** Beberapa Pabrik Tekstil di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik
1.	PT Sinar Continental Textile Industry	Cimahi, Jawa barat
2.	PT Grand Textile Industry	Bandung, Jawa Barat
3.	PT Textile One Indonesia (TOI)	Karawang, Jawa Barat
4.	PT Trisula Textile Industries	Cimahi, Jawa barat
5.	PT Elegant Textile Industry	Jakarta
6.	PT Century Textile Industry Tbk	Jakarta
7.	Indah Jaya Textile Industry	Tangerang, Banten
8.	PT Indo Taichen Textile Industry	Tangerang, Banten
9.	Lotus Indah Textile Industries	Surabaya, Jawa Timur
10.	PT Mermaid Garment Industry Indonesia	Mojokerto, Jawa Timur

## 1.5 Kapasitas Pabrik

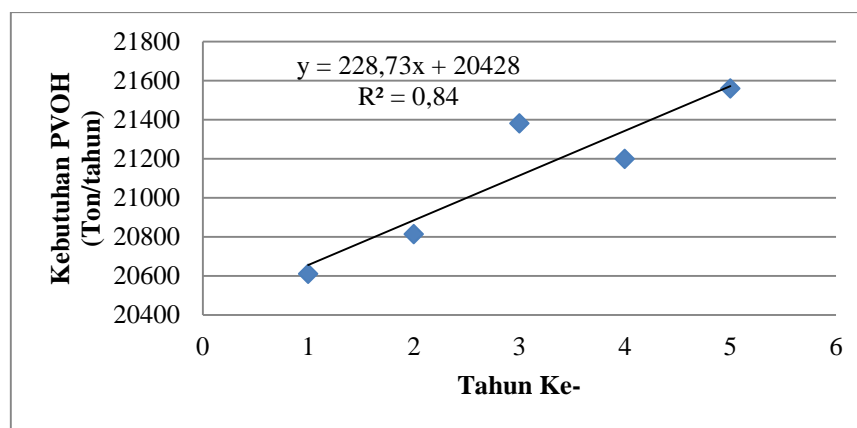
### 1.5.1 Data Impor

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), impor *poly(vinyl) alkohol in aqueous dispersions* di Indonesia dari tahun 2017-2021 dapat dilihat pada table 1.4.

**Tabel 1. 4** Data Impor Polivinil Alkohol di Indonesia

Tahun	Kebutuhan PVOH (Ton/tahun)
2017	20.610,812
2018	20.814,350
2019	21.382,632
2020	21.200,386
2021	21.561,426

Sumber: BPS *Online*, 2022

**Gambar 1. 1** Grafik Kebutuhan polivinil alkohol di Indonesia

Sumber: BPS, 2022

Berdasarkan Gambar 1.1. akan diperoleh kapasitas produksi kebutuhan *polyvinyl alcohol* (PVOH) di Indonesia di tahun yang akan datang dengan menggunakan persamaan garis lurus.

Pada sumbu x terdapat tahun ke-, yang artinya :

Tahun ke 1 = 2017

Tahun ke 2 = 2018

Tahun ke 3 = 2019

Dan seterusnya...

Sampai tahun 2027 yaitu tahun ke 11. Dari grafik pada Gambar 1.1. diprediksi kebutuhan *polyvinyl alcohol* (PVOH) dengan pendekatan regresi *linier* diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = 228,73x + 20428 \quad \dots\dots(1)$$

$$y = 228,73(11) + 20428$$

$$y = 22.944 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan persamaan (1) dapat diprediksi kebutuhan polyvinyl alcohol pada tahun 2027 sebesar 22.944 ton/tahun. Namun, dalam peraturan perundang-undangan RI Nomor 5 Tahun 1999 tentang larangan praktek monopoli dan persaingan tidak sehat dengan rahmat Tuhan yang Maha ESA, pada pasal 17 ayat 2 berbunyi “Pelaku usaha patut diduga atau dianggap melakukan penguasaan atas produksi dan atau pemasaran barang dan atau jasa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) apabila :

- a. Barang dan atau jasa yang bersangkutan belum ada substansinya; atau
- b. Mengakibatkan pelaku usaha lain tidak dapat masuk ke dalam persaingan usaha barang dan atau jasa yang sama; atau
- c. Satu pelaku usaha atau satu kelompok pelaku usaha menguasai lebih dari 50% (lima puluh persen) pangsa pasar satu jenis barang atau jasa tertentu.

Sehingga kebutuhan impor yang digunakan untuk menentukan kapasitas produksi ditetapkan 50% sebesar 11.472 ton/tahun.

### **1.5.2 Data Kebutuhan Polyvinyl Alcohol Luar Negeri**

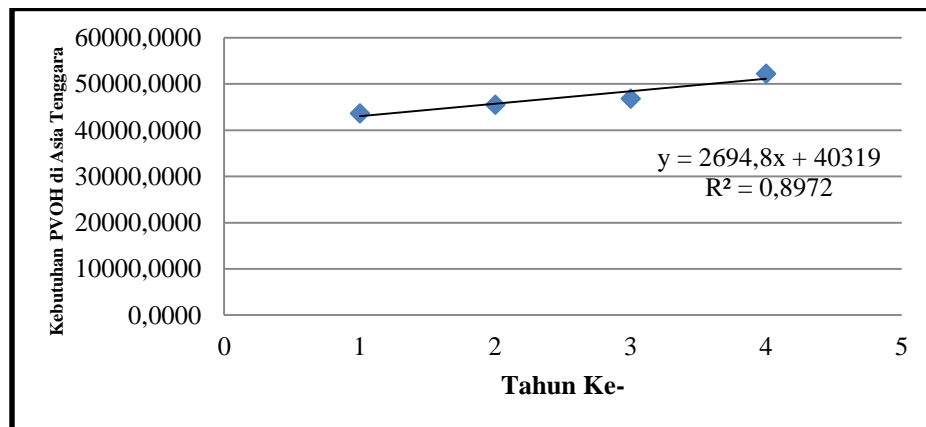
Selain itu Negara lain membutuhkan pasokan PVOH untuk kebutuhan industry negaranya. Seperti yang terlihat di table 1.3 kebutuhan PVOH di setiap Negara di ASEAN.

**Tabel 1. 5** Kebutuhan *Polyvinyl Alcohol* (PVOH) di beberapa Negara

No.	Negara	Kebutuhan PVOH (Ton/tahun)			
		2018	2019	2020	2021
1.	Malaysia	12040,900	12487,5	19.050,40	2084,99
2.	Thailand	11.121,60	11.728,50	9.605,14	12.426,80
3.	Vietnam	7.816,38	8.856,95	8.208,20	7.984,17
4.	Singapura	11138	10627,6	8349,84	26988,6
5.	Myanmar	381,495	369,325	189,934	241,525
6.	Philipina	1.174,88	1.292,77	1.320,29	2440,577
7.	Kamboja	6,246	27,976	22,6	7,655
8.	Laos	1,102	98,47	98,47	37,04
<b>Total</b>		<b>43.680,6030</b>	<b>45.489,0910</b>	<b>46.844,875</b>	<b>52.211,357</b>

Sumber : BPS, 2023

Dari data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2023) kebutuhan luar negeri *polyvinyl alcohol* (PVOH) dari tahun 2018-2021 mengalami peningkatan. Peningkatan ini dapat dilihat pada Gambar 1.2. dibawah ini :

**Gambar 1. 2** Grafik Kebutuhan *Polyvinyl Alcohol* (PVOH) di Luar Negeri

Berdasarkan Gambar 1.2 grafik kebutuhan *polyvinyl alcohol* (PVOH) luar negeri untuk mengetahui angka ekspor di tahun yang akan datang digunakan pendekatan regresi *linier* dan diperoleh persamaan :

$$y = 2694,8x + 40319 \quad \dots\dots(3)$$

Dimana ,  $y$  = Kebutuhan ekspor *polyvinyl alcohol* (PVOH)

$x$  = Tahun ke (10) = Tahun 2027

Maka,

$$y = 2694,8x + 40319$$

$$y = 2694,8 (10) + 40319$$

$$y = 67.267 \text{ Ton/tahun}$$

Dari persamaan (3) diprediksi kebutuhan *polyvinyl alcohol* (PVOH) di luar negeri pada tahun 2027 sebesar 67.267 Ton/tahun.

Berdasarkan dari kebutuhan impor dan ekspor *polyvinyl alcohol* (PVOH) di Indonesia diperoleh kapasitas produksi. Kapasitas produksi dapat dirumuskan sebagai berikut ;

$$KP = DI + KLN$$

Dimana, KP = Kapasitas Produksi (Ton/tahun)

DI = Data Impor *polyvinyl alcohol* (PVOH) (Ton/tahun)

KLN = Kebutuhan Luar Negeri (Ton/tahun)

Sehingga,

$$KP = 11.472 + 67.267$$

$$KP = 78.739 \text{ Ton/tahun}$$

Perkiraan kebutuhan dalam negeri dan luar negeri untuk kebutuhan *polyvinyl alcohol* (PVOH) pada tahun 2027 sebesar 78.739 Ton/tahun.

Berdasarkan Gambar 1.2 grafik kebutuhan *polyvinyl alcohol* (PVOH) luar negeri untuk mengetahui angka ekspor di tahun yang akan datang digunakan pendekatan regresi *linier* dan diperoleh persamaan :

$$y = 240567x + 142509 \quad \dots\dots(3)$$

Dimana , y = Kebutuhan ekspor *polyvinyl alcohol* (PVOH)

x = Tahun ke (10) = Tahun 2027

Maka,

$$y = 240567x + 142509$$

$$y = 240567 (10) + 142509$$

$$y = 2.263.161 \text{ Ton/tahun}$$

Dari persamaan (3) diprediksi kebutuhan *polyvinyl alcohol* (PVOH) di luar negeri pada tahun 2027 sebesar 2.263.161 Ton/tahun.

### 1.6 Penetapan Kapasitas Perancangan

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

**Table 1. 6** Kapasitas Pabrik yang telah ada

Nama Pabrik	Negara	Kapasitas (ribu ton/tahun)
Air product and chemicals, Inc	USA	90
Chang Chun	Taiwan	75
Chin-Shan Petrochemical	China	33
Du Pont	USA	68
Hoechst	Germany	50
Nippon Goshei	Japan	77
Shi-Shan Vinyon	China	45
Kuraray	Japan	194

(Alibaba, 2016)

Saat ini pabrik Polivinil Alkohol belum ada di Indonesia. Dalam pemilihan kapasitas prarancangan pabrik polivinil alkohol perlu memperhatikan prediksi kebutuhan polivinil alkohol di Indonesia dan luar negeri, ketersediaan bahan baku, serta kebutuhan polivinil alkohol di industri kimia. Berdasarkan dari kebutuhan impor *polyvinyl alcohol* (PVOH) di Indonesia diperoleh kapasitas produksi. Kapasitas produksi dapat dirumuskan sebagai berikut ;

$$KP = DI + KLN$$

$$KP = 11.472 + 67.267$$

$$KP = 78.739 \text{ Ton/tahun}$$

Berdasarkan pertimbangan diatas dan berbagai persaingan yang nantinya akan terus berkembang, maka kapasitas produksi polivinil alkohol tahun

2027 direncanakan sebesar 50% (merujuk pada UU. No. 5 Tahun 1999 pasal 25 tentang larangan praktek monopoli perdagangan) dari kapasitas produksi tahun 2027 yakni 39.369,5 ton/tahun  $\approx$  **30.000** ton/tahun. Sehingga dengan berdirinya pabrik polivinil alkohol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dapat:

1. Memenuhi kebutuhan polivinil alkohol dalam negeri dan meningkatkan pendapatan negara di sector industri.
2. Meningkatkan pertumbuhan industri kimia di Indonesia dalam rangka menghadapi era pasar global yang penuh persaingan.
3. Memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran serta meningkatkan perekonomian masyarakat.

## **1.7 Penentuan Lokasi Pabrik**

Lokasi pabrik sangat menentukan dalam kelangsungan berdirinya pabrik maupun dalam persaingan selanjutnya. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat dan ekonomis dipengaruhi oleh banyak faktor. Pabrik polivinil alkohol ini direncanakan didirikan di Subang, Jawa Barat. Adapun dasar pertimbangan pemilihan lokasi pendirian pabrik tersebut adalah:

### **1.7.1 Segi teknis**

#### **1. Penyediaan bahan baku**

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku harus diperhatikan. Methanol yang digunakan dalam pembuatan polivinil alkohol dapat diperoleh dari PT Medco pulau bunyu, bontang, Kalimantan timur sedangkan polivinil asetat dapat diperoleh melalui impor dari Techseen internasional Co.Ltd, Liaoning, Cina. Bahan baku didistribusikan melalui transportasi laut oleh karena itu Subang Jawa Barat di pilih karena dekat dengan pelabuhan. Bahan tanmabahn berupa katalis natrium hidroksida (NaOH) diperoleh dari PT. Asahimas Chemical di Cilegon Jawa Barat.

## **2. Utilitas**

Kebutuhan penyediaan utilitas dapat terpenuhi karena daerah Gresik merupakan kawasan industri yang dekat dengan sumber air yaitu sungai Cipunagara, Jawa Barat. Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT Pertamina dan PT Indogas Kriya Dwiguna, untuk kebutuhan akan listrik di dapat dari PT PLN (Perusahaan Listrik Negara).

## **3. Keadaan tanah**

Kondisi tanah di Subang masih luas dengan tanah datar yang sangat menguntungkan karena mengurangi biaya pembangunan awal. Selain itu, kabupaten Subang merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan dan penanggulangan dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik.

### **1.7.2 Segi ekonomi**

#### **1. Pemasaran**

Untuk pemasaran produk perlu diperhatikan letak pabrik dengan pasar yang membutuhkan produk gunakan menekan biaya pendistribusian ke lokasi pasar dan waktu pengiriman. Sebagian besar produk polivinil alkohol digunakan oleh industri tekstil, industri perekat/polimer, dan industri kertas. Industri-industri konsumen polivinil alkohol yang telah berdiri di Indonesia beberapa diantaranya terletak di Jawa Barat. Maka pabrik polivinil alkohol didirikan di Subang karena mengurangi biaya transportasi produk ke konsumen.

#### **2. Sarana transportasi**

Transportasi di Subang, Jawa Barat melalui darat dan laut cukup lancar sehingga mempermudah distribusi produk ke industri. Serta telah tersedia jalan raya yang memadai dan dekat dengan pelabuhan internasional Patimban. Hal ini akan memudahkan pemasokan bahan baku.



**3. Segi sosial**

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

## BAB II

### DESKRIPSI PROSES

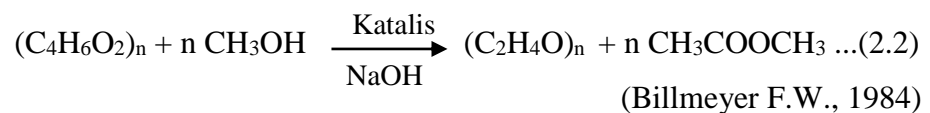
#### 2.1 Prancangan Proses

##### 2.1.1 Proses Pembuatan

Polivinil alkohol (PVOH) dihasilkan dari polivinil asetat dengan berbagai proses. Berikut merupakan proses yang biasa digunakan dalam pembuatan polivinil alkohol:

##### 1. Proses Alkoholisis

Proses alkoholisis atau disebut juga proses transesterifikasi merupakan proses penambahan sejumlah kecil asam atau basa untuk mengubah ester (Kirk and Othmer, 2006). PVOH dapat diperoleh dari reaksi alkoholisis antara PVAc dengan basa alkohol. Proses alkoholisis ditujukan pada reaksi dibawah ini



Dimana nilai n sebesar 2000 ( U.S.7439300 B2)

Reaksi alkoholisis merupakan proses dimana sejumlah kecil asam atau basa yang ditambahkan sebagai katalis untuk mempercepat reaksi pertukaran ester. Dalam industri pembuatan PVOH, digunakan methanol sebagai pelarut untuk alkoholisis PVAc. Methanol akan bertindak sebagai agen transfer rantai. Katalis yang dapat digunakan yaitu katalis alkali seperti natrium atau kalium hidroksida/ metoksida/ etoksida, kalsium hidroksida dan natrium karbonat serta katalis asam seperti asam sulfat atau klorida.

Terdapat dua jenis proses alkoholisis berdasarkan katalis yang digunakan, yaitu:

### **1. Katalis Basa**

Pada proses alkoholisis pada umumnya digunakan katalis basa seperti NaOH dan KOH. Proses ini biasanya dilakukan pada suhu antara 55°C hingga 70°C dan tekanan 1 atm. Dalam kondisi operasi tersebut, terjadi tiga tahap proses secara berturut-turut. Tahap pertama larutan mulai homogen, kemudian konsentrasi polivinil asetat dalam methanol akan menurun. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan gugus asetat yang diubah menjadi gugus hidroksil. Polimer akan mengendap sebagian seperti gel ketika proses alkoholisis mencapai 40-50% dari jumlah ester. Jika gel ini dibiarkan, maka proses alkoholisis akan terus berjalan dan menghasilkan produk dengan bentuk yang tidak beraturan. Namun jika gel tersebut bekerja secara mekanik (agitasi), maka polimernya akan terurai menjadi padatan halus yang tidak larut dalam alkohol. Reaksi ini memiliki konversi antara 93-99% dengan produk yang dihasilkan yaitu polivinil alkohol pada fase padat dan metil asetat pada fase cair.

(US Patent 20190023825)

### **2. Katalis Asam**

Proses alkoholisis dengan katalis asam dapat menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan HCL. Bahan baku yang digunakan yaitu polivinil asetat dan methanol sebagai pelarut. Kondisi operasi pada proses ini yaitu pada suhu 90-100°C dan tekanan 1-5 atm. Selama proses berjalan, pada tahap kedua polivinil dapat terpisah dari campuran. Selanjutnya metil asetat yang terbentuk akan dihilangkan saat reaksi berakhir. Asam perklorat dinetralkan dengan menambahkan natrium hidroksida, ketika polivinil alkohol mengandung 7-23% sisa gugus asetil. Reaksi dengan katalis asam memiliki konversi sekitar 30-60%. Proses dengan katalis asam untuk menghidrolisis sebagian PVA menjadi PVOH menyebabkan distribusi gugus asetat yang lebih acak dan juga proses

ini lebih lambat dari pada menggunakan katalis basa, sehingga jarang digunakan untuk skala industri.

(US Patent 2950271)

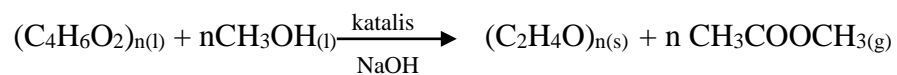
## 2.1.2 Tinjauan Thermodinamika

### 1. Menentukan Panas Reaksi ( $\Delta H$ ) dan *Gibbs Free Energy*

Berikut ini adalah perbandingan antara energy bebas Gibbs dan enthalpy reaksi dari kedua proses pembuatan *polyvinyl alcohol*.

- **Proses Alkoholis/Transterefikasi**

Reaksi dari pembentukan *polyvinyl alcohol* dengan proses hidrolisis adalah sebagai berikut :



**Tabel 2. 1.** Harga  $\Delta G^0$  dan  $\Delta H^0$  pada suhu 298,15 K

Komponen	$\Delta G_f^0$ (kJ/mol)	$\Delta H_f^0$ (kJ/mol)
PVAc ((C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> ) <sub>(l)</sub>	-227,9	-314,9
Methanol (CH <sub>3</sub> OH) <sub>(l)</sub>	-162,32	-200,94
PVOH ((C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O) <sub>n</sub> ) <sub>(s)</sub>	-190,9	-329,3
Metil Asetat (CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub> ) <sub>(l)</sub>	-324,2	-411,900

Sumber : Aspen Hysys

**Tabel 2. 2.** Data Kapasitas Panas Komponen

Komponen	A	B	C	D
PVAc ((C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> ) <sub>(l)</sub>	63,91	0,7066	-0,0023	3,1788E-06
Methanol (CH <sub>3</sub> OH) <sub>(l)</sub>	40,1520	0,3105	-0,0010	1,4596E-06

Sumber : Yaws, 1999

**Tabel 2. 3.** Data Kapasitas Komponen

Komponen	C1	C2	C3	C4	C5
Metil Asetat (CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub> ) <sub>(g)</sub>	55.500	178.200	1.260	85.300	562

Sumber : Perry, 2008

Dimana :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 \quad \dots(2.3)$$

(Yaws, 1999)

$$Cp^0 = C_1 + C_2 \left[ \frac{C_3/T}{\sinh(C_3/T)} \right]^2 + C_4 \left[ \frac{C_5/T}{\cosh(C_5/T)} \right]^2 \quad \dots(2.4)$$

(Perry, 2008)

Kapasitas panas PVOH ((C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)<sub>n</sub>) = 1,67 kJ/kg K (Kirk Othmer, 1997).Pembuatan *polyvinyl alcohol* dengan proses hidrolisis dioperasikan pada suhu 60°C atau 333,15 K

- Menghitung nilai entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) 25°C atau 298,15 K

$$\begin{aligned} \Delta H^0_{298} &= \Delta H^0_0 = \Delta H^0_{0 \text{ produk}} - \Delta H^0_{0 \text{ reaktan}} && \text{(Smith, 2009)} \\ &= ((-329,3) + (2000 \cdot (-411,9))) - ((-314,9) + (2000 \cdot (-200,94))) \\ &= -420.214,4000 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

- Menghitung nilai *Gibbs free energy* ( $\Delta G^0$ ) pada suhu 25°C atau 298,15 K

$$\begin{aligned} \Delta G^0_{298} &= \Delta G^0_0 = \Delta G^0_{0 \text{ produk}} - \Delta G^0_{0 \text{ reaktan}} && \text{(Smith, 2009)} \\ &= ((-190,9) + (2000 \cdot (-324,2))) - ((-227,9) + (2000 \cdot (-162,32))) \\ &= -315.823,0000 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

- Menghitung entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) pada suhu operasi 45°C atau 318,15 K

Untuk menghitung ( $\Delta H$ ) pada suhu tertentu menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta H^0 = \Delta H^0_0 + \Delta Cp^0 (T - T_0) \quad \text{(Smith, 2001)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \Delta Cp^0 &= \sum_i v_i Cp_i && \text{(Smith, 2001)} \\ &= \sum_{\text{produk}} v_{\text{produk}} Cp_{\text{produk}} - \sum_{\text{reaktan}} v_{\text{reaktan}} Cp_{\text{reaktan}} \end{aligned}$$

$$Cp \text{ PVOH} = 1,67 \text{ kJ/kg K}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,67 \text{ kJ/kg K} \times (333,15 - 298,15) \text{ K} \\
 &= 58,4500 \text{ kJ/kg} \\
 &= 58,4500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \times 88.1000 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \\
 &= 5.149.445,0000 \text{ kJ/kmol}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung nilai Cp digunakan persamaan 2.3., didapat :

Komponen	(Cp <sup>o</sup> ) <sub>H</sub>
PVAc ((C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> )	163,4297
Methanol (CH <sub>3</sub> OH)	83,3332
Metil Asetat (CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub> )	91,8898

$$\begin{aligned}
 \Delta C_p &= \sum_i v_i C_{p_i} \\
 &= ((1 \times 5.149.445,0000) + (2000 \times 91,8898)) - \\
 &\quad ((1 \times 163,4297) + (2000 \times 83,3332)) \\
 &= 5.166.394,8655 \text{ kJ/kmol K} \\
 &= 5.166,3949 \text{ kJ/mol K}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H^o &= \Delta H_0^o + \Delta C_p (T - T_0) && \text{(Smith, 2001)} \\
 &= -420.214,4000 + 5.166,3949 \times (333,15 - 298,15) \\
 &= -239.390,5797 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Diperoleh nilai  $\Delta H^o$  pada proses alkoholis/transterifikasi sebesar - 239.390,5797 kJ/mol

- Menghitung nilai *Gibbs free energy* ( $\Delta G^0$ ) pada suhu 60°C atau 333,15 K

Untuk menghitung nilai *Gibbs free energy* ( $\Delta G^0$ ) digunakan persamaan :

$$\Delta G^o = \Delta H^o - T \Delta S^o \quad \text{(Smith, 2001)}$$

Dimana :

$\Delta H^o$  : entalpi reaksi pada suhu operasi

T : Suhu

$\Delta S$  : entropi

$$d\Delta S^{\circ} = \Delta C_p^{\circ} \frac{dT}{T} \quad (\text{Smith, 2001})$$

$$\Delta S^{\circ} = \Delta S_0^{\circ} + \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p^{\circ} dT}{T} \quad (\text{Smith, 2001})$$

$$\Delta S^{\circ} = \Delta S_0^{\circ} + \Delta C_p \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Delta S_0^{\circ} = \frac{\Delta H_0^{\circ} - \Delta G_0^{\circ}}{T_0} \quad (\text{Smith, 2001})$$

$$\Delta S_0^{\circ} = \frac{-420.214,4 - (-315.823)}{298,15}$$

$$= -350,1305 \text{ kJ/mol K}$$

$$\Delta C_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 5.166,3949 \ln \frac{333,15}{298,15}$$

$$= 335,4347 \text{ kJ/mol K}$$

$$\text{Jadi, } \Delta S^{\circ} = -350,1305 + 335,4347$$

$$= -14,6958 \text{ kJ/kmol K}$$

Sehingga,

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ}$$

$$= -239.390,5797 \text{ kJ/mol} - (333,15 \text{ K} \times (-14,6958) \text{ kJ/mol K})$$

$$= -234.715,1092 \text{ kJ/mol}$$

Diperoleh nilai  $\Delta G^{\circ}$  pada proses alkoholis sebesar -234.715,1092 kJ/mol

**Tabel 2. 4.** Nilai *Gibbs free energy* dan *enthalpy* reaksi pada proses pembuatan *polyvinyl alcohol*

Jenis Proses	$\Delta H$ suhu standar (kJ/mol)	$\Delta G$ suhu standar (kJ/mol)	$\Delta H$ suhu operasi (kJ/mol)	$\Delta G$ pada suhu operasi (kJ/mol)
Alkoholis	-420.214,4	-315.823	-239.390,58	-234.715,11

## 2.2 Tinjauan Ekonomi

Tinjauan ekonomi potensial (EP) dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$EP = \text{harga produk} - \text{harga bahan baku}$$

## 1. Tinjauan Ekonomi Proses Alkoholisis

**Tabel 2. 5.** Harga Bahan Baku Proses Alkoholisis

Bahan	\$/Kg
<b>Bahan Baku</b>	
$(\text{CH}_2\text{CHCOOCH}_3)_n$	0,7
$\text{CH}_3\text{OH}$	0,3
$\text{H}_2\text{SO}_4$	0,6
$\text{NaOH}$	0,2
$\text{HNO}_3$	0,7
<b>Produk</b>	
$(\text{CH}_2\text{CHOH})_n$	2,6
PVAc Emulsi	0,7
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	0,7

(Alibaba.com, 2023)

Produk katalis basa :

Polivinil alkohol = 30.000.000 kg/tahun  
 = Rp1.200.810.000.000,00 /tahun

Metil Asetat = 48.156.166,06 kg/tahun  
 = Rp518.954.923.567,98 /tahun

Produk katalis asam :

Polivinil alkohol = 21.666.666,67 kg/tahun  
 = Rp 867.251.666.666,67 /tahun

Metil Asetat = 34.779.453,27 kg/tahun  
 = Rp 374.800.778.132,43 /tahun

Reaktan :

Polivinil asetat = 68.245.655,42 kg/tahun  
 = Rp735.449.305.599,10 /tahun

Metanol = 51.107.941,85 kg/tahun  
 = Rp236.042.029.453,40 /tahun

NaOH = 387.759,41 kg/tahun



= Rp1.193.911.210,39 /tahun

Profit katalis basa = Rp747.079.677.305,08 /tahun

Profit katalis asam = Rp266.979.376.115,42 /tahun

### 2.3 Pemilihan Proses

**Tabel 2. 6.** Pemilihan Proses Pembuatan PVA

No	Pertimbangan	Proses Alkoholisis	
		Katalis Basa	Katalis Asam
1	Bahan baku	Polivinil asetat dan Metanol	Polivinil asetat dan Metanol
2	Fasa	Cair-Cair	Cair-Cair
3	Suhu	55-70 °C	90-100 °C
4	Tekanan	1 atm	1 atm
5	Katalis	NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan HCl
6	Entalpi reaksi pada T (Kj/mol)		-298.009,0091
7	<i>Gibbs free energy</i> pada T (Kj/jam)		-110.588,7870
6	Konversi	90%	30-65%
7	Tinjauan Ekonomi	Rp747.079.677.305,08	Rp266.979.376.115,42

Berdasarkan tinjauan diatas, dipilih proses alkoholisis dengan katalis basa dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Produk polivinil alkohol yang dihasilkan memiliki konversi sebesar 90%.
2. Menggunakan katalis basa dikarenakan proses yang berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan katalis asam.
3. Menurut Kirk Othmer 1997, hampir semua industri polivinil alkohol menggunakan proses alkoholisis dengan katalis basa.
4. Katalis yang digunakan adalah basa, karena proses yang berlangsung jauh lebih cepat menggunakan katalis basa dibandingkan katalis asam (L. Minks, 1941).

## 2.4 Uraian Singkat Proses Pembuatan Polivinil Alkohol

Reaksi antara polivinil asetat dengan methanol dilaksanakan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada tekanan atmosferik dan suhu 60°C. Secara garis besar proses pembuatan polivinil alkohol dari polivinil asetat dan methanol dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

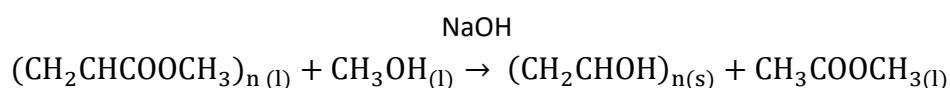
1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi di dalam reaktor
3. Tahap pemurnian produk

### 2.4.1 Persiapan Bahan Baku

Polivinil asetat (suhu 28°C dan tekanan 1 atm) dari *Solid Storage* (SS-101) dan methanol 98% (28°C dan tekanan 1 atm) dari tangki (T-101) diumpankan ke *Mixing Tank* (MT-101) untuk melarutkan polivinil asetat dengan metanol. Selanjutnya keluaran (MT-101) dialirkan menuju *Heat Exchanger* (HE-101) untuk menaikkan suhu hingga 60°C sebelum dimasukkan ke reaktor. Selain itu, NaOH diumpankan ke *Mixing Tank* (MT-102) untuk dilarutkan menggunakan metanol sebelum masuk ke reaktor sebagai katalis.

### 2.4.2 Tahap Reaksi Dalam Reaktor

Pada proses pembentukan polivinil alkohol reaktor yang digunakan berupa reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaktor beroperasi pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu reaksi maka digunakan media air pendingin yang masuk pada suhu 30°C dan keluar pada suhu 45°C. Reaksi yang terjadi yaitu:



Pada proses ini dihasilkan produk atas berupa metil asetat dalam fasa liquid dan polivinil alkohol dalam bentuk *slurry* sebagai produk bawah.

### 2.4.3 Pemurnian Hasil

Produk bawah keluaran Reaktor (RE-202) dengan suhu 60°C kemudian dialirkan menuju *Neutralizer* (NE-301) untuk menetralkan katalis dengan penambahan asam sulfat. Keluaran *neutralizer* kemudian diumpankan ke *Continuous Centrifuge* (CC-301) untuk di pisahkan antara produk *polyvinyl alcohol* yang berbentuk *slurry* dengan komponen campurannya. Larutan yang keluar dari *Continuous Centrifuge* (CC-301) diumpankan ke Menara Distilasi (MD-301) untuk memisahkan metil asetat dengan PVAc, Metanol dan Air. Metil asetat kemudian di simpan di *storage tank* (ST-301) Sedangkan produk *polyvinyl alcohol* berbentuk padatan basah yang diperoleh dari (CF-301) di umpankan ke Rotary Dryer (RD-301) untuk dikeringkan dan dihilangkan kandungan air di dalamnya. Setelah dikeringkan, padatan kemudian diangkut menggunakan Bucket Elevator (BE-303) menuju tempat penyimpanan produk.

(US Patent 20190023825)

**BAB III**  
**SPEKIFIKASI BAHAN**

**3.1 Bahan Baku**

**1. Polyvinyl Acetate**

Rumus molekul	: $(C_4H_6O_2)_{2000}$
Berat molekul	: 172.180 Kg/Kmol
Fase	: Padat
Warna	: Putih
Massa jenis (25°C)	: 1190 g/m <sup>3</sup>
pH	: 4 – 6
Viskositas	: 7,00 cP
Titik leleh	: 60°C
Titik didih	: 112°C
Temperatur dekomposisi	: 150°C
Panas pembentukan ( $\Delta H_f$ )	: -75,5 kcal/mol
Panas polimerisasi	: -87,5 kJ/mol
Kemurnian	: 98%
Impuritis (air)	: 2%
<i>Solubility in methanol</i>	: 0,8182 g/g (Tanisha, 2017)

**2. Methanol**

Rumus molekul	: CH <sub>3</sub> OH
Berat molekul	: 32,04 Kg/Kmol
Titik didih	: 64,7°C
Titik lebur	: -97,68 °C

Tekanan kritis	: 0,0798 atm
Suhu kritis	: 239,35 °C
Massa jenis (30°C)	: 791,7 g/m <sup>3</sup>
Viskositas (25°C)	: 0,3276 cP
Panas pembentukan ( $\Delta H_f$ )	: -48,08 kcal/mol
Kemurnian	: 99,85%
Impuritas (air)	: 0,15%

### 3.2 Bahan Penunjang

#### 1. Natrium Hidroksida

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 39,997 Kg/Kmol
Massa jenis	: 2130 g/m <sup>3</sup>
Viskositas	: 4,0720 cP
Fase	: Cair
Warna	: Bening
Titik didih	: 1388°C
Titik lebur	: 318 °C
Konsentrasi	: 2 %
Air	: 98 %
<i>Solubility in methanol</i>	: 238 g/l (PubChem, 2021)

#### 2. Asam Nitrat

Rumus molekul	: HNO <sub>3</sub>
Berat molekul	: 63,013 kg/kmol
Titik didih	: 83°C
Titik lebur	: -41,6 °C
Massa jenis (30°C)	: 1512,9 g/m <sup>3</sup>
Viskositas (25°C)	: 0,746 mPa.s
Panas pembentukan ( $\Delta H_f$ )	: -135,1000 kj/kmol
Kemurnian	: 53 %

Impuritas (air) : 46 %

### 3.3 Produk

#### 1. Polyvinyl Alcohol

Rumus molekul :  $(C_2H_4O)_{2000}$   
 Berat molekul : 88.100 Kg/Kmol  
 Fase : Padat  
 Warna : Putih  
 Massa jenis :  $1300 \text{ g/m}^3$   
 Viskositas : 1,414 cP  
 Titik leleh :  $200 \text{ }^\circ\text{C}$   
 Titik didih :  $228 \text{ }^\circ\text{C}$   
*Glass transition temperature* :  $84,5 \text{ }^\circ\text{C}$   
 Kemurnian : 97%  
*Solubility in methanol* : 5%wt

#### 2. Metil Asetat

Rumus molekul :  $CH_3COOCH_3$   
 Fase : Cair  
 Titik didih :  $57,1 \text{ }^\circ\text{C}$   
 Titik leleh :  $-99^\circ\text{C}$   
 Suhu kritis :  $233,4 \text{ }^\circ\text{C}$   
 Tekanan kritis : 0,0469 atm  
 Berat molekul : 74,08 Kg/Kmol  
 Massa jenis :  $924 \text{ g/m}^3$   
 Viskositas : 0,38 cP  
 Panas pembentukan ( $\Delta H_f$ ) :  $-97,86 \text{ kcal/mol}$   
 Kemurnian : 99%

## **BAB X**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **10.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Polivinil Alkohol dari Polivinil Asetat dan Metanol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sesudah pajak adalah 25,245%.
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak adalah 2,5189 tahun
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,42 % dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 20 – 60 % kapasitas produksi. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,68 %, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena merugi.
4. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCF) sebesar 25,75%, lebih besar dari suku bunga bank sekarang sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik ini dari pada ke bank.

#### **10.2 Saran**

Pabrik Polivinil Alkohol dari Polivinil Asetat dan Metanol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses maupun ekonominya untuk memastikan kelayakan dalam pendiriannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2022, *Statistic Indonesia*, www.bps.go.id, Indonesia
- Brown.G.George., 1950, *Unit Operation 6<sup>ed</sup>*, Wiley&Sons, USA.
- Brownell.L.E. and Young.E.H, 1959, *Process Equipment Design 3<sup>ed</sup>*, John Wiley & Sons, New York.
- Coulson.J.M. and Ricardson.J.F, 1983, *Chemical Engineering vol 6*, Pergamon Press Inc, New York.
- Fogler.A.H.Scott, 1999, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- Geankoplis.Christie.J, 1993, *Transport Processes and unit Operation 3<sup>th ed</sup>*, Allyn & Bacon Inc, New Jersey.
- Kern.D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kirk, R.E and Othmer, D.F, 1997, *Encyclopedia of Chemical Technology, 4<sup>nd ed.</sup>*, vol. 17., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Levenspiel.O., 1972, *Chemical Reaction Engineering 2nd edition*, John Wiley and Sons Inc, New York.
- McCabe.W.L. and Smith.J.C, 1985, *Operasi Teknik Kimia*, Erlangga, Jakarta.
- Moss. D.R., 2004, *Pressure Vessel Design Manual: Illustrated Procedures for Solving Major Pressure Vessel Design Problem*, Elsevier Butterworth-Heinemann, USA.



- Thomas J. Markley., 1994, *Grafting Reactions of Vinyl Acetate onto Poly[(Vinyl Alcohol)-co-(Vinyl Acetate)]*. Leigh University. USA.
- Perry.R.H. and Green.D, 1997, *Perry's Chemical Engineer Handbook 7th ed*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peter.M.S. and Timmerhause.K.D, 1991, *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3<sup>ed</sup>*, McGraww-Hill Book Company, New York.
- Powell, S.T., 1954, "Water Conditioning for Industry", Mc Graw Hill Book Company, New York.
- R.K. Sinnott, 2005, *Chemical Engineering Design*, 4<sup>th</sup> Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann, USA.
- Smith.J.M. and Van Ness.H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 3<sup>ed</sup>*, McGraww-Hill Inc, New York.
- Silla, H., 2003, *Chemical Process Engineering Design and Economics*, Stevens Institute of Technology Hoboken, New Jersey.
- Treyball.R.E., 1983, *Mass Transfer Operation 3<sup>ed</sup>*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Ulrich.G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Wallas. S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, Butterworth Publishers, Stoneham USA.
- Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, Mc Graw Hill Book Co., New York
- US. Patent. 2.734.048 (1956)
- US. Patent. 2017/0260309 A1 (2017)