

**PRA RANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA
DARI MONOMER VINIL KLORIDA DENGAN
KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memenuhi Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Oleh:

Nama	: Vinna Diwika Putri	Nama	: Ardhi Hary Wijaya
NIM	: 20521157	NIM	: 20521172

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

2024

LEMBAR KEASLIAN PRA-RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Vinna Diwika Putri	Nama	: Ardhi Hary Wijaya
NIM	: 20521157	NIM	: 20521172

Yogyakarta, Juli 2024

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagai mestinya.

Tanda Tangan



10000
METERAI
TEMPEL
33CALX281159288

Vinna Diwika Putri

Tanda Tangan



10000
METERAI
TEMPEL
33CALX281159287

Ardhi Hary Wijaya

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA
DARI MONOMER VINIL KLORIDA DENGAN
KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK



Nama : Vinna Diwika Putri

NIM : 20521157

Oleh:

Nama : Ardhi Hary Wijaya

NIM : 20521172

Yogyakarta, 31 Juli 2024

Pembimbing

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA DENGAN KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Vinna Diwika Putri Nama : Ardhi Hary Wijaya
NIM : 20521157 NIM : 20521172

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 Agustus 2024

Tim Penguji

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T

Ketua

Dr. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

anggota I

Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc., Ph.D.

anggota II

24/08/2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph. D

NIK. 995200445

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji Syukur Alhamdulillah atas rahmat, hidayah dan inayah-nya dari Allah SWT, akhirnya kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “***PRA RANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN***” ini disusun sebagai penerapan dari Ilmu Teknik Kimia yang telah didapat dibangku kuliah, dan sebagai satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada kesempatan ini tidak lupa kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada berbagai pihak yang telah membantu terwujudnya Laporan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis dipersembahkan kepada:

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya, penulis diberi kesabaran dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan dorongan dan motivasi baik berupamateri maupun mental, serta tak lupa atas doanya yang tidak henti-hentinya diberikan kepada kami untuk dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo., M.T., IPU, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph. D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph. D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

6. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph. D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph. D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
8. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M. T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mendukung dengan sabar, memberikan semangat dan masukan kepada kami dalam penyusunan dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Angkatan 2020 yang banyak membantu dalam lancarnya Tugas Akhir kami ini, yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu. Semangat teman-teman perjuangan kita masih panjang.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini masih banyak kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya mahasiswa Teknik Kimia.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 30 Juli 2024

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Warrahmaatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmah, hidayah, dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan saya salah satu dari sekian banyak nikmat-Nya, yaitu dapat menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia FTI UII. Tugas akhir pra-rancangan pabrik ini saya dedikasikan teruntuk orang-orang terhebat, tercinta dan terkasih yang telah banyak memberikan perhatian yang tulus serta motivasi untuk penulis, terutama kepada:

Teristimewa dan terutama penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada kedua orang tua penulis yang tercinta Papa Yudi dan Mama Dewi terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis hingga saat ini. Terima kasih atas segala cinta, dukungan dan doa yang tiada henti-hentinya sehingga penulis bisa sampai dititik ini. Terima kasih telah memberi kepercayaan penuh kepada penulis untuk menelusuri jalan sesuai dengan keinginan penulis, sekali lagi terimakasih sudah menjadi orang tua yang hebat. Dan yang tersayang adik-adikku terima kasih sudah menjadi penyemangat bagi penulis untuk selalu mengupayakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, semoga kakak bisa menjadi panutan dan kebanggan untuk kalian.

Terkasih mas Naufal Shalahuddin yang menjadi salah satu penyemangat karena selalu menemani dan menjadi *support system* penulis pada hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan Tugas Akhir. Terima kasih telah mendengarkan keluh kesah penulis, berkontribusi dalam penulisan Tugas Akhir ini memberikan dukungan, semangat dan kasih sayang. Terimakasih telah menjadi bagian dalam perjalanan penyusunan penulis hingga Tugas Akhir ini selesai. Semoga Allah SWT selalu memberikan keberkahan dalam segala hal yang kita lalui.

Terima kasih Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M. T. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis. Terimakasih banyak atas segala bantuan, dukungan hingga motivasi yang telah ibu berikan. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan berkah kepada Bapak dan keluarga, serta memberikan kesehatan, kebahagiaan, dan kesuksesan yang berlimpah.

Terima kasih untuk partner Tugas Akhir saya, Ardhi Hary Wijaya yang sudah membersamai proses untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tentunya ada banyak kendala yang dihadapi namun alhamdulillah dapat teratasi dengan baik. Semoga segala ilmu yang didapat bermanfaat dalam menempuh perjalanan selanjutnya. Semoga segala hal dan mimpi yang diimpikan nantinya akan diijabah oleh Allah SWT.

Sahabat seperjuangan dari semester satu sampai detik ini Devy Damayanti, Aliyyah Indira Salmaa, Wena Kusuma, Maisya Huwaida Fathin dan Rana Dzakhirah yang memberikan segala sesuatu yang baik dalam kehidupan apapun, terima kasih selalu memberikan semangat sehingga membuat motivasi dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Teman terbaik Iman Alfian dan Zhafran Qashid yang selalu mengahabiskan waktu untuk membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir. Terima kasih sudah membantu, membimbing, menemani dan menyemangati hingga proses Tugas Akhir ini selesai.

Sahabat atau bisa dibilang saudara yang tak sedarah Hanin Ashila Faza dan Siti Salma Defni terima kasih selalu ada dalam keadaan apapun, terima kasih untuk suka dan duka yang diberikan, terima kasih selalu membersamai dan memberikan kebahagiaan disetiap waktu.

Seluruh teman-teman Teknik Kimia Angkatan 2020 serta pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang kerap kali saling membantu dan mendoakan kelancaran progress perkuliahan satu sama lain. Semoga kita semua menjadi orang yang sukses dan berguna bagi orang lain.

Dan yang terakhir, kepada diri saya sendiri. Vinna Diwika Putri. Terima kasih telah bertahan sejauh ini. Terima kasih tetap memilih berusaha, walau sering kali merasa putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil, namun terima kasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba. Terima kasih karena memutuskan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan Tugas Akhir ini dan telah menyelesaikannya sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri. Berbahagialah selalu dimanapun berada, Vinna. Apapun kurang lebihmu mari selalu merayakan diri sendiri.

Vinna Diwika Putri

Teknik Kimia UII 2020

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin Puji syukur panjatkan kepada Allah SWT, karena nikmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini sebagai tugas akhir dari perjuangan dalam menjalani masa kuliah dan sebagai awal yang baru bagi saya untuk menuju dunia yang baru akan saya hadapi.

Perjuangan yang saya lewati dan rasakan tidak luput dari orang-orang hebat yang menjadi penyemangat untuk dapat menyelesaikan setiap Langkah hingga mencapai titik akhir ini. Tiada hal yang paling indah dalam penulisan laporan ini kecuali lembar persembahan yang saya persembahkan untuk:

Kepada Ayah saya tersayang, Suwadi. Dan Ibuku tersayang, Arie Kurniasih. Ini adalah persembahan saya, sebagai ungkapan penghargaan yang tulus atas perjuangan, kasih sayang, bimbingan yang telah kalian berikan sehingga saya dapat menyelesaikan proses perkuliahan hingga akhir. Terima kasih telah selalu mensupport, mendoakan, dan memberikan semangat tiada hentinya hingga saya dapat menyelesaikan ini, sekali lagi terima kasih ayah dan ibuku tercinta.

Kepada Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, ST., MT. Terimakasih telah membimbing, memberikan arahan, dan memberikan dukungan tanpa henti selama melewati proses ini, kepribadian ibu yang baik, sabar dan ceria akan selalu saya ingat. Terima kasih Ibu yang telah memberikan kesabaran, kebijaksanaan yang luar biasa.

Vinna Diwika Putri, sebagai partner Tugas Akhir. Terima kasih atas kesabaran yang tiada henti dan semangat untuk menyelesaikan ini. Kita telah melewati dan menyelesaikan ini sampai akhir. Semoga kedepannya ilmu yang kita dapatkan akan bermanfaat bagi diri kita sendiri.

Kepada Adikku yaitu Arya Chandra Dinata yang selalu memberikan keceriaan Ketika saya pulang kerumah untuk melepas rasa capek dan memberikan semangat bagi saya serta mendukung selama proses Tugas akhir ini.

Kepada seseorang yang tidak bisa saya sebutkan Namanya yang telah menemani saya untuk melewati proses ini walaupun pada akhirnya kita tidak bisa Bersama tapi banyak hal yang kita lewati untuk saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih juga karna pernah menjadi bagian saya selama saya melewati semua proses yang jalani selama ini.

Kepada Teman-teman (uwu) yang saya tidak sebutkan satu persatu terima kasih karena telah menjadi teman yang menemani saya pada saat pertama kali merantau untuk melanjutkan perkuliahan ini.

Kepada teman dekatku (beban keluarga) Napis, Fani, Frea, Arya, Ipung, Mamat, Fajar, dan Fachril yang telah menemani dan memberikan semangat selama penulis melewati proses perkuliahan ini.

Kepada keluarga besar H. Jayadi Pragawa, yang selalu mensupport, memberikan dukungan ke saya selama saya berproses di titik ini hingga akhirnya saya bisa melewati ini semua atas berkat doa dan dukungannya.

Kepada teman-teman kost Pak Bingar 1 yang telah menemani saya selama saya tinggal di kost dan memberikan keceriaan pada setiap harinya.

Ardhi Hary Wijaya

Teknik Kimia UII 2020

DAFTAR ISI

PERANCANGAN PABRIK	i
LEMBAR KEASLIAN	i
PRA-RANCANGAN PABRIK	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN	xix
ABSTRAK	xxi
ABSTRACT	xxii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Tinjauan Pustaka	10
1.3.1 Polivinil Klorida (PVC)	10
1.3.2 Monomer Vinil Klorida (VCM).....	12
1.3.3 Polimerisasi.....	12
1.3.3.1 Polimerisasi Bulk	12
1.3.3.2 Polimerisasi Emulsi.....	13
1.3.3.3 Polimerisasi Suspensi.....	15
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	17
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	17
1.4.2 Tinjauan Kinetika.....	20
BAB II	22

PRANCANGAN PRODUK.....	22
2.1 Spesifikasi Produk.....	22
2.1.1 Polivinil Klorida.....	22
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung.....	22
2.2.1 Vinil Klorida.....	22
2.2.2 <i>Polyvinyl Alcohol</i>	23
2.2.3 <i>Dilauroyl Peroxide</i>	24
2.2.4 <i>Water</i>	24
2.3 Pengendalian Kualitas	25
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	25
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses	26
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk	27
BAB III.....	28
PERANCANGAN PROSES.....	28
3.1 Diagram Alir Proses	28
3.2 Uraian Proses	30
3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	31
3.2.2 Tahap Polimerisasi	31
3.2.3 Tahap Pemisahan.....	32
3.2.4 Tahap Pengeringan	32
3.2.5 Tahap Pemisahan.....	33
3.3 Spesifikasi Alat	33
3.3.1 Spesifikasi Reaktor.....	33
3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Alat Pendukung.....	35
1. <i>Centrifuge</i>	35
2. <i>Rotary Dryer</i>	36
3. <i>Cyclone</i>	36
4. <i>Mixer</i>	37
5. <i>Ball Mill</i>	38
6. <i>Vibrating Screen</i>	39

7.	<i>Belt Conveyor</i>	40
8.	<i>Belt Conveyor</i>	41
9.	<i>Belt Conveyor</i>	42
10.	<i>Belt Conveyor</i>	43
11.	<i>Belt Conveyor</i>	44
12.	<i>Belt Conveyor</i>	45
13.	<i>Belt Conveyor</i>	46
14.	<i>Belt Conveyor</i>	47
15.	<i>Bucket Elevator</i>	48
16.	<i>Bucket Elevator</i>	48
17.	<i>Bucket Elevator</i>	49
18.	<i>Bucket Elevator</i>	50
19.	<i>Bucket Elevator</i>	51
20.	<i>Bucket Elevator</i>	51
21.	<i>Bucket Elevator</i>	52
3.3.3	Spesifikasi Alat Transportasi Bahan	53
1.	Pompa (P-01)	53
2.	Pompa (P-02)	54
3.	Pompa (P-03)	56
3.3.4	Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Baku dan Produk.....	57
1.	Tangki Penyimpanan VCM.....	57
2.	Silo <i>Dilauroyl Peroxide</i>	58
3.	Silo <i>Polyvinyl Alcohol</i>	59
4.	Silo <i>Polyvinyl Chloride</i>	60
3.3.5	Spesifikasi Alat Penukar Panas.....	61
1.	Heater (HE-01).....	61
2.	Heater (HE-02).....	63
3.	Rotary Cooler (RC-01).....	63
3.4	Neraca Massa	65
3.5	Neraca Panas	66

BAB IV	68
PERANCANGAN PABRIK	68
4.1 Lokasi Pabrik	68
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	73
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses	77
4.4 Organisasi Perusahaan	80
BAB V	98
UTILITAS	98
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	101
5.1.1 Unit Penyediaan Air	101
5.1.2 Unit Pengolahan Air	104
5.1.3 Unit Pembangkit Listrik	109
5.1.4 Unit Penyedia Udara Tekan	112
5.1.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	113
5.1.6 Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan	113
5.1.7 Unit Penyedia Gas Inert	114
5.1.8 Spesifikasi Alat Utilitas	115
BAB VI	125
EKONOMI	125
6.1 Penaksiran Harga Alat	126
6.2 Dasar Perhitungan	132
6.3 Komponen Biaya	132
6.3.1 Modal (<i>Capital Investment</i>)	132
6.3.2 Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>)	134
6.3.3 Pengeluaran Umum (<i>General Expenses</i>)	137
6.4 Analisa Keuntungan	137
6.5 Analisa Kelayakan	138
6.6 Analisa Resiko Pabrik	142
BAB VII	144
PENUTUP	144

7.1	Kesimpulan	144
7.2	Saran.....	146
	DAFTAR PUSTAKA.....	147
	LAMPIRAN A.....	150
	PERANCANGAN REAKTOR	150
	LAMPIRAN B.....	159
	<i>PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PFD)</i>.....	159
	LAMPIRAN C.....	161
	KARTU KONSULTASI BIMBINGAN.....	161
	PRANCANGAN PABRIK.....	161

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Aplikasi Umum PVC (kaku dan Fleksibel).....	2
Tabel 1.2 Impor PVC	5
Tabel 1.2 Persen Pertumbuhan Impor PVC	6
Tabel 1.2 Persen pertumbuhan PVC	6
Tabel 1.2 Ekspor PVC.....	7
Tabel 1.2 Persen pertumbuhan ekspor	8
Tabel 1.2 Persen pertumbuhan PVC	8
Tabel 4.2 Luas Tanah & Bangunan Pabrik.....	74
Tabel 4.4 Jadwal Jam Kerja Karyawan Non-Shift	90
Tabel 4.4 Jadwal Jam Kerja Karyawan Shift	91
Tabel 4.4 Jadwal Kerja Setiap Kelompok	92
Tabel 4.4 Jadwal Kerja Setiap Kelompok	92
Tabel 4.4 Jumlah Kerja dan Sistem Penggajian	93
Tabel 5.1.3 Total Kebutuhan Listrik Alat Proses	109
Tabel 5.1.3 Total Kebutuhan Listrik Utilitas	110
Tabel 5.1.3 Total Kebutuhan Listrik.....	112
Tabel 5.1.8 Spesifikasi Pompa Utilitas	115
Tabel 5.1.8 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas	116
Tabel 5.1.8 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas	117
Tabel 5.1.8 Spesifikasi Bak Utilitas	118
Tabel 5.1.8 Spesifikasi Tangki Utilitas.....	119
Tabel 5.1.8 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas	120
Tabel 5.1.8 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas	121
Tabel 5.1.8 Spesifikasi klarifier	122
Tabel 5.1.8 Spesifikasi saringan utilitas	122
Tabel 5.1.8 Saringan pasir utilitas	122
Tabel 5.1.8 Spesifikasi <i>cooling tower</i> utilitas	123
Tabel 5.1.8 Spesifikasi <i>deaerator</i>	123

Tabel 5.1.8 Spesifikasi <i>blower cooling tower</i>	123
Tabel 5.1.8 Spesifikasi <i>Compressor</i>	124
Tabel 6.1 Indeks Harga Alat	126
Tabel 6.1 Harga Alat Proses	129
Tabel 6.1 Harga Alat Utilitas	130
Tabel 6.3 <i>Phycical Plant Cost</i>	133
Tabel 6.3 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	133
Tabel 6.3 <i>Fixed Capital Invesment (FCI)</i>	133
Tabel 6.3 <i>Working Capital Invesment (WCI)</i>	134
Tabel 6.3 <i>Direct Manufacturing cost (DMC)</i>	135
Tabel 6.3 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	135
Tabel 6.3 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	136
Tabel 6.3 <i>Total Manufacturing Cost</i>	136
Tabel 6.3 <i>General Expenses (GE)</i>	137
Tabel 6.5 <i>Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa)</i>	140
Tabel 6.5 <i>Annual Regulated Expenses (Ra)</i>	140
Tabel 6.5 <i>Annual Variable Value (Va)</i>	140
Tabel 6.5 <i>Annual Sales Value (Sa)</i>	141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Impor PVC	5
Gambar 1.2 Ekspor PVC.....	7
Gambar 3. Diagram Alir Kualitatif	28
Gambar 4. Diagram Alir Kuantitatif	29
Gambar 4.1 Lokasi Pabrik PVC.....	68
Gambar 4.2 <i>Layout</i> pabrik PVC.....	75
Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik PVC	84
Gambar 5.1 Diagram Alir Utilitas.....	99
Gambar 6.1 Grafik refresi linier.....	128
Gambar 6.6 Grafik evaluasi ekonomi	143

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	:	<i>Temperature</i> , °C
D	:	Diameter, m
H	:	Tinggi, m
P	:	Tekanan, psia
μ	:	Viskositas, cP
ρ	:	Densitas, kg/m ³
Q	:	Kebutuhan Kalor, Kj/Jam
A	:	Luas Penampang, m ²
V	:	Volume, m ³
t	:	Waktu, jam
M	:	Massa, Kg
Fv	:	Laju Volumetrik, m ³
R	:	Jari- jari, in
P	:	<i>Power motor</i> , Hp
Ts	:	Tebal <i>shell</i> , in
ΔP	:	<i>Pressure drop</i> , psia
ID	:	<i>Inside diameter</i> , in
OD	:	<i>Outside diameter</i> , in
Th	:	Tebal <i>head</i> , in
Re	:	Bilangan Reynold
F	:	<i>Allowable stress</i> , psia
icr	:	Jari-jari sudut dalam, in

L	:	Lebar pengaduk, m
N	:	Kecepatan putaran, rpm
UD	:	Koefisien perpindahan panas <i>overall</i> HE, Btu/jam ft ² °F
UC	:	Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft ² °F
P	:	Panjang, m
l	:	Lebar, m
x	:	Konversi, %
E	:	Efisiensi sambungan
K	:	Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² °F
k	:	Konstanta kinetika reaksi
R	:	Tatapan konstan gas
Fv	:	Laju alir, m ³ /jam
Sg	:	<i>Specific gravity</i>
LMTD	:	<i>Long Mean Temperature Different</i> , °F

ABSTRAK

Pabrik Polivinil Klorida (PVC) dari Monomer Vinil Klorida (VCM) dengan kapasitas 80.000 ton/tahun, direncanakan didirikan di Kota Cilegon, Provinsi Banten. Pabrik ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dengan jumlah pekerja sebanyak 152 orang. Polivinil Klorida (PVC) dibuat dengan mereaksikan Vinil Klorida (VCM) dengan bantuan *Dialuroyl Peroxide* sebagai inisiator dan *Polyvinyl Alcohol* sebagai *suspending agent*. Proses yang digunakan adalah polimerisasi suspensi yang terjadi dalam fase cair pada suhu 63°C dan tekanan 1 atm pada reaktor alir tangki berpengaduk. Bahan baku utama yang diperlukan yaitu Vinil Klorida (VCM) sebesar 11.505,8 kg/jam. Sedangkan jumlah bahan baku pembantu seperti *Dialuroyl Peroxide* sebesar 0,14% dari Monomer Vinil Klorida (VCM) dan *Polyvinyl Alcohol* sebesar 0,11% dari Monomer Vinil Klorida (VCM). Dapat diketahui keuntungan hasil analisa menunjukkan bahwa pabrik Polivinil Klorida (PVC) ini memiliki tingkat resiko rendah (*low risk*). Sebuah parameter kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan menunjukkan tingkat pengembalian investasi (ROI) sebesar 31,6% sebelum pajak dan 23,7% sesudah pajak, serta *pay out time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,4 tahun. Analisis kelayakan menunjukkan bahwa pabrik ini layak secara teknis dan ekonomis. Dengan mempertimbangkan peningkatan permintaan Polivinil Klorida (PVC) dalam negeri dan potensi pengurangan ketergantungan impor, pendirian pabrik Polivinil Klorida (PVC) dianggap dapat mengurangi ketergantungan impor dan dapat disimpulkan bahwa pabrik Polivinil Klorida (PVC) ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Polivinil Klorida (PVC), Polimerisasi Suspensi, Reaktor Alir Tangki Berpengaduk.

ABSTRACT

A Polyvinyl Chloride (PVC) factory from Vinyl Chloride Monomer (VCM) with a capacity of 80,000 tonnes/year is planned to be established in Cilegon City, Banten Province. This factory is planned to operate for 330 days a year with a total of 152 workers. Polyvinyl Chloride PVC is made by reacting Vinyl Chloride Monomer (VCM) with the help of Dialuroyl Peroxide as an initiator and Polyvinyl Alcohol as a suspending agent. The process used is suspension polymerization which occurs in the liquid phase at a temperature of 63oC and a pressure of 1 atm in a stirred tank flow reactor. The main raw material required is Vinyl Chloride Monomer (VCM) amounting to 11,505.8 kg/hour. Meanwhile, the amount of auxiliary raw materials such as Dialuroyl Peroxide is 0.14% of Vinyl Chloride Monomer (VCM) and Polyvinyl Alcohol is 0.11% of Vinyl Chloride Monomer (VCM). The advantages of the analysis results show that this Polyvinyl Chloride (PVC) factory has a low level of risk. A feasibility parameter for setting up a factory using economic analysis shows a rate of return on investment (ROI) of 31.6% before tax and 23.7% after tax, as well as a pay out time (POT) before tax of 2.4 years. Feasibility analysis shows that this plant is technically and economically feasible. By considering the increase in domestic demand for Polyvinyl Chloride (PVC) and the potential for reducing import dependence, the establishment of a Polyvinyl Chloride (PVC) factory is considered to reduce import dependence and it can be concluded that this Polyvinyl Chloride (PVC) factory is worthy of being established.

Keywords: Polyvinyl Chloride (PVC), Suspension Polymerization, Stirred Tank Flow Reactor.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polivinil Klorida atau biasa disebut PVC adalah produk yang berbahan dasar sumber daya alam bumi: garam dan gas atau minyak. Elektrolisis air garam menghasilkan klorin (selain soda kaustik dan hidrogen). Etilen dapat diperoleh dari nafta saat minyak disuling atau dari gas alam. Klorin dan etilen dapat digabungkan untuk membentuk Monomer Vinil Klorida. PVC dihasilkan dari polimerisasi vinil klorida.

Keberadaan Monomer Vinil Klorida dilaporkan oleh Liebig dan Regnault pada tahun 1835, namun kemampuan monomer ini untuk berpolimerisasi belum sepenuhnya diketahui pada saat itu. Pengaruh sinar matahari pada vinil klorida kemudian diselidiki oleh Baumann pada tahun 1878, ketika diamati bahwa sebagai hasilnya terbentuk zat putih yang keras

Kebutuhan bahan baku plastik di Indonesia dari tahun ke tahun dapat ditunjukkan dengan peningkatan yang cukup besar dan diperkirakan laju dari bahan baku akan terus meningkat. Hal ini dapat dilihat dari grafik data yang tiap tahunnya meningkat. Polivinil Klorida atau biasa disebut PVC merupakan polimer termoplastik yang menjadi bahan baku dalam pembuatan pipa atau alat bangunan dan lainnya yang berguna untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Sebagai bahan bangunan, PVC relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai.

PVC digunakan dalam berbagai macam aplikasi yang berbeda, mulai dari umur pendek hingga umur panjang. Sekitar 60% aplikasinya memiliki masa pakai lebih dari 40 tahun. Aplikasi dapat diklasifikasikan berdasarkan kategori-kategori. Sejauh ini, area pasar terbesar adalah konstruksi (>60%).

1.1 Aplikasi Umum PVC (kaku dan Fleksibel)

Konstruksi	Kusen jendela, pintu, penutup rol, pipa bertekanan minum, saluran pembuangan dan pipa drainase, talang air, kelongsong, membran atap, saluran kabel, lantai, penutup dinding, lapisan reservoir, pagar, lembaran bergelombang dan isolasi
Listrik	Tirai Keyboard, komputer, perkakas listrik, kabel listrik, kabel telekomunikasi, saluran, kotak sekering.
Otomotif	Dinding Trim interior, kulit dasbor, kain berlapis untuk pelapis kursi dan panel pintu, sistem wire harness, segel dan gasket jendela, film sandwich kaca depan, sealant untuk bagian bawah bodi mobil dan sambungan, insulasi suara, profil dekoratif dan pelindung, terpal.
Medis	Paket blister farmasi, kantong darah dan plasma, selang untuk dialisis, endotrakeal, dan makanan, perlengkapan infus, sarung tangan bedah dan pemeriksaan masker inhalasi, kantong untuk produk limbah (kantong kolostomi, dll).

Kemasan	<p>Kemasan makanan:</p> <p>PVC-U: kemasan melepuh/baki pajangan/kotak telur dengan thermoformed, anti rusak kemasan, botol air mineral/buah labu siam/minyak goreng.</p> <p>PVC-P: cling film dan stretch film untuk membungkus produk makanan (termasuk daging), segel/penutup tutup dan pelapis kaleng makanan/selang dan pipa untuk transportasi minuman.</p>
	<p>Kemasan non-makanan:</p> <p>Nampan, wadah, dan botol untuk kosmetik, obat-obatan, dan deterjen, botol penutup penyegelan tutup, pita perekat, film menyusut.</p>
Kenyamanan dan Olahraga	<p>Mainan, bola kaki, alat bantu apung, rompi pelampung, perahu rekreasi, selang taman, bangunan sementara, gagang perkakas berkebun berlapis, sarung tangan (taman), koper; kartu kredit dan debit, kartu pintar, kartu identitas.</p>
Pakaian	<p>Jas hujan, sol sepatu, boots, kulit imitasi, fashion item.</p>
Kantor	<p>Perlengkapan kantor, misalnya: map, pengikat cincin, sampul.</p>
Aneka ragam	<p>Belt konveyor, pelapis poliuretan (komponen PVC memberikan konsistensi yang tidak melorot), membran kedap air (untuk pondasi jalan dan terowongan), pagar kawat, pelapis</p>

	furnitur, tinta, lak dan perekat, katup dan perlengkapannya (industri kimia), sarung tangan sarung tangan, kain pelapis.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dengan semakin meningkatnya industry kimia di Indonesia, maka pendirian pabrik pvc ini dapat menjadi hal yang baik, dikarenakan kebutuhan akan pvc sebagai bahan baku dalam bidang manufaktur juga akan meningkat, selain itu harapannya dengan pendirian pabrik PVC ini dapat mengurangi angka import pvc dari luar negeri serta dapat memberikan lapangan pekerjaan bagi masyarakat indonesia, yang pastinya akan memberikan dampak positif dari bidang ekonomi maupun sosial.

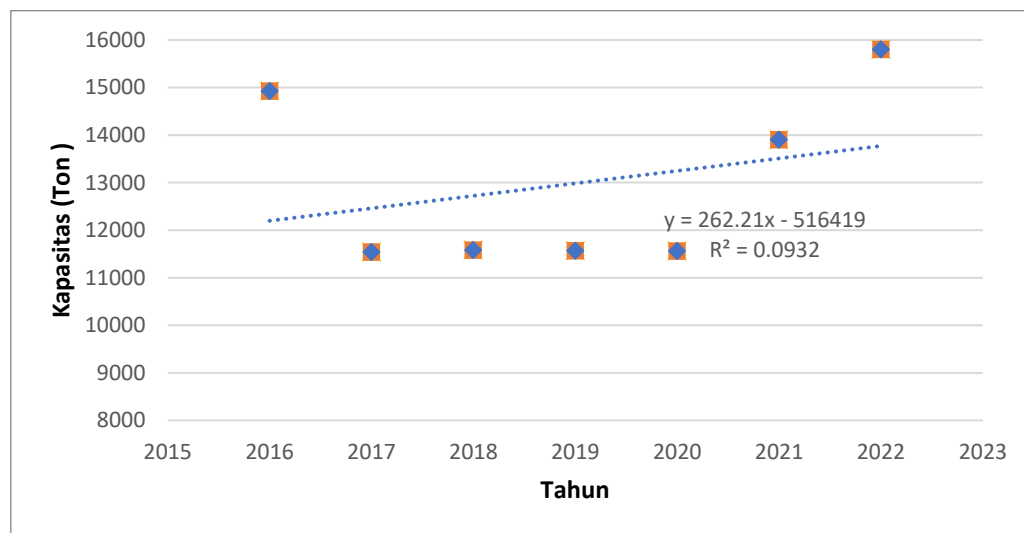
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Saat ini, produsen PVC Indonesia semakin mengembangkan kapasitas produksinya. Indonesia memiliki beberapa produsen PVC dengan kapasitas produksi terbesar, berikut perusahaan yang termasuk ialah PT. Asahimas Subentra Chemical, PT. Standard Toyo Polymer, PT. Eastern (Mitsubishi) Polymer, PT. Satomo Indovyl Polymer.

Tabel 1.2 Impor PVC

Tahun	Kapasitas Kg	Kapasitas Ton
2016	14.926.175	14.926,175
2017	11.543.858	11.543,858
2018	11.583.873	11.583,873
2019	11.568.633	11.568,633
2020	11.560.012	11.560,012
2021	13.907.809	13.907,809
2022	15.805.465	15.805,465

(sumber: BPS)



Gambar 1.2 Impor PVC

Dari grafik tersebut diperoleh nilai suatu persamaan regresi linear yang hampir mendekati 0, mengakibatkan pada nilai impor memerlukan perhitungan persen pertumbuhan.

Tabel 1.2 Persen Pertumbuhan Impor PVC

Import data			
Tahun	Kapasitas Kg	Kapasitas Ton	% Pertumbuhan
2016	14.926.175	14.926,175	
2017	11.543.858	11.543,858	-23%
2018	11.583.873	11.583,873	0,3%
2019	11.568.633	11.568,633	-0,1%
2020	11.560.012	11.560,012	-0,1%
2021	13.907.809	13.907,809	20%
2022	15.805.465	15.805,465	14%
Total			11%
rata-rata			2%

Dari hasil persen pertumbuhan didapati 2% untuk perhitungan impor hingga tahun 2028.

Tabel 1.2 Persen pertumbuhan PVC

Tahun	Kapasitas Kg	Kapasitas Ton
2023	16.106.675,59	16.106,67559
2024	16.413.626,46	16.413,62646
2025	16.726.427,01	16.726,42701
2026	16.106.675,59	16.106,67559
2027	16.106.675,59	16.106,67559
2028	16.106.675,59	16.106,67559

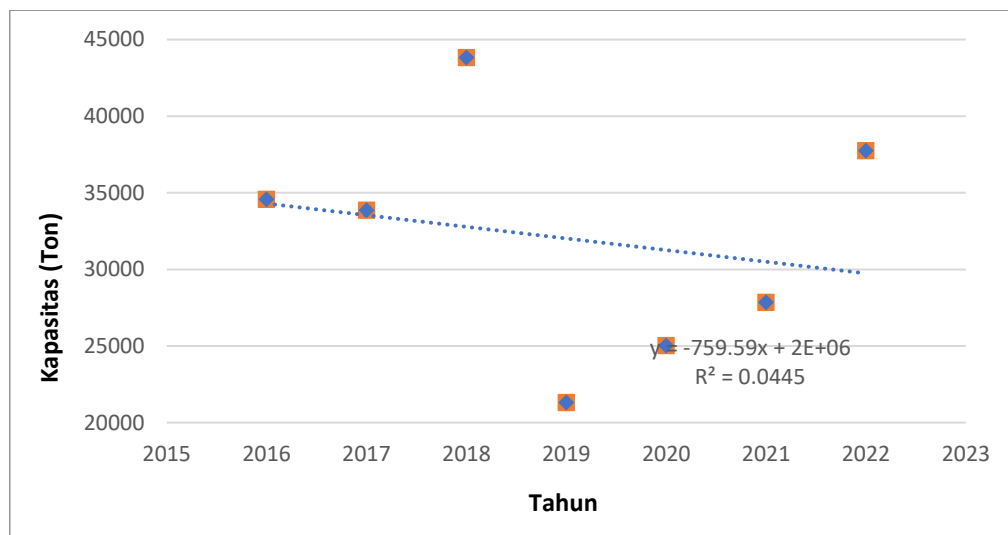
Berdasarkan data pada saat ini Indonesia mengkonsumsi PVC sebesar 1.400.000 TON/tahun. Pabrik Polivinil Klorida (PVC) direncanakan akan didirikan pada tahun 2028, dengan mempertimbangkan negara lain. Untuk data ekspor PVC sebagai berikut.

Tabel 1.2 Ekspor PVC

Tahun	Kapasitas Kg	Kapasitas TON
2016	34.563.548	34.563,548
2017	33.849.301	33.849,301
2018	43.807.622	43.807,622
2019	21.292.402	21.292,402
2020	25.028.101	25.028,201
2021	27.838.991	27.838,991
2022	37.740.793	37.740,793

(Sumber: BPS)

Berdasarkan tabel diatas dapat dibuat grafik hubungan antara tahun dan jumlah Expor PVC berikut:



Gambar 1.2 Ekspor PVC.

Dari grafik tersebut diperoleh nilai suatu persamaan regresi linear yang hampir mendekati 0, mengakibatkan pada nilai impor memerlukan perhitungan persen pertumbuhan.

Tabel 1.2 Persen pertumbuhan ekspor

Expor data			
Tahun	Kapasitas KG	Kapasitas Ton	%pertumbuhan
2016	34.563.548	34.563.548	
2017	33.849.301	33.849.301	-2%
2018	43.807.622	43.807.622	29%
2019	21.292.402	21.292.402	-51%
2020	25.028.101	25.028.101	18%
2021	27.838.991	27.838.991	11%
2022	37.740.793	37.740.793	36%
	total		40%
	rata-rata		7%

Dari hasil persen pertumbuhan didapati 7% untuk perhitungan impor hingga tahun 2028.

Tabel 1.2 Persen pertumbuhan PVC

Tahun	Kapasitas KG	Kapasitas Ton
2023	40.275.793.81	40.275,79381
2024	40.275.793.81	40.275,79381
2025	40.275.793.81	40.275,79381
2026	40.275.793.81	40.275,79381
2027	40.275.793.81	40.275,79381
2028	40.275.793.81	40.275,79381

Berdasarkan data ekspor dan konsumsi PVC di Indonesia pada tahun 2028 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai demand PVC di Indonesia, yaitu:

$$\text{Demand} = \text{Ekspor} + \text{Konsumsi}$$

$$\text{Demand} = 31.258,05 \text{ ton/tahun} + 1.400.000 \text{ ton/tahun}$$

$$= 1.431.258,05 \text{ Ton/tahun}$$

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi dan produksi pada tahun 2028, maka peluang pasar untuk kapasitas pabrik PVC yang didirikan adalah:

$$\begin{aligned}\text{Peluang} &= \text{Demand} - \text{Supply} \\ &= 1.431.258,05 \text{ ton/tahun} - 579.247,05 \text{ ton/tahun} \\ &= 852.011 \text{ Ton/tahun}\end{aligned}$$

Pabrik PVC yang sudah berjalan memiliki kapasitas minimal 36.000 ton/tahun dan kapasitas maksimal 320.000 ton/tahun. Sehingga dilihat dari latar belakang tersebut dan peluang pendirian pabrik PVC berdasarkan analisis supply-demand ditentukan pendirian pabrik PVC dengan kapasitas 80.000 ton/tahun.

Sumber yang paling umum dalam pembuatan Polivinil Klorida berasal dengan kapasitas 320.000 ton/tahun dari Monomer Vinil Klorida dengan kapasitas 900.000 ton/tahun yang berasal dari PT. Ashimas Chemical yang berada di kabupaten Cilegon-Banten. Letak pabrik yang berada dekat dengan PT. Ashimas Chemical untuk mempermudah memperoleh bahan baku dan mengurangi biaya transportasi. Pabrik yang berdiri di pinggir Selat Sunda merupakan kondisi yang cukup strategis untuk ketersediaan air proses dan kebutuhan utilitas.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Polivinil Klorida (PVC)

Polivinil Klorida adalah klorinasi hidrokarbon berbentuk serbuk putih halus yang diklasifikasikan sebagai bahan thermoplastik. Dihasilkan dari proses kimia yang dikenal dengan polimerisasi antara monomer Monomer Vinil Klorida (VCM) dengan air dan zat aditif yang menghasilkan PVC resin. Memiliki daya tahan yang baik terhadap air, asam, alkali, tidak beracun, tidak menyala, isolator yang baik dan tidak mudah larut pada beberapa larutan.

Polivinil Klorida (PVC) termasuk kedalam jenis polimer *thermoplastic* yaitu suatu substansi yang kehilangan bentuknya ketika dipanaskan dan menjadi *rigid* ketika kembali didinginkan, proses ekstruksi dan *injection moulding* bisa membentuk PVC menjadi yang diinginkan. Karena sifatnya *thermoplastic*, daur ulang secara fisik PVC dapat dilakukan relatif mudah dimana material bisa dibentuk kembali dibawah proses pemanasan.

Dalam hal jumlah pemakaian, Polivinil Klorida (PVC) berada dalam urutan ketiga yang paling umum didunia setelah polipropilen dan polietilen. Lebih dari 50% PVC yang diproduksi digunakan dalam konstruksi. Sebagai bahan bangunan, PVC relatif murah, tahan lama dan mudah dirakit. PVC dapat dibuat lebih elastis dan fleksibel dengan menambahkan *plasticizer*. PVC fleksibel biasanya digunakan untuk pipa ledeng, bahan pakaian, insulasi kabel listrik dan atap. Produk yang terbuat dari PVC memerlukan perawatan minimal karena

sifatnya yang sangat andal dan tahan lama. Sifat penting lainnya dari PVC adalah ketahanannya terhadap api, yang membuatnya lebih dapat digunakan dalam berbagai macam aplikasi. Setelah masa pakai pertama yang panjang, sifat fisik PVC memungkinkannya untuk didaur ulang dengan mudah.(Malvi et al., 2016)

Sifat fisika Polivinil Klorida (PVC):

1. Keras
2. Kaku
3. Jernih dan mengkilap
4. Tidak larut dalam air
5. Tahan terhadap bahan kimia dan korosi
6. Tahan api
7. Kekuatan benturannya yang baik
8. Berbentuk serbuk putih sehingga mudah untuk diolah

Sifat kimia Polivinil Klorida (PVC):

1. Volume Polivinil Klorida (PVC) lebih padat dari pada Monomer Vinil Klorida (VCM)
2. Memiliki reaksi eksotermik dalam proses pembuatannya
3. Salah satu polimer asisi sintetik
4. Tidak bereaksi terhadap asam dengan konsentrasi tinggi maupun konsentrasi rendah

5. Tidak disarankan untuk menggunakan aromatik dengan hidrokarbon berhalogen dan keton

1.3.2 Monomer Vinil Klorida (VCM)

Monomer Vinil Klorida adalah organoklorida dengan rumus $\text{CH}_2=\text{CHCl}$. Ini juga disebut Monomer Vinil Klorida atau VCM. Senyawa tak berwarna ini merupakan bahan kimia industri penting yang digunakan untuk memproduksi Polivinil Klorida (PVC). Vinil klorida merupakan zat antara kimia, bukan produk akhir sehingga tidak ada produk akhir yang menggunakan Vinil Klorida dalam bentuk monomernya.

1.3.3 Polimerisasi

Proses pembuatan Polivinil Klorida (PVC) dari Monomer Vinil Klorida (VCM) memiliki beberapa metode, yaitu:

1.3.3.1 Polimerisasi Bulk

Proses polimerisasi Bulk adalah metode sintesis polimer yang dilakukan tanpa menggunakan pelarut, dimana monomer diubah menjadi polimer dalam bentuk padat atau cair. Metode ini sering digunakan untuk produksi Polivinil Klorida (PVC), sebuah polimer yang sangat penting dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Dalam proses polimerisasi Bulk PVC, Monomer Vinil Klorida (VCM) dipolimerisasi dalam keadaan murni atau dalam jumlah kecil pelarut, menggunakan insiator kimia seperti *Polivinyl Alcohol* yang

memulai reaksi polimerisasi. Keuntungan utama dari metode ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan PVC dengan control yang lebih baik terhadap karakteristik fisik dan kimianya.

Selama polimerisasi Bulk, pemantauan suhu dan viskositas sangat penting karena reaksi polimerisasi dapat menghasilkan panas yang signifikan. Pengendalian suhu yang efektif diperlukan untuk mencegah *overheating* yang dapat mengakibatkan degradasi polimer atau pembentukan produk sampingan yang tidak diinginkan. Dengan menggunakan Teknik kontrol suhu dan sistem pendinginan yang cermat, reaksi dapat dikendalikan untuk memastikan hasil akhir yang berkualitas tinggi. Proses ini juga memiliki keuntungan dari minimnya penggunaan pelarut, yang tidak hanya mengurangi dampak lingkungan dan biaya tambahan terkait dengan pengolahan dan pembuangan pelarut, tetapi juga meningkatkan efisiensi produksi.

Meskipun polimerisasi Bulk menawarkan keuntungan dari segi efisiensi dan kualitas, tantangan utamanya terletak pada pengolahan viskositas campuran reaksi yang meningkat seiring dengan kemajuan proses. Viskositas yang tinggi dapat menyebabkan kesulitan dalam pengadukan dan homogenisasi campuran, serta berpotensi menambah resiko pembentukan produk sampingan.

1.3.3.2 Polimerisasi Emulsi

Proses polimerisasi emulsi merupakan metode yang sangat penting dalam produksi dalam produksi Polivinil Klorida (PVC), terutama karena

kemampuannya untuk menghasilkan polimer dengan kualitas tinggi dan distribusi ukuran partikel yang seragam. Dalam proses ini, Monomer Vinil Klorida, yang tidak larut dalam air, dicampurkan dengan air untuk membentuk emulsi stabil dengan bantuan surfaktan atau agen pengemulsi. Surfaktan ini berfungsi untuk menstabilkan campuran antara fase monomer dan air, menciptakan suspensi partikel polimer kecil di dalam fase air saat reaksi polimerisasi berlangsung. Proses ini biasanya diinisiasi oleh radikal bebas yang dihasilkan oleh inisiator kimia yang memulai polimerisasi.

Polimerisasi Emulsi dalam produksi PVC adalah kemampuannya untuk mengendalikan ukuran partikel polimer dan distribusi berat molekul secara efektif. Ini menghasilkan PVC dengan sifat mekanik dan kimia yang konsisten, yang sangat penting untuk aplikasi industri yang memerlukan material dengan spesifikasi yang ketat, seperti pipa, kabel dan barang-barang konsumen. Selain itu, proses ini umumnya lebih efisien secara energi dibandingkan dengan metode pelarut organik karena reaksi terjadi dalam fase air, yang membantu mengendalikan suhu dan memungkinkan penggunaan energi yang lebih rendah untuk pemanasan. Penggunaan air sebagai pelarut utama mengurangi ketergantungan pada pelarut organik berbahaya yang sering kali memerlukan pengolahan dan pembuangan khusus. Namun, polimerisasi emulsi juga menghadapi beberapa kekurangan yang signifikan. Salah satunya adalah kompleksitas dalam pengendalian stabilitas emulsi. Selama proses, emulsi harus tetap stabil untuk mencegah aglomerasi partikel polimer dan pemisahan fase,

yang memerlukan pemantauan dan pengelolaan yang cermat. Surfaktan yang digunakan untuk stabilisasi Emulsi juga dapat mempengaruhi sifat akhir dari PVC dan mungkin perlu dihilangkan melalui Langkah tambahan dalam proses pemurnian, menambah kompleksitas dan biaya produksi.

Proses polimerisasi Emulsi meskipun mengurangi penggunaan pelarut organik, polimerisasi Emulsi menghasilkan limbah yang harus dikelola dengan hati-hati. Limbah ini termasuk sisa surfaktan, monomer yang tidak bereaksi dan produk sampingan dari reaksi, yang memerlukan pengolahan atau pembuangan sesuai dengan peraturan lingkungan untuk meminimalkan sangat penting untuk memastikan bahwa manfaat dari polimerisasi Emulsi tidak terimbangi oleh dampak negatifnya.

1.3.3.3 Polimerisasi Suspensi

Proses polimerisasi suspensi adalah metode sintesis yang digunakan untuk memproduksi Polivinil Klorida (PVC) dengan cara menggabungkan Monomer Vinil Klorida dalam suspensi partikel besar yang terdispersi dalam fase air. Dalam proses ini, monomer dan air dicampurkan dengan bantuan agen pengaduk dan stabilisator untuk mencegah penggumpalan. Reaksi polimerisasi dilakukan didalam fase air dengan menggunakan inisiator radikal bebas yang memulai proses pembentukan polimer. Salah satu keunggulan utama polimerisasi suspensi dibandingkan dengan metode Bulk dan Emulsi adalah kemampuannya untuk menghasilkan PVC dengan ukuran partikel yang lebih besar dan kontrol yang baik terhadap distribusi berat molekul. Hal ini memungkinkan produksi

PVC dengan sifat mekanik yang unggul, ideal untuk aplikasi industri yang memerlukan material berkualitas tinggi seperti pipa dan barang-barang konstruksi.

Polimerisasi Suspensi umumnya lebih efisien dalam hal pengendalian suhu dan viskositas dibandingkan dengan polimerisasi Bulk. Dalam polimerisasi Bulk, viskositas tinggi dapat menambah tantangan dalam pengadukan dan pemanasan, sedangkan dalam polimerisasi Suspensi, partikel polimer yang lebih besar dan terdispersi dalam fase air membantu dalam pengendalian suhu yang lebih baik. Sementara itu, dibandingkan dengan polimerisasi Emulsi, metode Suspensi sering kali lebih sederhana dalam hal pengendalian stabilitas Emulsi dan penghapusan surfaktan, karena surfaktan yang digunakan cenderung lebih sedikit dan lebih mudah dihilangkan dari produk akhir.

Polimerisasi Suspensi memberikan keuntungan dalam produksi Polivinil Klorida (PVC), termasuk control ukuran partikel yang lebih baik, pengendalian suhu yang lebih efisien dan proses yang lebih sederhana dibandingkan dengan polimerisasi Bulk dan Emulsi. Dengan memanfaatkan keunggulan ini, polimerisasi Suspensi dapat menghasilkan PVC dengan kualitas tinggi dan performa unggul untuk berbagai aplikasi industri.

Pemilihan proses yang akan digunakan pada Pra-Rancangan Pabrik Polivinil Klorida ini adalah proses polimerisasi suspensi. Dasar-dasar pemilihan proses diantaranya adalah:

1. Konversi yang dihasilkan proses suspensi lebih besar.
2. PVC hasil proses suspensi lebih banyak dibutuhkan pasar karena sudah banyak pabrik PVC yang berdiri menggunakan proses suspensi.
3. Pada polimerisasi suspensi, partikel PVC yang dihasilkan lebih seragam dari pada polimerisasi lainnya.
4. Suhu reaksi yang tidak terlalu besar.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika yaitu suatu tinjauan untuk mengetahui sifat reaksi, apakah sebuah reaksi tersebut eksotermis atau endotermis dan untuk mengetahui apakah reaksi tersebut *reversible* atau *irreversible*. Untuk menentukan sifat reaksinya, maka dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

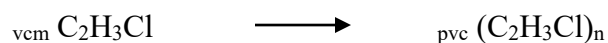
$$\Delta H_r = \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}$$

Keterangan :

ΔH_r : Panas Reaksi

ΔH_{produk} : Entalpi Pembentukan *Polyvinyl Chloride*

$\Delta H_{\text{reaktan}}$: Entalpi Pembentukan *Vinyl Chloride*



Diketahui:

$$\Delta H_{\text{PVC}} \quad : \quad -98.242 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{VCM}} \quad : \quad -94.12 \text{ kJ/mol}$$

(Coulson & Richardson's Vol. 6)

$$\Delta H \quad : \quad \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}$$

$$\Delta H \quad : \quad \Delta H_{\text{PVC}} - \Delta H_{\text{vinyl chloride}}$$

$$\Delta H \quad : \quad -98.242 \text{ kJ/mol} - (-94,12 \text{ kJ/mol})$$

$$\Delta H \quad : \quad -4.122 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H \quad : \quad - 0,9849 \text{ kkal/mol}$$

Karena ΔH bernilai negatif maka reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis. Sehingga harus selalu memperhatikan panas yang terbentuk supaya tidak terjadi akumulasi yang berlebih.

$$\Delta G^{\circ}_{\text{PVC}} \quad : \quad -96.382 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^{\circ}_{\text{VCM}} \quad : \quad 42.43 \text{ kJ/mol}$$

(S. K Dogra & S. Dogra, 1990)

$$\Delta G^{\circ} \quad : \quad \Delta G^{\circ}_{\text{produk}} - \Delta G^{\circ}_{\text{reaktan}}$$

$$\Delta G^{\circ} \quad : \quad \Delta G^{\circ}_{\text{PVC}} - \Delta G^{\circ}_{\text{VCM}}$$

$$\Delta G^{\circ} \quad : \quad -96.382 \text{ kJ/mol} - 42.43 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ \quad : -138,812 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ \quad : - 33,187 \text{ kkal/mol}$$

Berdasarkan perhitungan, ΔG° bernilai negatif, maka reaksi dapat berjalan. Untuk mengetahui reaksi *irreversible* atau *reversible* (harga k) dapat dihitung dengan persamaan konstanta kesetimbangan berikut:

$$\Delta G^\circ \quad : - RT \ln K$$

Atau

Dimana:

ΔG° : Energi bebas Gibbs standar, (kkal/mol)

R : Tetapan gas ideal (1,987 kkal/mol.K)

T : Temperatur (K)

K : Konstanta Kesetimbangan

Dari persamaan diatas, dihitung konstanta kesetimbangan pada T referensi: 298 K sebagai berikut:

$$K_{298} \quad : \exp \left[-\frac{\Delta G}{RT} \right]$$

$$K_{298} \quad : \exp \left[-\frac{-33,187}{1,987 \times 298} \right]$$

$$K_{298} \quad : \exp[0,0560]$$

$$K_{298} : 1,0576$$

Reaksi berjalan pada temperatur 63°C sehingga harga konstan kesetimbangan K pada temperatur 63°C (336.15 K) dapat dihitung dengan konstanta persamaan sebagai berikut:

$$\frac{K_{operasi}}{K_{298}} = \exp - \frac{\Delta H^{\circ}_{298}}{R} \left[\frac{1}{T_{operasi}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\frac{K_{operasi}}{1,0576} = \exp \frac{-0,9849}{1,987} \left[\frac{1}{336,15} - \frac{1}{298} \right]$$

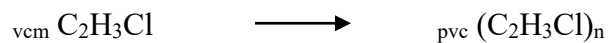
$$K_{operasi} = 1,0496$$

$$K > 1$$

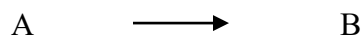
Dari perhitungan diatas harga $K > 1$ sehingga produk tidak dapat kembali menjadi reaktan, diasumsikan bahwa reaksi bersifat *irreversible*.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Reaksi:



Atau bisa disederhanakan menjadi



Orde reaksi: 1

Selanjutnya, dicari nilai kinetika reaksi (k) dengan persamaan arhenius.

Keterangan:

A : Faktor Arrhenius

Ea : Energi Aktivasi

T : *Temperature* (K)

$$\begin{aligned}K &= Ae^{-\frac{Ea}{RT}} \\&= 8,31 \times 10^9 e^{-\frac{11,100 \times 10^3}{8,314 \times 336,15}} \\&= 8,31 \times 10^9 e^{-3,9717} \\&= 0,00651667\end{aligned}$$

K adalah konstanta laju reaksi ($0,00651667 \text{ min}^{-1} = 6,51667 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$)

A adalah faktor frekuensi ($8,31 \times 10^9$)

Ea adalah energi aktifasi (11,100 kJ/mol)

R adalah konstanta gas (8,314 J/mol. K)

T adalah suhu kelvin (336,15 K)

BAB II

PRANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Polivinil Klorida

Rumus Kimia	: $(C_2H_3Cl)_n$
Titik Didih ($^{\circ}C$)	: $-13,4^{\circ}C$
Kepadatan (Kg/m^3)	: 911
Titik Leleh ($^{\circ}C$)	: $302^{\circ}C$
<i>Vapour Pressure</i>	: $< 0,1$
<i>Vapour Density</i>	: $1,4 g/cm^3$
<i>Specific Gravity</i>	: 1,25 – 1,55
<i>Freezing Point</i>	: $-245^{\circ}F (-154^{\circ}C)$
Kemurnian	: 99,5%
Viskositas Larutan	: 140 cp
Kelarutan	: tidak larut dalam air

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1 Vinil Klorida

Rumus Kimia	: C_2H_3Cl
Titik Didih ($^{\circ}C$)	: $-14^{\circ}C$
Titik Leleh ($^{\circ}C$)	: $-154^{\circ}C$

<i>Vapour Pressure</i>	: 2,524 mmHg (20 °C)
<i>Vapour Density</i>	: 2,2
<i>Solubility (in water)</i>	: 0,7%
<i>Specific Gravity</i>	: 0,9121
<i>Freezing Point</i>	: -154°C
Kemurnian	: 99%
Kelarutan	: larut dalam air

2.2.2 Polyvinyl Alcohol

Rumus Kimia	: C ₂ H ₄ O
Titik Didih (°C)	: -14,5°C
Titik Leleh (°C)	: >300°C
<i>Specific Gravity</i>	: 1,20 – 1,30
<i>Freezing Point</i>	: 200°C
Kemurnian	: 99%
Kelarutan	: larut dalam air

2.2.3 Dilauroyl Peroxide

Rumus Kimia	: C ₂₄ H ₄₆ O ₄
Titik Didih (°C)	: 129°F
Titik Leleh (°C)	: 442°C
Densitas	: 0,91 g/cm ³
Kemurnian	: 98%
Kelarutan	: Tidak larut dalam air

2.2.4 Water

Rumus Kimia	: H ₂ O
Titik Didih (°C)	: 100°C
Kepadatan (Kg/m ³)	: 1 Kg/m ³
Titik Leleh (°C)	: 0°C
<i>Vapour Density</i>	: 0,46 g/cm ³
<i>Specific Gravity</i>	: 0,99 g/ml (20°C)
Kemurnian	: 100%

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik PVC ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk. Tujuan dari diadakannya pengendalian kualitas ini yaitu untuk memperoleh dan menjagaproduk agar sesuai dengan spesifikasi yang sebelumnya telah direncanakan. Pengendalian dan pemantauan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Jika terjadi penyimpangan pada indikator yang sudah ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *temperature control*, maupun *level control*, maka hal ini dapat dilihat dari sinyal atau tanda yang diberikan, misalnya seperti nyala lampu dan bunyi alarm. Apabila penyimpangan benar terjadi, harus dikembalikan pada kondisi atau set semula baik secara otomatis maupun harus dilakukan secara manual.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Tujuan dari pengendalian kualitas bahan baku ini adalah untuk menstandarisasi bahan baku sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Sebelum memasuki tahap produksi, dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap kualitas bahan baku seperti kandungan dan kemurniannya. Apabila tidak sesuai spesifikasi, besar kemungkinan bahan baku akan dikembalikan kepada supplier untuk digantikan dengan bahan baku yang sesuai dengan spesifikasi. Oleh karena itu, sebelum memulai proses produksi, harus

dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku supaya dapat diproses dengan baik di pabrik.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian proses dalam suatu pabrik menjadi bagian penting dari perancangan proses kimia. Jika ingin mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karena diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak kekurangan. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi yang dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room* dimana semua alat yang beroperasi telah berjalan secara *automatic control* dengan menggunakan indikator. Perusahaan dituntut untuk selalu memperhatikan aspek *safety, health, and environment* (SHE) atau yang biasa disebut juga dengan aspek Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L). Untuk meminimalkan resiko yang ditimbulkan, maka pabrik harus memiliki sistem manajemen SHE yang baik. Manajemen SHE adalah sebuah sistem manajemen untuk mengidentifikasi, memahami, dan mengendalikan *hazard* yang ada dalam suatu proses untuk mencegah terjadinya insiden karena kegagalan proses, alat, atau prosedur. Tujuan perancangan sistem pengendalian dari pabrik pembuatan Polivinil Klorida dari Monomer Vinil Klorida adalah demi keamanan operasi pabrik.

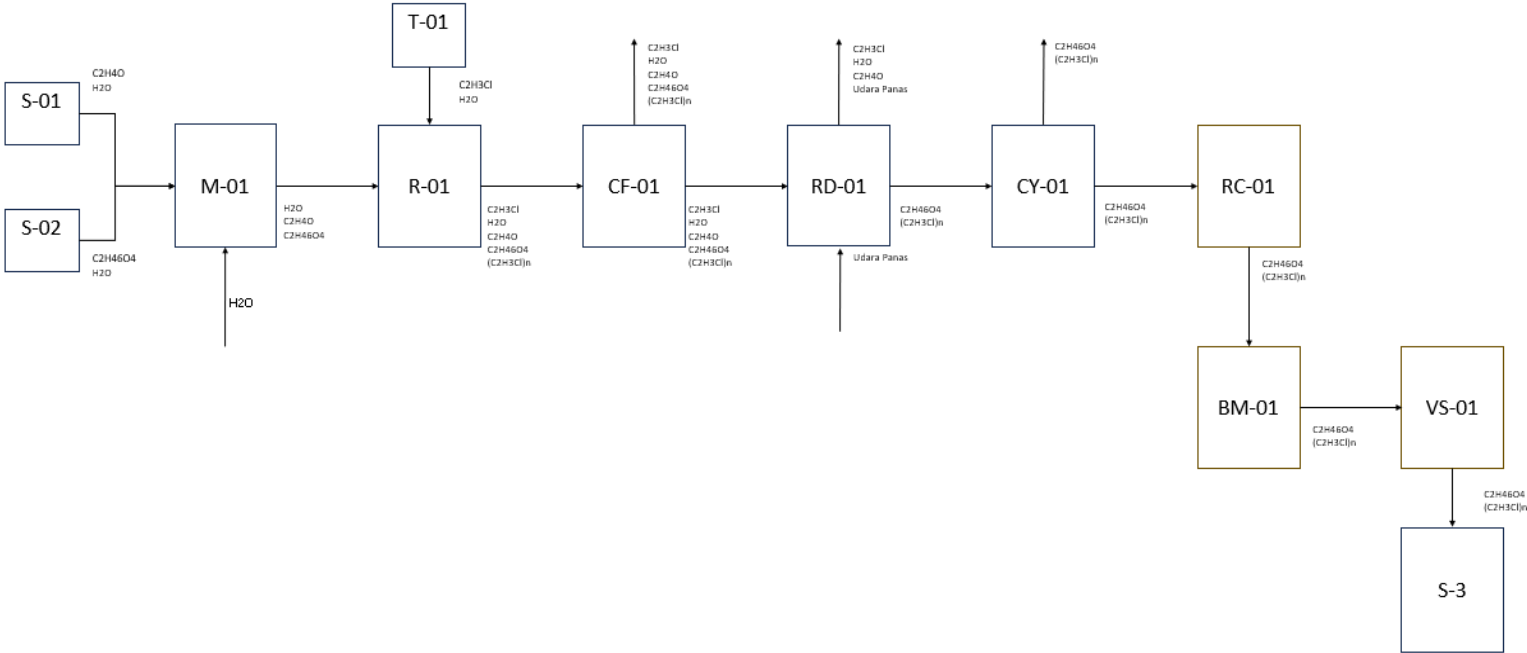
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian produk memiliki tujuan yaitu untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas suatu produk agar sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh perusahaan dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan.

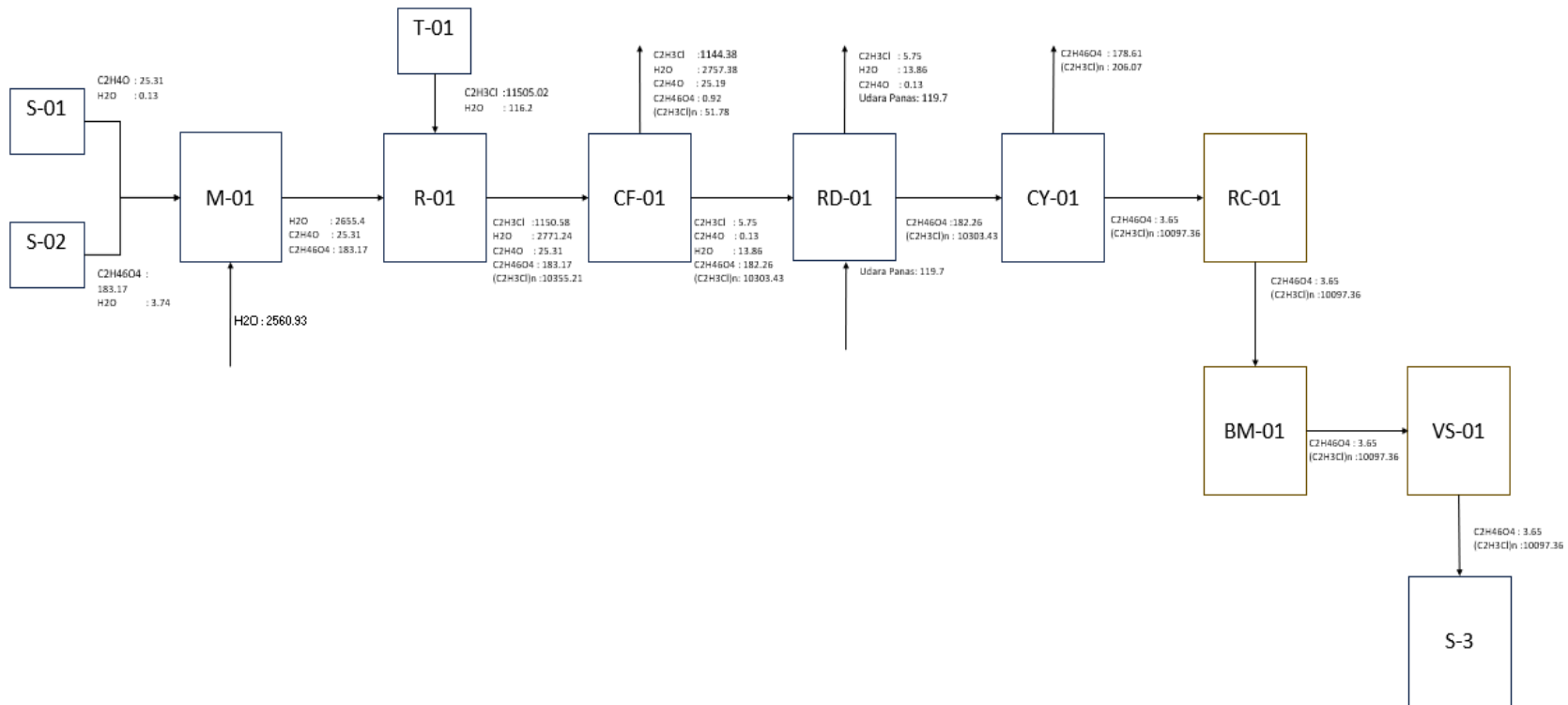
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses



Gambar 3. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. Diagram Alir Kuantitatif

Keterangan	:
T-01	: Tangki penyimpanan VCM
S-01	: <i>Silo Polyvinyl Alcohol</i>
S-02	: <i>Silo Dilauroyl Peroxide</i>
S-03	: <i>Silo produk</i>
M-01	: <i>Mixer</i>
R-01	: Reaktor
CF-01	: <i>Centrifuge</i>
RD-01	: <i>Rotary Dryer</i>
CY-01	: <i>Cyclone</i>
BM-01	: <i>Ball Mill</i>
VS-01	: <i>Vibrating Screen</i>

3.2 Uraian Proses

Pada proses produksi Polivinil Klorida (PVC) menggunakan beberapa bahan selain bahan baku utama yaitu Monomer Vinil Klorida (VCM). Ada bahan baku penunjang seperti *inisiator*, *suspending agent* dan air. Untuk proses pembuatan Polivinil Klorida (PVC) ada beberapa tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap polimerisasi, tahap pemisahan, dan tahap pengeringan.

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bagian ini ialah persiapan bahan mentah dan tahapan pengumpanan. Monomer Vinil Klorida (VCM) dialirkan melalui pipa menuju *vertical cylinder tank* untuk disimpan. Bahan baku penunjang seperti *dilauroyl peroxide* dan *polyvinyl alcohol* disimpan dalam silo. Semua bahan baku disimpan pada suhu lingkungan yaitu 30°C dengan tekanan 1 atm.

Bahan baku penunjang sebelum masuk ke dalam reaktor, dimasukkan ke dalam mixer untuk dilarutkan. Setelah dicampurkan, bahan baku penunjang dialirkan masuk ke reaktor untuk dilakukannya polimerisasi.

3.2.2 Tahap Polimerisasi

Bahan baku seperti Monomer Vinil Klorida (VCM), *dilauroyl peroxide*, *polyvinyl alcohol* dan air. Bahan baku yang sudah berupa liquid diumpankan ke reaktor polimerisasi dengan suhu sebesar 63°C dengan tekanan 1 atm, reaktor yang digunakan adalah reactor alir tangki berpengaduk (RATB), pengaduk pada reaktor berfungsi untuk menghomogenisasikan reaksi supaya tetap homogen dan sudah dilengkapi jaket pendingin. Karena reaksi pembentukan Polivinil Klorida (PVC) merupakan reaksi eksotermis, maka untuk mempertahankan suhu dalam reaktor, panas yang dihasilkan oleh reaksi didinginkan dengan air pendingin supaya suhu tetap pada suhu 63 °C. Waktu yang dibutuhkan untuk reaksi polimerisasi ini yaitu 23 menit. Setelah reaksi selesai, hasil akhir proses dalam

reaktor yang merupakan *slurry*, produk yang keluar dari reaktor C_2H_3Cl , C_2H_4O , $C_{24}H_{46}O_4$, H_2O dan $(C_2H_3Cl)_n$, yang akan dialirkan ke *centrifuge*.

3.2.3 Tahap Pemisahan

Pada proses pemisahan ini dilakukan pada *centrifuge*. Didalam *centifuge*, zat padat dan partikel berpindah dari luar ke dalam arah radial yang disebabkan oleh percepatan sentrifugal. Tujuan dilakukannya proses ini untuk memisahkan $(C_2H_3Cl)_n$ atau Polivinil Klorida (PVC) sebagai produk utama dari bahan baku dan bahan baku pendukung. Setelah proses selesai, Polivinil Klorida (PVC) dengan sisa air, C_2H_3Cl , C_2H_4O dan $C_{24}H_{46}O_4$, lalu dibawa menggunakan *belt conveyor* dan *bucket conveyor* menuju *rotary dryer*.

3.2.4 Tahap Pengeringan

Pada proses pengeringan menggunakan *rotary dryer* ini adalah untuk menguapkan air yang masih tersisa. Setelah proses selesai, Polivinil Klorida (PVC) dengan sedikit sisa *dilauroyl peroxide* telah berubah menjadi bubuk. Sisa *dilauroyl peroxide* akan dipisahkan dari Polivinil Klorida (PVC) yang akan dibawa menggunakan *conveyor belt* menuju *cyclone*.

3.2.5 Tahap Pemisahan

Pada proses pemisahan menggunakan cyclone ini untuk memisahkan sisa *dilauroyl peroxide* dari Polivinil Klorida (PVC) yang sudah menjadi bubuk PVC. Setelah proses selesai, Polivinil Klorida (PVC) akan disimpan di dalam silo.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi polimerisasi.
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Mode Operasi	: <i>Continue</i>
Jumlah	: 2
Harga	: \$1.772.783,94
Kondisi Operasi	
Suhu	: 63°C
Tekanan	: 1 atm
Kondisi Proses	: <i>Isothermal</i>
Konstruksi dan material	
Material	: <i>Stainless Steel Type 316</i>

Diameter <i>Shell</i>	: 1,4998 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,1875 in
Tinggi total	: 1.4998 m
Jenis <i>Head</i>	: <i>Torispherical Dished Head</i>

Spesifikasi Pengaduk

Tipe	: <i>Flat Blade Turbines Impellers</i>
Diameter	: 0,1762 m
Tinggi	: 0,1762 m
Lebar	: 0,0440 m
Jarak pengaduk	: 0,1762 m
Kecepatan pengaduk	: 637,87 rpm
<i>Power</i> pengaduk	: 60,00 hP
Jumlah <i>baffle</i>	: 3
Lebar <i>baffle</i>	: 0,044 m

Spesifikasi Jaket

Ud	: 60 Btu/jam ft ² F
Luas transfer panas	: 3,025 ft ²

Tebal : 0,1775 in

3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Alat Pendukung

1. *Centrifuge*

Kode : CF-01

Fungsi : Memisahkan pva, vcm dan air

Jenis : Helical Conveyor

Material : Stainles steel

Kondisi Operasi :

Suhu : 60° C

Tekanan : 1 atm

Solid Bowl Centrifuge :

Kapasitas : 14.485,51

Diameter : 1.12 m²

Panjang : 3,57 m

Kecepatan : 2250 rpm

Daya Motor : 400 Hp

Harga : \$204.072,67

2. Rotary Dryer

Kode	: RD-01
Fungsi	: Mengurangi sisa air pada PVC
Material	: Carbon Steel
Jumlah	: 1
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 63°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 2,8945 m
Panjang	: 17,3232 m
Luas Penampang	: 6,5769 m ²
Harga	: \$321.816,89

3. Cyclone

Kode	: CY-01
Fungsi	: Memisahkan dilauroyl peroxide dari PVC
Diameter feed cycloe	: 0,057 m
Diameter overflow cyclone	: 0,08 m

Diameter dalam vortex finder: 0,133 m

Diameter luar vortex finder : 0,2 m

Diameter underflow cyclone : 0,04 m

Derajat kerucut cyclone : 20°

Tinggi : 0,8 m

Harga : \$186.398,80

4. Mixer

Kode : M-01

Fungsi : Mencampurkan bahan baku pembantu sebelum masuk ke reaktor

Jenis : Torispherical dished head with conical bottom

Material : *Stainless Steel*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Volume Mixer : 3,5730 m³

Dimensi :

Diameter : 1,3621 m³

Tinggi Tangki : 2,4743 m

Tebal *Shell* : 0,1875 in

Tebal *Head* : 0,1875 in

Pengaduk :

Diameter : 0,4540 m

Tinggi : 1,7707 m

Lebar : 0,0908 m

Lebar *Baffle* : 0,0454 m

Jarak Pengaduk : 0,3405 m

Kecepatan : 320 rpm

Daya Motor : 60 hP

Harga : \$1.018.026,63

5. *Ball Mill*

Kode : BM-01

Fungsi : mengecilkan ukuran PVC hingga ukuran 100 mesh

Jumlah : 1

Jenis : Mercy Ball Mill

Bahan Konstruksi : Carbon Steel

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Dimensi *Ball Mill* :

Panjang : 3,0486 m

Diameter : 2,0324 m

Power : 0,75 HP

Kecepatan *Mill* : 22,5 rpm

Berat *Ball* : 13,1 ton

Harga : \$717.369,95

6. *Vibrating Screen*

Kode : VS-01

Fungsi : Menyamakan ukuran PVC menjadi ukuran 149 mikrometer

Material	: Carbon Steel
Jumlah	: Padat
Jenis	: High speed Vibrating Screen
Jumlah	: 1
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Ukuran Ayakan	: 0,725 mm
Sudut	: 21,08°
Luas Ayakan	: 0,193 ft ² /jam
Lebar Ayakan	: 1,177 m
Panjang Ayakan	: 1,765 m
Daya	: 30-150
Harga	: \$115.277,69

7. *Belt Conveyor*

Kode	: BC-01
Fungsi	: Mengangkut PVA dari silo menuju mixer

Jumlah : 1 Buah
Jarak Waktu : 0.63 menit
Asumsi Jarak : 15.24 m
Bahan Konstruksi :
Kapasitas : 29 ton/jam
Kondisi Operasi
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Sudut : 60°C
Kecepatan : 30,5 m/min
Harga : \$131.634,66

8. *Belt Conveyor*

Kode : BC-02
Fungsi : Mengangkut Dilauroyl Peroxide dari silo menuju mixer
Jumlah : 1 Buah
Jarak Waktu : 0.98 min

Asumsi Jarak : 6,096 m
Bahan Konstruksi :
Kapasitas : 29 ton/jam
Kondisi Operasi
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Sudut : 60°C
Daya : 0,0035 Hp
Kecepatan : 30,5 m/min
Harga : \$297.954,71

9. *Belt Conveyor*

Kode : BC-03
Fungsi : Mengangkut Material dari CF menuju RD
Jumlah : 1 Buah
Jarak Waktu : 1.523 min
Asumsi Jarak : 15,24 m
Bahan Konstruksi :

Kapasitas : 26,6587 ton/jam

Kondisi Operasi

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Sudut : 60°C

Kecepatan : 30.5 m/min

Harga : \$131.634,66

10. *Belt Conveyor*

Kode : BC-04

Fungsi : Mengangkut Material dari RD menuju Cyclone

Jumlah : 1 Buah

Jarak Waktu : 1.52 min

Asumsi Jarak : 15,24 m

Bahan Konstruksi :

Kapasitas : 29 ton/jam

Kondisi Operasi

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm
Sudut : 60°C
Daya : 0,2520 Hp
Kecepatan : 30,5 m/min
Harga : \$131.634,66

11. *Belt Conveyor*

Kode : BC-05
Fungsi : Mengangkut Material dari Cyclone menuju RC
Jumlah : 1 Buah
Jarak Waktu : 1.58 min
Asumsi Jarak : 15,24 m
Bahan Konstruksi :
Kapasitas : 29 ton/jam
Kondisi Operasi
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Sudut : 60°C

Daya : 0,2428 Hp
Kecepatan : 30,5 m/min
Harga : \$131.634,66

12. Belt Conveyor

Kode : BC-06
Fungsi : Mengangkut Material dari Rotarycooler menuju
Ball Mill
Jumlah : 1 Buah
Jarak Waktu : 1.58 min
Asumsi Jarak : 15,24 m
Bahan Konstruksi :
Kapasitas : 29 ton/jam
Kondisi Operasi
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Sudut : 60°C
Daya : 0,2428 Hp

Kecepatan : 30,5 m/min

Harga : \$131.634,66

13. *Belt Conveyor*

Kode : BC-07

Fungsi : Mengangkut Material dari Ball Mill menuju

Vibrating Screen

Jumlah : 1 Buah

Jarak Waktu : 1.58 min

Asumsi Jarak : 15,24 m

Bahan Konstruksi :

Kapasitas : 29 ton/jam

Kondisi Operasi

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Sudut : 60°C

Daya : 0,2428 Hp

Kecepatan : 30,5 m/min

Harga : \$131.634,66

14. Belt Conveyor

Kode : BC-08

Fungsi : Mengangkut Material dari Vibrating Screen
menuju Silo

Jumlah : 1 Buah

Jarak Waktu : 1.58 min

Asumsi Jarak : 15,24 m

Bahan Konstruksi :

Kapasitas : 29 ton/jam

Kondisi Operasi

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Sudut : 60°C

Daya : 0,2428 Hp

Kecepatan : 30,5 m/min

Harga : \$131.634,66

15. *Bucket Elevator*

Kode	: BE-01
Fungsi	: mengangkut PVA dari belt conveyer ke Mixer
Jenis	: Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators
Bahan	: Carbon steel SA-285 grade C
Kapasitas	: 27 ton/jam
Ukuran Bucket	: 8 x 5 x 5½ in
Jarak Antar Bucket	: 14 in
Kecepatan Bucket	: 225 ft/min
Kecepatan Putaran	: 43 rpm
Tinggi Elevator	: 3 m
Daya Motor	: 1,500 Hp
Harga	: \$120.730,01

16. *Bucket Elevator*

Kode	: BE-02
Fungsi	: mengangkut PVA dari belt conveyer ke Mixer

Jenis	: Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators
Bahan	: Carbon steel SA-285 grade C
Kapasitas	: 27 ton/jam
Ukuran Bucket	: 8 x 5 x 5½ in
Jarak Antar Bucket	: 14 in
Kecepatan Bucket	: 225 ft/min
Kecepatan Putaran	: 43 rpm
Tinggi Elevator	: 3 m
Daya Motor	: 1,500 Hp
Harga	: \$120.730,01

17. *Bucket Elevator*

Kode	: BE-03
Fungsi	: mengangkat PVA dari belt conveyer ke Mixer
Jenis	: Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators
Bahan	: Carbon steel SA-285 grade C
Kapasitas	: 27 ton/jam
Ukuran Bucket	: 8 x 5 x 5½ in

Jarak Antar Bucket : 14 in
Kecepatan Bucket : 225 ft/min
Kecepatan Putaran : 43 rpm
Tinggi Elevator : 3 m
Daya Motor : 1,500 Hp
Harga : \$120.730,01

18. *Bucket Elevator*

Kode : BE-04
Fungsi : mengangkut PVA dari belt conveyor ke Mixer
Jenis : Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators
Bahan : Carbon steel SA-285 grade C
Kapasitas : 11,744 ton/jam
Ukuran Bucket : 8 x 5 x 5½ in
Jarak Antar Bucket : 14 in
Kecepatan Bucket : 225 ft/min
Kecepatan Putaran : 43 rpm
Tinggi Elevator : 3 m

Daya Motor : 1,500 Hp
Harga : \$120.730,01

19. *Bucket Elevator*

Kode : BE-05
Fungsi : mengangkut PVA dari belt conveyer ke Mixer
Jenis : Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators
Bahan : Carbon steel SA-285 grade C
Kapasitas : 11,3131 ton/jam
Ukuran Bucket : 8 x 5 x 5½ in
Jarak Antar Bucket : 14 in
Kecepatan Bucket : 225 ft/min
Kecepatan Putaran : 43 rpm
Tinggi Elevator : 3 m
Daya Motor : 1,500 Hp
Harga : \$120.730,01

20. *Bucket Elevator*

Kode : BE-06

Fungsi	: mengangkut PVA dari belt conveyor ke Mixer
Jenis	: Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators
Bahan	: Carbon steel SA-285 grade C
Kapasitas	: 27 ton/jam
Ukuran Bucket	: 8 x 5 x 5½ in
Jarak Antar Bucket	: 14 in
Kecepatan Bucket	: 225 ft/min
Kecepatan Putaran	: 43 rpm
Tinggi Elevator	: 2 m
Daya Motor	: 1,500 Hp
Harga	: \$120.730,01

21. *Bucket Elevator*

Kode	: BE-07
Fungsi	: mengangkut PVA dari belt conveyor ke Mixer
Jenis	: Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators
Bahan	: Carbon steel SA-285 grade C
Kapasitas	: 27 ton/jam

Ukuran Bucket	: 8 x 5 x 5½ in
Jarak Antar Bucket	: 14 in
Kecepatan Bucket	: 225 ft/min
Kecepatan Putaran	: 43 rpm
Tinggi Elevator	: 15 m
Daya Motor	: 1,500 Hp
Harga	: \$120.730,01

3.3.3 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

1. Pompa (P-01)

Kode	: (P-01)
Fungsi	: Mengalirkan produk mixer dari (M-01) ke Reaktor CSTR (R-01)
Jenis Pompa	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller	: <i>Mixed flow impellers</i>
Material	: <i>Stainles Steel SA-167 Tipe 316</i>
Bahan	: Carbon steel SA-285 grade C
Jumlah	: 1 Buah

Kapasitas : 3,503 m³/jam

Total Head : 5 m

Ukuran Pipa

a. ID : 1,61 in

b. OD : 1,9 in

c. IPS : 1,5 in

d. Flow Area : 2,04 in²

Kecepatan Aliran : 2,427 ft/s

Efisiensi Pompa : 0,2

Power Pompa : 245,55 watt

Power Motor : 559,28 watt

Harga : \$116.835.50

2. Pompa (P-02)

Kode : (P-02)

Fungsi : Mengalirkan VCM dari (T-01) ke Mixer (M-01)

Jenis Pompa : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jenis Impeller : *Mixed flow impellers*

Material	: <i>Stainles Steel SA-167 Tipe 316</i>
Bahan	: Carbon steel SA-285 grade C
Jumlah	: 1 Buah
Kapasitas	: 16,624 m ³ /jam
Total Head	: 4 m
Ukuran Pipa	
a. ID	: 3,608 in
b. OD	: 3,5 in
c. IPS	: 3 in
d. Flow Area	: 7,38 in ²
Kecepatan Aliran	: 3,184 ft/s
Efisiensi Pompa	: 0,36
Power Pompa	: 420,02 watt
Power Motor	: 559,28 watt
Harga	: \$116.835.50

3. Pompa (P-03)

Kode	: (P-03)
Fungsi	: Mengalirkan hasil Reaktor dari (R-01) ke Centrifuge (CF-01)
Jenis Pompa	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller	: <i>Axial Flow Impellers</i>
Material	: <i>Stainles Steel SA-167 Tipe 316</i>
Bahan	: Carbon steel SA-285 grade C
Jumlah	: 1 Buah
Kapasitas	: 20,049 m ³ /jam
Total Head	: 2 m
Ukuran Pipa	
a. ID	: 4,026 in
b. OD	: 4,5 in
c. IPS	: 4 in
d. Flow Area	: 12,7 in ²
Kecepatan Aliran	: 2,231 ft/s

Efisiensi Pompa	: 0,37
Power Pompa	: 235,96 watt
Power Motor	: 372,85 watt
Harga	: \$116.835.50

3.3.4 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

1. Tangki Penyimpanan VCM

Kode	: T-01
Fungsi	: Menentukan kapasitas C ₂ H ₃ CL yang disimpan
Lama penyimpanan	: 30 Hari
Fasa	:
Jenis	: Tangki silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan bagian atas berbentuk kerucut (conical)
Jumlah	: 1
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi	

Bahan : Stainles Steel SA-167 Tipe 316

Volume : 555,7128699 m³

Diameter : 15,24 m

Tinggi Tangki : 3,048

Jumlah *Course* : 5

Tebal *Shell* : 0,02 m

Head and Bottom

Jenis *Head* : Torispherical Roof

Tebal *Head* : 0,03 m

Jenis *Bottom* : Flat Bottom

Tebal *Bottom* : 0,02 m

Harga : \$1.007.121,99

2. Silo *Dilauroyl Peroxide*

Kode : SL-02

Fungsi : Sebagai tempat penyimpanan Bahan baku (Dilauroyl Peroxide)

Lama penyimpanan : 7 Hari

Fasa : Padat

Jenis : Silinder tegak dengan conical bottom dan flat head

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

Bahan : Carbon steel SA-283 Grade C

Volume : 2.094,444991 ft³/jam

Diameter *Shell* : 11,39022669 ft

Tebal *Shell* : 0,3125 in

Harga : \$137.086,98

3. Silo *Polyvinyl Alcohol*

Kode : SL-02

Fungsi : Sebagai tempat penyimpan Bahan baku PVA

Lama penyimpanan : 7 Hari

Fasa :
Jenis : Carbon steel SA-283 Grade C
Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu : 35°C
Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

Bahan : Carbon steel SA-283 Grade C
Volume : 353,83432 ft³/jam
Diameter *Shell* : 1,9192 m
Tebal *Shell* : 0,3125 in
Harga : \$183.821,18

4. Silo *Polyvinyl Chloride*

Kode : SL-03
Fungsi : Sebagai tempat penyimpanan produk
Lama penyimpanan : 7 Hari
Fasa : Padat

Jenis : Silinder tegak dengan conical bottom dan flat head

Jumlah : 1

Kondisi Operasi

Suhu : 35°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

Bahan : Carbon steel SA-283 Grade C

Volume : 2.708,60077

Diameter *Shell* : 3,7824 m

Tebal *Shell* : 0,4375 in

Harga : \$183.821,18

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. Heater (HE-01)

Kode : HE-01

Fungsi : Menaikkan temperatur umpan dari 30°C menjadi 63°C dari mixer menuju reaktor

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Jenis bahan : *Stainless Steel SA-167 type 316*

Jumlah Hairpin : 12 $\frac{3}{4}$

Annulus :

- IPS : 3/8 in
- OD : 0,680 in
- ID : 0,680 in
- *Surface Area* : 1,178 sqft/ft
- Panjang : 12 ft

Inner Pipe

- IPS : 1/8 in
- OD : 2/5
- ID : $\frac{1}{4}$ in
- *Surface Area* : 0,106 sqft/ft
- Panjang : 12 ft

Dirt Factor :

Jumlah Hairpin : 3 *Hairpins*

Luas Transfer Panas : 1,35 ft²

Harga : \$528.875,35

2. Heater (HE-02)

Kode	: HE-02
Fungsi reaktor	: Meningkatkan temperatur bahan baku VCM menuju reaktor
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Jenis bahan	: <i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Jumlah Hairpin	: 12 $\frac{3}{4}$
<i>Annulus</i>	:
– IPS	: 3/8 in
– OD	: 0,680 in
– ID	: 0,680 in
– <i>Surface Area</i>	: 1,178 sqft/ft
– Panjang	: 12 ft
<i>Inner Pipe</i>	:
– IPS	: 1/8 in
– OD	: 2/5
– ID	: $\frac{1}{4}$ in
– <i>Surface Area</i>	: 0,106 sqft/ft
– Panjang	: 12 ft
<i>Dirt Factor</i>	:
Jumlah Hairpin	: 3 <i>Hairpins</i>
Luas Transfer Panas	: 1,35 ft ²
Harga	: \$528.875,35

3. Rotary Cooler (RC-01)

Kode	: RC-01
Fungsi	: Untuk menurunkan suhu produk dari 80°C menjadi 30°C
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu

– *t in* : 80°C

– *t out* : 30°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

Bahan : Carbon steel SA-283 Grade C

Panjang : 3,81 m

Diameter : 0,979773003 m

Kecepatan : 9,907403383 rpm

Daya : 0,25 hP

Harga : \$1.391.900,22

3.4 Neraca Massa

- Mixer (M-01)

Komponen	Input (Kg/h)			Output (Kg/h)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4
C ₂ H ₄ O	25,3			25,3
H ₂ O		183,2		183,2
C ₂₄ H ₄₆ O ₄			2.655,0	2.655,0
Total			2.863,5	2.863,5

- Reaktor (R-01)

Komponen	Input (Kg/h)		Output (Kg/h)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
C ₂ H ₄ O	25,3		25,3
H ₂ O	2.771,2		2.771,2
C ₂ H ₃ Cl		11.505,8	1.150,6
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	183,2		183,2
(C ₂ H ₃ Cl) _n			10.355,2
Total	14.485,5		14.485,5

- Centrifuge (CF-01)

Komponen	Input (Kg/h)	Output (Kg/h)	
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
C ₂ H ₄ O	25,3	2.757,4	13,9
H ₂ O	2.771,2	25,2	0,1
C ₂ H ₃ Cl	1150,6	0,9	182,3
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	183,2	0,3	1.150,3
(C ₂ H ₃ Cl) _n	10.355,2	51,8	10.303,4
Total	14.485,5	14.485,5	

- Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Input (Kg/h)	Output (Kg/h)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
C ₂ H ₄ O	13,9	13,9	0,0
H ₂ O	0,1	0,1	0,0
C ₂ H ₃ Cl	182,3	0,0	182,3
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	1.150,3	1.150,3	0,0
(C ₂ H ₃ Cl) _n	10.303,4	0,0	10.303,4
Total	11.650,0	11.650,0	

- Cyclone (CY-01)

Komponen	Input (Kg/h)	Output (Kg/h)	
	Arus 10	Arus 9	Arus 10
C ₂ H ₄ O	0,0	0,0	0,0
H ₂ O	0,0	0,0	0,0
C ₂ H ₃ Cl	182,3	178,6	3,6
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	0,0	0,0	0,0
(C ₂ H ₃ Cl) _n	10.303,4	206,1	10.097,4
Total	10.485,7	10.485,7	

3.5 Neraca Panas

- Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk	Keluar
	ΔH in (kJ/ jam)	ΔH out (kJ/ jam)
C ₂ H ₄ O	2.050,99	2.050,99
H ₂ O	439.355,52	439.355,52
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	98.031,51	98.031,51
C ₂ H ₃ CL	652.293,32	65.229,33
(C ₂ H ₃ CL) _n		354.148,17
ΔH Reaksi	19.024.972.252,03	
Sub Total	19.026.163.983,37	958.815,52
Q Pemanas		19.025.205.167,85
Total	19,026.163.983,37	19.026.163.983,37

- Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
H ₂ O	39.785,6723	57.300,1187	0,0000
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	6.292.584,0735	0,0000	22.593,7589
(C ₂ H ₃ Cl) _n	17.762.171,5158	0,0000	892.901,0815
Udara Panas	88.017.440,9113	47.260.051,6006	679.308,2168
Sub Total	112.111.982,1729	47.317.351,7193	64.794.630,4536
Total	112.111.982,1729	112.111.982,1729	

- Heat Exchanger (HE-01)

Komponen	Masuk	Keluar
H ₂ O	3.841,8172	29.102,0768
C ₂ H ₄ O	252,6676	1.977,8365
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	28.896,6424	222.100,7496
Sub Total	32.991,1272	253.180,6629
Q Pemanas		220.189,5358
Total	65.982,2543	253.180,6629

- Heat Exchanger (HE-02)

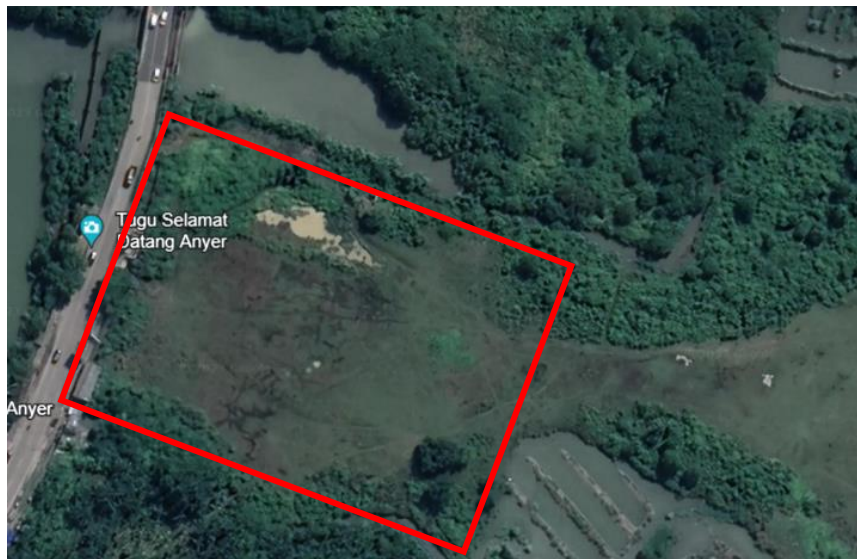
Komponen	Masuk	Keluar
C ₂ H ₃ CL	78.949,0495	623.059,2554
Sub Total	78.949,0495	623.059,2554
Q Pemanas		544.110,2059
Total	157.898,0990	623.059,2554

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan dan penentuan letak suatu pabrik dalam perencanaan pabrik akan mempengaruhi kemajuan serta keberlangsungan suatu industri, karena hal tersebut mengangkut faktor produksi dan besarnya keuntungan yang dihasilkan serta perluasan dimasa yang akan datang. Penentuan lokasi pabrik harus sesuai berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologis dan sikap masyarakat di daerah sekitar pabrik (Peters,2004). Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik yang tepat karena akan memberikan kontribusi yang sangat penting baik dalam segi teknis maupun ekonomis, berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu, pabrik Polivinil Klorida (PVC) direncanakan didirikan didaerah Cilegon, Banten.



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik PVC

Beberapa pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik Polivinil Klorida (PVC) sebagai berikut:

1. Pemasaran

Pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan terjaminnya keberlangsungan proyek. Pemasaran juga diharapkan untuk membantu dalam mencukupi kebutuhan di Indonesia. Daerah Cilegon adalah daerah industri kimia yang besar dan terus berkembang dengan pesat. Hal ini menjadikan Cilegon sebagai pasar yang baik bagi produksi Polivinil Klorida (PVC). Untuk pemasaran hasil produksi dapat dilakukan melalui jalur darat. Polivinil Klorida yang dihasilkan dapat dipasarkan untuk industri-industri pipa, plastik yang berada di Cilegon, Banten.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan lokasi pabrik yang berjarak cukup dekat dengan PT. Asahimas, sehingga dapat diperkirakan bahan baku yang tersedia cukup banyak. Suatu pabrik sebaiknya dibangun didaerah yang dekat dengan lokasi sumber bahan baku untuk memudahkan pengadaan dan transportasi dari bahan baku. Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan:

- Jarak bahan baku dengan pabrik.
- Kapasitas dari bahan baku yang ada di sumber.
- Penanganan dari bahan baku.

- Kemungkinan memperoleh bahan baku dari sumber yang lain.

3. Kondisi Iklim

Kondisi iklim di Indonesia yang cukup normal dengan keadaan suhu rata-rata yaitu 30-40 °C. Dipertengahan tahun pertama Indonesia mengalami musim kemarau sedangkan pada pertengahan selanjutnya Indonesia mengalami musim penghujan. Potensi gempa kawasan industri ini relative kecil mengingat geografis yang jauh dari cincin api (*ring of fire*) dan gunung berapi sehingga dapat dikatakan aman dan proses dapat berjalan lancar.

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai kondisi iklim:

- Keadaan lingkungan alam yang sulit akan menambah biaya konstruksi pembangunan pabrik.
- Kecepatan dan arah angin.
- Kemungkinan terjadinya gempa bumi.
- Pengaruh alam sekitar terhadap perluasan pada masa yang mendatang.

4. Utilitas

Kebutuhan air bersih dapat diperoleh dari Daerah Aliran Sungai (DAS) dekat dengan pabrik yang digunakan sebagai air untuk industri. Unit ini diperlukan untuk menjaga alat-alat produksi agar dapat berjalan dengan normal sehingga kondisi operasi alat tersebut akan tetap terjaga. Menentukan lokasi pabrik dengan suplai air yang cukup sangatlah penting bagi semua perusahaan.

Begitupun dengan masalah pengolahan limbah dan pengendalian limbah industri juga harus dipertimbangkan dalam proses penentuan dan perencanaan pembangunan industri.

5. Sumber listrik

Dalam pendirian suatu pabrik tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting. Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengadaan tenaga listrik dan bahan bakar suatu pabrik:

- Kemungkinan dan pengadaan tenaga listrik dan bahan bakar di lokasi pabrik untuk sekarang dan masa yang akan datang.
- Harga bahan bakar yang akan digunakan.

6. Transportasi

Untuk sarana transportasi seperti pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya. Permasalahan transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran dari suplai bahan baku dan pemasaran produk dapat terjamin dan dengan biaya operasi serendah mungkin dalam waktu yang singkat. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Jalan raya yang dapat dilalui mobil dan angkutan darat lain.
- Sungai atau laut yang dapat dilalui perahu dan kapal.
- Pelabuhan laut dan lapangan udara yang dengan lokasi pabrik.

Berikut adalah dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi:

a. Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan pabrik Polivinil Klorida (PVC) ini berupa Monomer Vinil Klorida (VCM) diperoleh dari dalam PT Asahimas Chemical. Ketersediaan bahan baku di Indonesia membuat harga pembelian bahan baku menjadi lebih murah dibandingkan bahan baku impor. Hal ini juga dapat meningkatkan efisiensi produk Polivinil Klorida (PVC) dalam negeri. Sedangkan air didapatkan dari sumber mata air terdekat yaitu air sungai. Pemilihan lokasi ini berdekatan dengan sumber bahan baku agar saat proses penyaluran bahan akan mendapatkan transportasi yang layak untuk ke lokasi pabrik dengan harga pengangkutan yang rendah.

b. Transportasi

Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik merupakan kawasan yang strategis karena merupakan kawasan industri. Telah memiliki sarana jalan raya sehingga pembelian bahan baku dan distribusi produk dapat dilakukan melalui jalan raya tersebut.

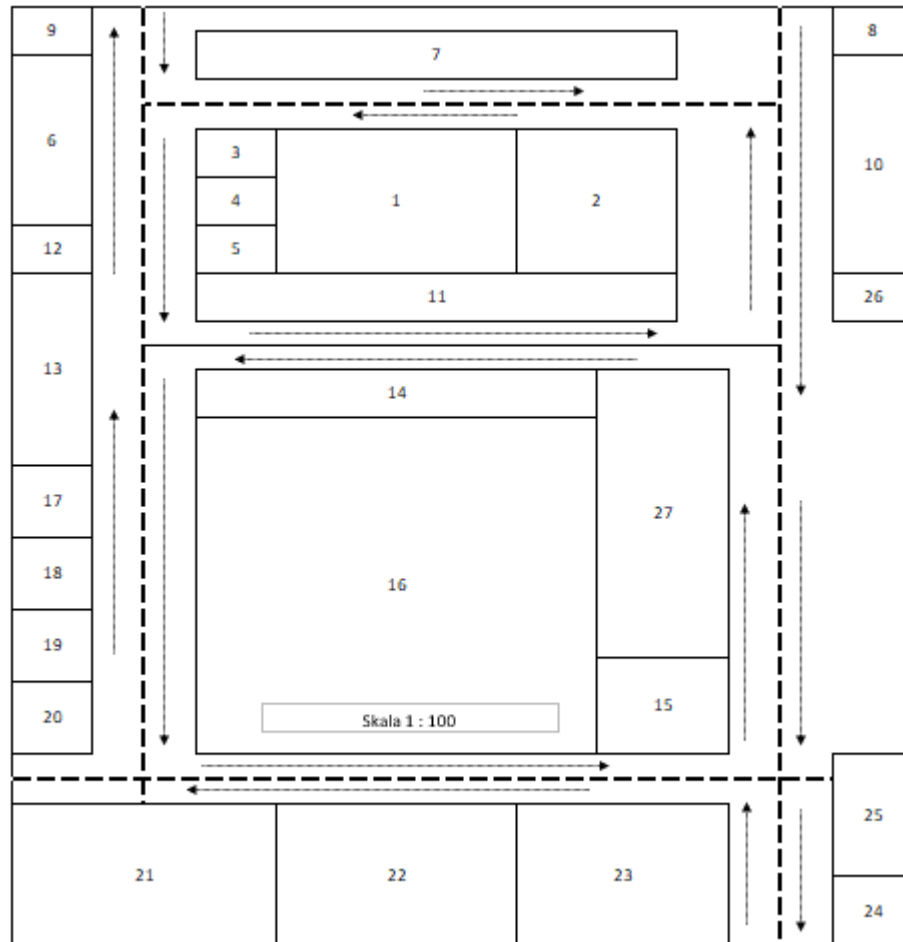
4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan rencana dari pengaturan yang sangat efektif dari fasilitas-fasilitas fisik dan tenaga kerja untuk menghasilkan produk. Dalam penentuan tata letak pabrik harus diperhatikan penempatan alat-alat produk sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain-lain harus terletak pada bagian yang efisien, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Tata letak pabrik meliputi perencanaan kebutuhan ruangan untuk semua aktifitas pabrik meliputi kantor, gudang dan semua fasilitas lainnya yang berhubungan dengan proses dalam menghasilkan produk. Tata letak suatu pabrik memiliki peranan penting dalam menentukan biaya konstruksi, produksi, efisiensi dan keselamatan kerja. Oleh karena itu tata letak pabrik harus disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan dikemudian hari.

Tabel 4.2 Luas Tanah & Bangunan Pabrik

No	Area	Panjang	Lebar	Luas (m ²)
1	Kantor	35	23	805
2	Gedung serbaguna	23	17	391
3	Masjid	10	8	80
4	Kantin	8	8	64
5	Koperasi	8	5	40
6	Area parkir utama	20	15	300
7	Pos satpam 1	5	4	20
8	Pos satpam 2	5	4	20
9	Poliklinik	15	8	120
10	Gudang	25	15	375
11	Area loading space 1	50	6	300
12	Area loading space 2	23	9	207
13	Area proses	60	50	3.000
14	Ruang alat	15	15	225
15	Laboratorium	15	15	225
16	Ruang control process	15	15	225
17	Ruang control utilitas	15	15	225
18	Area utilitas	40	30	1.200
19	Area parkir truk	20	16.5	330
20	Ruang listrik	12	10	120
21	Bengkel	19	12	228
22	Area pemadam kebakaran	14	8	112
23	UPL	30	25	750
24	Halaman depan kantor	60	6	360
25	Halaman belakang kantor	60	8	480
26	Perluasan Pabrik	57	23	1.311
27	Taman	28	14	392
28	Jalan			1.435
Luas Bangunan				13.340
Luas Tanah				14,000



Gambar 4.2 *Layout* pabrik PVC

Keterangan :

1. Kantor
2. Gedung Serbaguna
3. Masjid
4. Kantin

5. Koperasi
6. Area parkir utama
7. Halaman depan kantor
8. Pos satpam 1
9. Pos satpam 2
10. Taman
11. Halaman belakang kantor
12. Poliklinik
13. Gudang
14. Area *loading space*
15. Area *loading space 2*
16. Area proses
17. Ruang alat
18. Laboratorium
19. Ruang *control process*
20. Ruang *controll* utilitas
21. Area utilitas

22. UPL

23. Area pabrik truk

24. Ruang listrik

25. Bengkel

26. Area pemadam kebakaran

27. Perluasan pabrik

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses

Dalam perancangan tata letak alat proses pada pabrik Polivinil Klorida (PVC) ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan alat-alat proses, yaitu:

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan juga elavasi pipa, dimana untuk pipa diatas permukaan tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas bekerja.

b. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Harus terdapat aliran udara dan ventilasi disekitar area proses hal ini

bertujuan agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat-tempat yang dapat terjadi akumulasi bahan-bahan kimia yang berbahaya sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja.

c. **Pencahayaan**

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

d. **Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan**

Dalam perancangan tata letak alat proses perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah supaya apabila ada gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

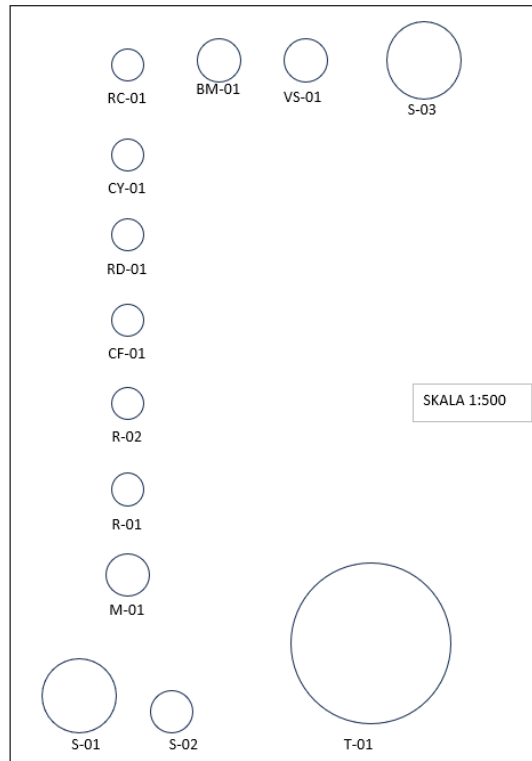
e. *Maintenance*

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan. Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada.

f. **Jarak Antara Alat Proses**

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi yang tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat-alat proses lainnya. Sehingga apabila terjadinya

ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.



Keterangan :

T : Tangki

S : Silo

M : Mixer

R : Reaktor

CF : Centrifuge

RD : Rotary Dryer

CY : Cyclone

RC : Rotary Cooler

BM : Ball Mill

VS : Vibrating Screen

4.4 Organisasi Perusahaan

1. Bentuk Organisasi

Pabrik Polivinil Klorida (PVC) yang akan didirikan direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum. Beberapa faktor yang menjadi alasan dalam pemilihan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas adalah sebagai berikut:

- a. Kemudahan dalam mendapatkan modal dengan menjual saham perusahaan maupun berasal dari bank.
- b. Kelancaran produksi hanya bisa dipegang oleh pimpinan perusahaan karena tanggung jawab pemegang saham yang sangat terbatas.
- c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris sehingga kelangungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.

- d. Efisiensi dari manajemen dimana para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup berpengalaman.
- e. Lapangan usaha yang lebih luas karena suatu perusahaan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini dapat memperluas usahanya.
- f. Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.

2. Struktur Organisasi

Dalam menjalankan perusahaan yang perlu dibutuhkan yaitu sumber daya manusia dan juga sistem manajemen atau organisasi yang mempunyai pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat disesuaikan dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Terbentuknya struktur organisasi yang baik dapat diperoleh dari manajemen perusahaan yang baik juga. Struktur organisasi membantu perusahaan untuk mengatur dan membagi bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing bagian autodivisi yang terbentuk di dalam perusahaan tersebut. Bagian-bagian atau jabatan yang akan dibentuk dalam perusahaan ini dimulai dari jenjang tertinggi dimana terdapat dua bentuk struktur organisasi yang baik yaitu sistem *line* dan staf. Ada dua jenis kelompok orang-orang yang

berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini diantaranya adalah sebagai berikut:

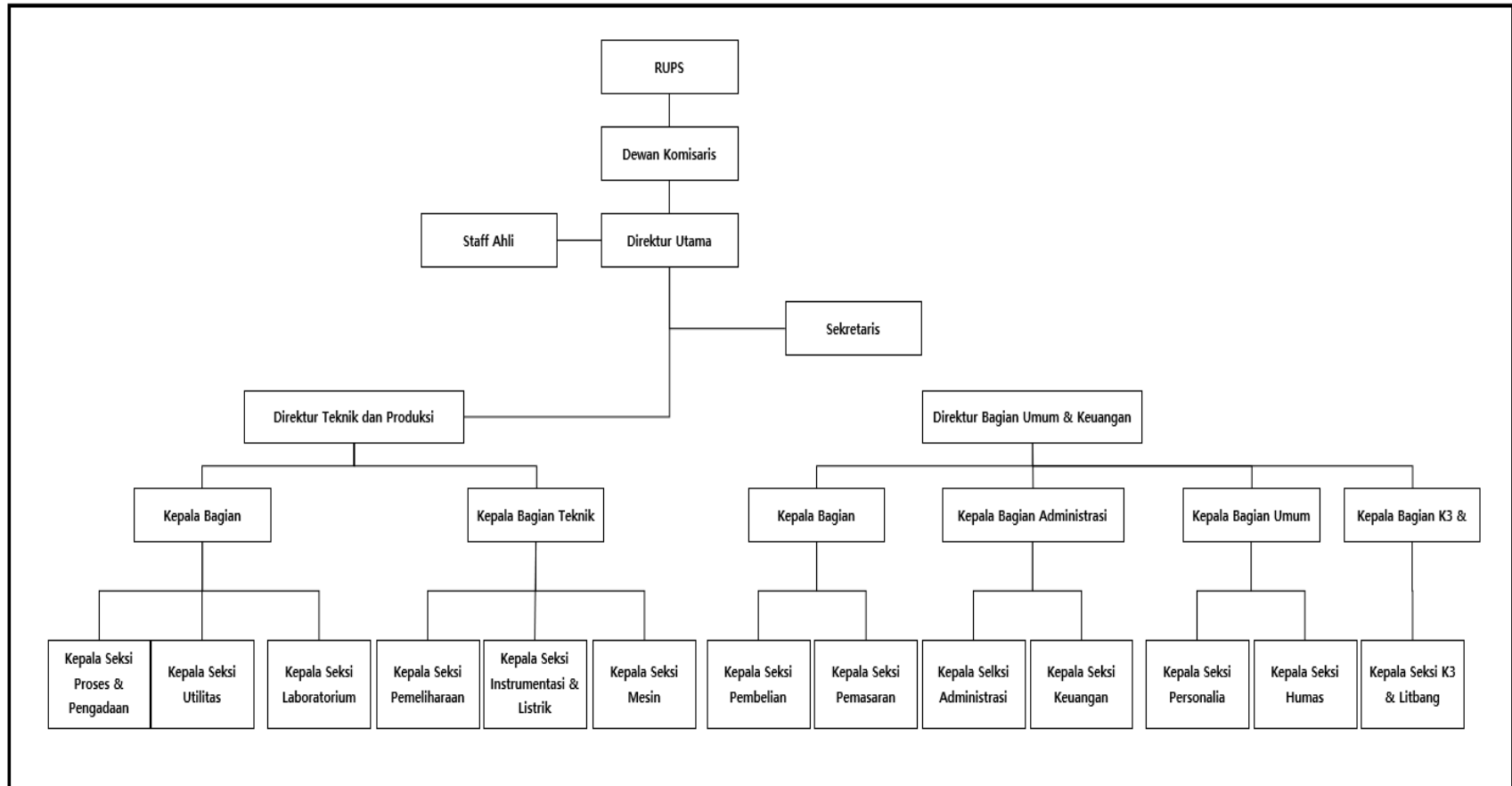
- a. sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- b. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilih perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Produksi membawahi bidang produksi, proses, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian, pemasaran, administrasi dan keuangan, personalia, humas dan keamanan serta penelitian dan pengembangan. Direktur membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan terbagi menjadi beberapa kelompok regu yang akan dipimpin oleh masing-

masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapai tujuan perusahaan. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. menjelaskan mengenai pembatasan tugas tanggung jawab dan wewenang.
- b. Sebagai materi pengantar untuk pejabat.
- c. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- d. Penyusunan rencana engembangan manajemen.
- e. Penataan ulang langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bilaterbukti kurang lancar dan tidak memenuhi syarat.



Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik PVC

3. Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

Pemegang saham berada diatas direktur umum adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuy Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang dalam:

1. Meminta pertanggung jawaban Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham apabila mengundurkan diri sesuai dengan musyawarah
3. Mengesahkan hasil-hasil kerja serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan
4. Menetapkan besar keuntungan tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, disimpan atau ditanamkan kembali.

b. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih RUPS yang merupakan pelaksana dari pemilik saham, sehingga bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris sebagai berikut:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.
2. Melaksanakan pengawasan terhadap seluruh aktivitas dan pelaksanaan tugas direktur.
3. Membantu Direktur Utama dalam kegiatan yang bersifat penting.

c. Direktur Utama

Direktur utama memiliki jabatan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab sepenuhnya terhadap keberhasilan perusahaan sesuai dengan target dari RUPS. Direktur utama sebagai pimpinan tertinggi dalam perusahaan memiliki tanggung jawab atas segala tindakan dan kebijaksanaan terhadap dewan komisaris. Tugas-tugas Direktur utama meliputi:

1. Memimpin dan mengembangkan perusahaan secara efektif dan efisien.
2. Merumuskan dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
3. Mengusulkan kerja sama dengan pihak eksternal demi kepentingan perusahaan.
4. Mewakili perusahaan untuk menjalin hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.

5. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap orang yang bekerja dalam perusahaan.

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Utama akan dibantu oleh Sekretaris, Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Berikut merupakan tugas masing-masing sebagai berikut:

1. Sekretaris

Sekretaris diangkat oleh direktur utama untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lain untuk membantu dalam menangani administrasi perusahaan.

2. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab langsung terhadap direktur utama. Tugas direktur teknik dan produksi adalah memimpin semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang memiliki hubungan dengan bidang produksi, operasi, teknik, utilitas, pengembangan, pemeliharaan, pengadaan, dan laboratorium. Direktur teknik dan produksi dibantu oleh dua kepala bagian, yaitu:

- a. Kepala Bagian Produksi

Tugas dari kepala bagian produksi adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang produksi, proses, pengendalian, dan laboratorium. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian

produksi dibantu oleh beberapa seksi yaitu, seksi proses & pengendalian, seksi utilitas dan seksi laboratorium.

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas dari kepala bagian teknik adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang teknik dan pemeliharaan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian teknik dibantu oleh 3 Kepala seksi yaitu seksi pemeliharaan, seksi instrumentasi & listrik serta seksi mesin.

3. Direktur Keuangan dan Umum

Direktur keuangan dan umum bertanggung jawab langsung terhadap direktur utama. Tugas direktur keuangan dan umum adalah memimpin semua kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktur keuangan dan umum dibantu oleh beberapa kepala bagian yaitu:

a. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas kepala bagian pemasaran adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang pembelian bahan baku dan pemasaran produk. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian pemasaran

dibantu oleh dua kepala seksi, yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

b. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas kepala bagian administrasi dan keuangan adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan operasional perusahaan serta pembukuan dan pengaturan gaji karyawan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian administrasi dan keuangan dibantu oleh dua kepala seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

c. Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang personalia, humas, dan keamanan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian umum dibantu oleh kepala seksi, yaitu seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

d. Kepala Bagian K3 dan Litbang

Tugas dari kepala bagian K3 dan litbang yaitu mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang K3 dan litbang. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian K3 dan litbang dibantu oleh dua kepala seksi, meliputi seksi K3 dan seksi Litbang.

d. Staf Ahli

Staff ahli memiliki tugas memberi masukan, berupa saran, nasihat, dan pandangannya terhadap segala aspek operasional yang terlibat dalam perusahaan.

4. Pengaturan Jam Kerja

Pabrik *Polyvinyl Chloride* (PVC) dari *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) direncanakan akan dioperasikan selama 330 hari selama 1 tahun secara kontinyu dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *shut down*. Menurut pengaturan jam kerja, karyawan dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu:

- a. Karyawan non-shift yaitu karyawan yang bekerja selama 5 hari dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari Sabtu, Minggu dan hari besar ditetapkan sebagai hari libur. Karyawan non-shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan non-shift adalah Direktur Utama, Sekretaris, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Berikut merupakan perincian jam kerja karyawan non-shift sebagai berikut:

Tabel 4.4 Jadwal Jam Kerja Karyawan Non-Shift

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin – Kamis	08.00 – 17.00	12.00 – 13.00
Jum'at	08.00 – 17.00	11.30 – 13.00

- b. Karyawan Shift, yaitu karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari perusahaan yang memiliki hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi selama 24 jam. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Adapun jam kerja shift dalam 1 hari diatur dalam 3 shift diantaranya sebagai berikut:

Tabel 4.4 Jadwal Jam Kerja Karyawan Shift

Kelompok Kerja	Jam Kerja	Jam Istirahat
Shift 1	08.00 – 16.00	12.00 – 13.00
Shift 2	16.00 – 00.00	18.30 – 19.30
Shift 3	00.00 – 08.00	04.00 – 05.00

Karyawan shift dilakukan dalam 4 kelompok (A/B/C/D) dimana dalam satu hari kerja hanya tiga kelompok yang masuk dan ada satu kelompok yang libur. Setiap kelompok mempunyai giliran enam hari kerja dan dua hari libur untuk setiap minggunya. Untuk hari libur atau hari besar yang sudah ditentukan oleh pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk, akan tetapi dihitung kerja lembur dan mendapat intensif tambahan. Masing-masing shift dikepalai oleh satu orang kepala shift. Jadwal kerja masing-masing kelompok sebagai berikut:

Tabel 4.4 Jadwal Kerja Setiap Kelompok

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

Tabel 4.4 Jadwal Kerja Setiap Kelompok

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

Keterangan:

P : Shift Pagi (08.00 – 16.00)

S : Shift Sore (16.00 - 00.00)

M : Shift Malam (00.00 – 08.00)

L : Libur

5. Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji

Gaji pokok karyawan diatur berdasarkan jabatan, keahlian dan kecakapan karyawan, masa kerja serta prestasi kerja. Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif. Berikut merupakan rincian jumlah tenaga kerja dan sistem penggajiannya.

Tabel 4.4 Jumlah Kerja dan Sistem Penggajian

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji	Gaji/Tahun
1	Direktur Utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000	Rp 540.000.000
2	Direktur Teknik dan Operasi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
4	Direktur SDM dan Umum	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
5	Kepala Bagian Produksi dan Utilitas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
6	Kepala Bagian Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
7	Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, Pengendalian Mutu	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
8	Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
9	Kepala Bagian Administrasi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
10	Kepala Bagian Humas dan Keamanan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000

11	Kepala Bagian K3 dan Lingkungan	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000	Rp 180,000,000
12	Kepala Seksi Proses	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
13	Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
14	Kepala Seksi Utilitas	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
15	Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
16	Kepala Seksi Listrik dan Instrument	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
17	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
18	Kepala Seksi Laboratorium dan Pengembangan Mutu	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
19	Kepala Seksi Keuangan	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
20	Kepala Seksi Pemasaran	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
21	Kepala Seksi Tata Usaha	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
22	Kepala Seksi Personalia	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
23	Kepala Seksi Hubungan Masyarakat	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
24	Kepala Seksi Keamanan	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
25	Kepala Seksi K3	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
26	Kepala Seksi Lingkungan	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
27	Karyawan Produksi	4	Rp 6,000,000	Rp 24,000,000	Rp 288,000,000
28	Karyawan Utilitas	4	Rp 6,000,000	Rp 24,000,000	Rp 288,000,000
29	Karyawan Bahan Baku dan Produk	6	Rp 6,000,000	Rp 36,000,000	Rp 432,000,000

30	Karyawan Listrik, Instrumentasi dan Pemeliharaan	6	Rp 6,000,000	Rp 36,000,000	Rp 432,000,000
31	Karyawan Litbang	4	Rp 6,000,000	Rp 24,000,000	Rp 288,000,000
32	Karyawan K3 dan Pengolahan Limbah	6	Rp 6,000,000	Rp 36,000,000	Rp 432,000,000
33	Karyawan Kas/Anggaran	4	Rp 5,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
34	Karyawan Pemasaran/Penjualan	4	Rp 5,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
35	Karyawan Humas dan Keamanan	8	Rp 5,000,000	Rp 40,000,000	Rp 480,000,000
36	Karyawan Administrasi	6	Rp 5,000,000	Rp 30,000,000	Rp 360,000,000
37	Operator Produksi	30	Rp 7,000,000	Rp 210,000,000	Rp 2,520,000,000
38	Operator Utilitas	15	Rp 7,000,000	Rp 105,000,000	Rp 1,260,000,000
39	Sekretaris	4	Rp 6,500,000	Rp 26,000,000	Rp 312,000,000
40	Dokter	2	Rp 10,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
41	Perawat	4	Rp 5,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
42	Supir	6	Rp 3,900,000	Rp 23,400,000	Rp 280,800,000
43	Cleaning Service	10	Rp 3,900,000	Rp 39,000,000	Rp 468,000,000
44	Security	9	Rp 3,900,000	Rp 35,100,000	Rp 421,200,000
45	Kepala Seksi Pendataan Audit	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
46	Kepala Seksi Perencanaan Keuangan	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
47	Kepala Seksi Pengendalian Keuangan	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000
48	Kepala Seksi Pengadaan Bahan Baku	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120,000,000

49	Kepsi Seksi Pengadaan Bahan Pendukung	1	Rp 10,000,000	Rp 10,000,000	Rp 120.000.000
50	Kepala Seksi Akuntansi	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
Total		164	Rp 553.200.000	Rp 1.218.500.000	Rp 14.622.000.000

6. Fasilitas dan Hak Karyawan

Berikut fasilitas serta hak karyawan yang diberikan oleh perusahaan untuk menunjang aktifitas kerja karyawan di antaranya adalah sebagai berikut:

a. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Setiap karyawan dalam perusahaan mempunyai hak cuti maksimal sebanyak 12 hari dalam satu tahun. Apabila dalam waktu satu tahun tersebut hak cuti tidak digunakan, maka hak cuti akan hilang dan tidak dapat diakumulasikan untuk tahun selanjutnya.

2. Cuti Masal

Setiap tahun diberikan cuti masal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

3. Cuti Hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

b. Hari Libur Nasional

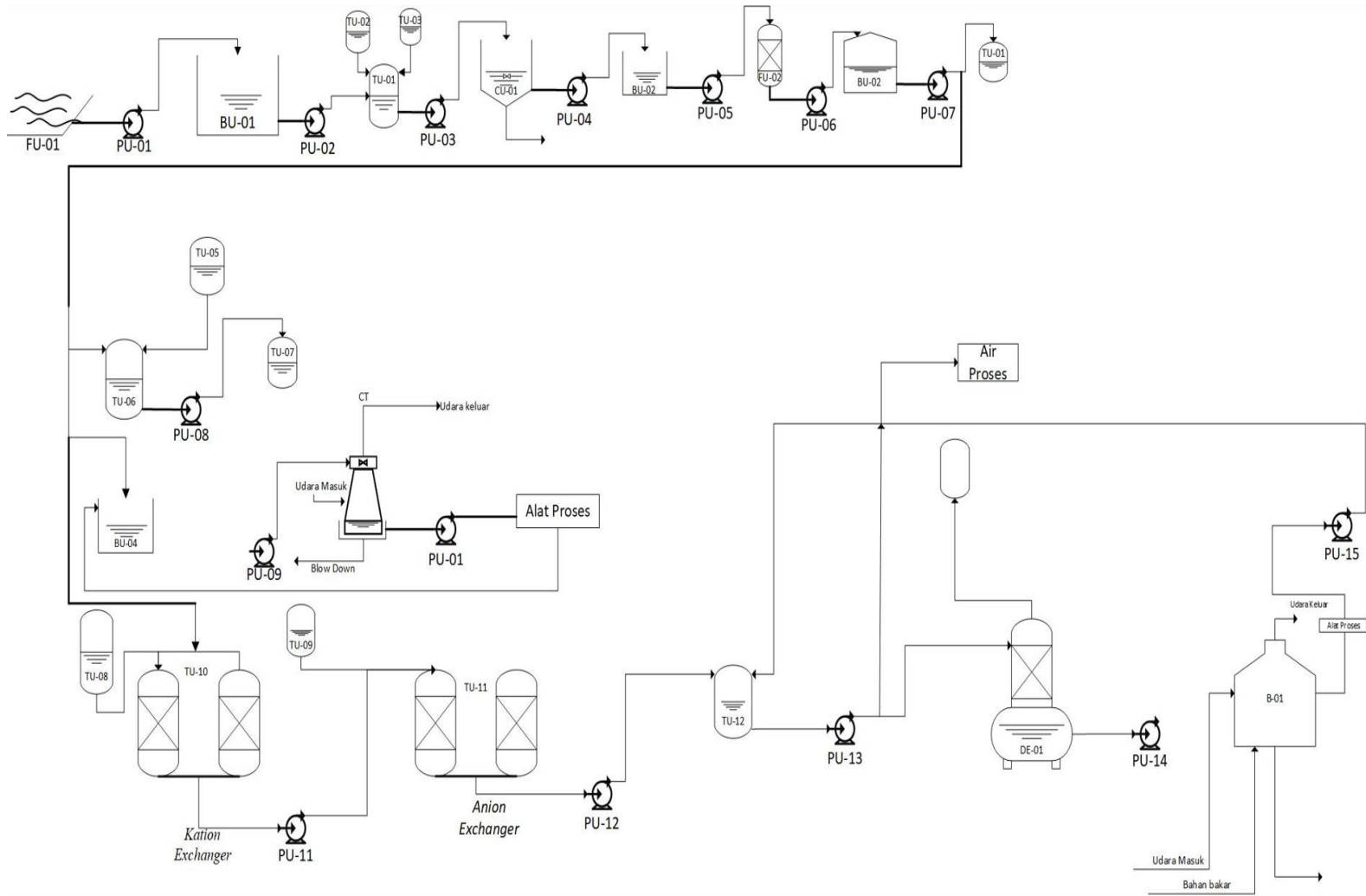
Untuk karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional adalah hari liburkerja. Sedangkan untuk karyawan shift, pada hari libur nasional tetap masukkerja dengan catatan hari tersebut diperhitungkan sebagai hari kerja lembur (*overtime*).

BAB V

UTILITAS

Utilitas merupakan bagian yang penting untuk kelancaran jalannya proses produksi di industri kimia. Sarana penunjang adalah sara lain yang diperlukan bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Proses produksi suatu pabrik industri kimia tidak akan berjalan dengan baik jika tidak ada unit utilitas didalamnya. Adapun unit utilitas yang diperlykan dalam perancangan pabrik. meliputi:

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*water Treatment System*)
- b. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- c. Unit pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- d. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Intrument Air System*)
- e. Unit Penyediaan Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah



Gambar 5.1 Diagram Alir Utilitas

Keterangan Alat:

FU-01	: Saringan
FU-02	: Saringan Pasir
BU-01	: Bak Pengendap Awal
BU-02	: Bak Pengendap 2
BU-03	: Bak Penampung Sementara
BU-04	: Bak Air Pendingin
CU-01	: <i>Clarifier</i>
CT	: <i>Cooling Tower</i>
De-01	: <i>Deaerator</i>
B-01	: <i>Boiler</i>
TU-01	: Tangki Penggumpal
TU-02	: Tangki Tawas
TU-03	: Tangki Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$
TU-04	: Tangki Air Bertekanan
TU-05	: Tangki Penyimpanan Klorin
TU-06	: Tangki Klorinasi
TU-07	: Tangki Air Bersih
TU-08	: Tangki Penyimpanan H_2SO_4
TU-09	: Tangki Penyimpanan NaOH

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik Polivinil Klorida (PVC) ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan beberapa pertimbangan. Air yang digunakan dalam perancangan pabrik Polivinil Klorida (PVC) ini bersumber dari sungai Tugu Selamat Datang Anyer yang berlokasi di kota Cilegon, Banten. Air sungai akan digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik sebagai sumber untuk mendapatkan air adakah sebagai berikut:

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala mengalami kekeringan maupun kekurangan air dapat terjaga.
2. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, serta biaya pengolahannya lebih murah dibandingkan dengan pengolahan air laut yang lebih rumit dan biayanya cukup besar karena memiliki kandungan mineral dan garam yang perlu dipisahkan.

Secara umum, kebutuhan yang diperlukan sebagai utilitas pabrik *polivynil chloride* (PVC) digunakan untuk keperluan sebagai berikut:

1. Air Domestik (*Domestic Water*)

Domestic water merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan dan sebagainya. Air domestik yang digunakan harus memenuhi persyaratan seperti:

- a. Air jernih
- b. Tidak berasa
- c. Tidak beracun
- d. Tidak berbau
- e. Tidak mengandung zat organik dan anorganik

2. Air Pendingin (*Cooling Water*)

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakan air pendingin sebagai media pendingin, antara lain:

- a. Air dapat diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- b. Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan.
- c. Memiliki daya serap terhadap panas per satuan volume yang cukup tinggi.
- d. Tidak terdekomposisi

Namun, terdapat beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada dalam air pendingin, seperti:

- a. Silika, karena dapat menyebabkan kerak.

b. Oksigen terlarut. karena dapat menyebabkan korosi.

c. Besi. karena dapat menyebabkan korosi.

3. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Service water merupakan air yang digunakan untuk kebutuhan layanan umum atau karyawan seperti bengkel, klinik, laboratorium, masjid dan sebagainya. Kriteria *service water* yang digunakan sama seperti *domestic water*.

4. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Air umpan *boiler* merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan *steam* yang digunakan untuk menunjang kelangsungan proses produksi. Berikut merupakan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menangani air umpan *boiler* antara lain:

a. Zat yang menyebabkan korosi

Beberapa kandungan yang dapat menyebabkan korosi pada *boiler* adalah larutan asam dan gas-gas terlarut seperti CO_2 , O_2 , NH_3 , H_2S dan SO_2 .

b. Zat yang menyebabkan kerak.

Dapat menyebabkan kerak pada *boiler* adalah adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam karbonat dan silika.

5. Air Proses

Air proses merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada area proses produksi. Air proses yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti:

- a. Air jernih
- b. Tidak berasa
- c. Tidak berbau
- d. Tidak mengandung zat organik dan anorganik

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Air sungai tidak dapat langsung digunakan. memerlukan beberapa pengolahan untuk dapat dipakai sebagaimana mestinya. Beberapa tahapan dalam pengolahan air yaitu:

1. Penghisapan

Air dari sungai di Pompa dan dialirkan menuju alat penyaringan (*screen*) untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah tahap *screening* air akan ditampung didalam bak penampungan awal.

2. *Screening*

Tahap ini dilakukan untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran cukup besar seperti daun, ranting dan sampah-sampah lainnya tanpa menggunakan bahan kimia. Sedangkan partikel kecil yang masih terbawa akan diolah di tahap-tahap berikutnya. Pada sisi hisap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) untuk meminimalisir alat penyaring pada proses selanjutnya menjadi kotor dan menjadi cepat rusak.

3. Penggumpalan

Koagulasi merupakan proses penggumpalan partikel koloid akibat penambahan bahan koagulan atau zat kimia sehingga partikel-partikel tersebut bersifat netral dan membentuk endapan karena gravitasi. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses *flokulasi* dapat berjalan efektif, perlu ditambahkan $Ca(OH)_2$ yang berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan proses *flokulasi* bertujuan untuk menggumpalkan partikel-partikel tersebut menjadi *flok* dengan ukuran yang memungkinkan untuk dipisahkan dengan sedimentasi dan *Filtrasi*.

4. Pengendapan

Pengendapan ini dilakukan di dalam bak pengendapan yang bertujuan untuk mengendapkan *flok* yang terbentuk dari proses *koagulasi-flokulasi*. Bentuk-bentukan *flok* tadi akan mengendap yang selanjutnya dapat dibuang (*blow down*).

5. *Sand Filter*

Air dari bak pengendap yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya memasuki alat *sand filter* untuk *difiltrasi*.

Filtrasi ini bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air. Seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , dan lain-lain dengan menggunakan resin. *Sand Filter* dicuci (*back wash. rinse*) bila sudah dianggap kotor.

6. Penampungan Sementara

Air yang sudah melalui tahap *Filtrasi* bisa disebut sebagai air bersih dan ditampung dalam bak penampung air sementara. Air tersebut kemudian didistribusikan untuk keperluan:

1. Air domestik *dan Service water*
2. Air Proses
3. Air pendingin
4. *Steam Water*

7. Klorinasi

Klorinasi air adalah proses penambahan klorin (Cl_2) atau *hipoklorit* pada air. Tujuan dari proses klorinasi ini adalah untuk membunuh bakteridan mikroba dalam air sehingga air aman untuk digunakan dalam keseharian.

8. Demineralisasi

Tujuan dari proses demineralisasi adalah menghilangkan ionion yangterkandung pada *filtered water* untuk umpan *boiler*. Proses demineralisasi ini terbagi menjadi 2. yaitu pelunakan air dan dealkalinasi. Proses pelunakan air terjadi pada kation *exchanger*. Di dalam kation

exchanger. mineral-mineral sadah seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , dan mineral lainnya akan dibebaskan dari air bersih. Mineral ini akan ditangkap oleh suatu resin berjenis *hydrogen- zeolite*. Resin memiliki kapasitas untuk menangkap ion-ion ini. Suatu wakturesin tidak mampu lagi untuk menangkap mineral. maka akan disubjekkan kedalam proses regenerasi resin. Regenerasi resin kation *exchanger* dilakukan dengan penambahan asam kuat H_2SO_4 .

Air keluaran dari kation *exchanger* adalah air bebas mineral yang tendensi untuk membentuk scalling-nya sudah diminimalkan. Air yang telah melewati kation *exchanger* akan disubjekkan kedalam anion *exchanger* untuk dilakukan proses dealkalinasi. Proses ini bertujuan untuk menangkap ion-ion negatif seperti HCO_3^{-} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^{-} , dan lain-lain. Ion negatif ini harus ditangkap karena akan jika air bersifat basa ini dipanaskan. akan berpotensi untuk membentuk gas CO_2 yang bisa menurunkan performa *boiler* dan alat proses lainnya. Proses penangkapan ion-ion memiliki mekanisme yang mirip pada proses pelunakanair.

Perbedaan utama nya adalah jenis resin yang digunakan. Jenis resin yangdigunakan *weakly basic anion exchanger*. Pada proses ini. saat resin sudah memenuhi kapasitasnya untuk menangkap ion. resin akan diregenerasikan dengan menambahkan basa kuat NaOH . Air keluaran dari

anion exchanger ini sudah bisa digunakan sebagai air proses. Tetapi untuk penggunaan sebagai air umpan *boiler*. perlu dilakukan proses lebih lanjut.

9. Dearasi

Air keluaran dari proses demineralisasi yang akan dijadikan umpan *boiler* akan disubjekkan ke proses dearasi untuk menghilangkan gas-gas terlarut dalam air. terutama gas O_2 yang berpotensi untuk menyebabkan korosi pada *boiler*. Korosi pada *boiler* memiliki konsekuensi yang sangat berbahaya. selain perpendekan umur *boiler*. Pengikisan di dalam *boiler* berpotensi menyebabkan peledakan dikarenakan ekspansi tekanan yang tidak sesuai dengan tekanan desain. Untuk menghilangkan gas-gas terlarut. senyawa N_2H_4 (hidrazin) ditambahkan untuk meningkatkan O_2 dan gas terlarut lainnya. Setelah dihilangkan kandungan gas terlarut. maka air keluaran dearator dapat langsung diumpankan ke *boiler feed water*. kemudian diumpankan ke *boiler*. Di dalam *boiler* akan berlangsung proses pembangkitan air menjadi *steam*. Namun. untuk menjaga konsentrasi *suspended solid* yang terakumulasi di dalam *boiler*. dilakukan sistem *blowdown* pada periode tertentu sehingga menghilangkan sejumlah air. Untuk mengganti air yang hilang tersebut. ditambahkan *make up water* agar tetap memenuhi kebutuhan proses.

5.1.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik di pabrik PVC ini dipenuhi oleh PLN. Selain itu listrik cadangan dihasilkan dari generator pabrik apabila ada gangguan pasokan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Energi listrik yang dihasilkan generator berasal dari putaran poros engkol yang digerakkan oleh panas yang dihasilkan dari bahan bakar solar. Spesifikasi generator yang digunakan dalam pabrik ini yaitu:

Kapasitas : 1.000 kW

Jenis : AC Generator

Jumlah : 1

Berikut merupakan rincian untuk kebutuhan listrik pabrik Polivinil Klorida (PVC) sebagai berikut:

a. Kebutuhan listrik alat Proses

Tabel 5.1.3 Total Kebutuhan Listrik Alat Proses

No.	Jenis Alat	Kode Alat	Hp	kW
1	Bucket Elevator	BE	1,5	1,1
2	Belt conveyor	BC	0,8	0,6
3	Centrifuge	CF-01	400,00	298,28
4	Pompa	P	0,75	0,559275
5	Reaktor	R	1,00	0,75
6	Rotary Cooler	RC-01	0,25	0,186425
7	Rotary Dryer	RD-01	0,026	0,019
8	Ball Mill	BM-01	0,75	0,559
9	Vibrating Screen	VS-01	50	37,285

Total	455,08	339,35
--------------	---------------	---------------

b. Kebutuhan listrik untuk Utilitas

Tabel 5.1.3 Total Kebutuhan Listrik Utilitas

No.	Jenis Alat	Kode Alat	Hp	kW
1	Kompressor	KU-01	3,00	2,24
2	Blower Cooling Tower	BU-01	2,00	1,49
3	Pengaduk Flokulator	MU-01	0,50	0,37
4	Klarifier	KL-01	0,50	0,37
8	Pompa utilitas 1	PU-01	1,00	0,75
9	Pompa utilitas 2	PU-02	1,00	0,75
10	Pompa utilitas 3	PU-03	2,00	1,49
11	Pompa utilitas 4	PU-04	1,00	0,75
12	Pompa utilitas 5	PU-05	2,00	1,49
13	Pompa utilitas 6	PU-06	2,00	1,49
14	Pompa utilitas 7	PU-07	2,00	1,49
15	Pompa utilitas 8	PU-08	0,17	0,12
16	Pompa utilitas 9	PU-09	2,00	1,49
17	Pompa utilitas 10	PU-10	0,05	0,04
18	Pompa utilitas 11	PU-11	0,05	0,04
19	Pompa utilitas 12	PU-12	0,05	0,04
20	Pompa utilitas 13	PU-13	0,05	0,04
21	Pompa utilitas 14	PU-14	0,05	0,04
22	Pompa utilitas 15	PU-15	2,00	1,49
Total			21,42	15,97

Sehingga total kebutuhan listrik untuk proses dan utilitas sebesar 335,32 kW kemudian di *over design* 10% didapatkan sebesar 390,853.

c. Kebutuhan listrik untuk penerangan

Power yang dibutuhkan untuk alat penerangan diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik:

$$P : 15\% \times 335,32$$

kWP : 53,30 kW

Over design 10% : 117.256 kW

d. Kebutuhan listrik alat kontrol

Power yang dibutuhkan untuk alat kontrol diperkirakan 25% dari

total kebutuhan listrik:

P : 25% x 335,32

: 88,83 kW

Over design 10% : 97,713

e. Kebutuhan listrik untuk peralatan kantor

Power yang dibutuhkan untuk kantor seperti (AC. Komputer dan lain-lain) diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik:

P : 15% x 335,32

: 53,30 kW

Over design 10% : 58,30 kW

f. Kebutuhan listrik untuk bengkel. laboratorium dan lain-lain

Power yang dibutuhkan untuk bengkal. laboratorium dan lain-lain diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik:

P : 15% x 335,32

: 53,30 kW

Over design 10% : 58,628 kW

Total kebutuhan listrik pabrik Polivinil Klorida dapat dilihat berdasarkan sebagai berikut:

Tabel 5.1.3 Total Kebutuhan Listrik

No.	Kebutuhan Listrik	kW
1	Listrik proses dan utilitas	390,85
2	Listrik instrumentasi	97,71
3	Listrik AC dan penerangan	117,25
4	Listrik bengkel dan laboratorium	14,22
Total Kebutuhan listrik		620,04

5.1.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Dalam pabrik Polivinil Klorida ini dibutuhkan udara tekan untuk menggerakkan instrumen-instrumen *control* sebagai penggerak alat-alat kontrol di pabrik yang bekerja secara pneumatis. Tekanan udara instrumen yang digunakan adalah 7,2 bar. Dalam pabrik *polyvinyl chloride* (PVC) ini terdapat sekitar 14 alat kontrol yang memerlukan udara tekan untuk menggerakkannya. Mekanisme atau proses untuk membuat udara tekan yaitu udara lingkungan ditekan menggunakan *compressor* yang dilengkapi *filter* (penyaring) udara hingga mencapai tekanan 7,2 bar. selanjutnya udara tersebut dialirkan menuju alat kontrol dan alat proses yang membutuhkannya. Total kebutuhan udara instrumen diperkirakan sebesar 26 m³/jam. Udara yang digunakan harus dalam keadaan kering sehingga begitu keluar dari *blower*. udara dilewatkan melalui sebuah tangki udara (bejana pengering) yang berisi *silica gel*.

5.1.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada *boiler*. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebesar 28,0009 kg/jam.

5.1.6 Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Polivinil Klorida (PVC) dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu:

- a. Bahan buangan cair
 1. Buangan air domestik
 2. *Blow down cooling water*
 3. *Back washfilter*: air berminyak dari popa

Air buangan domestik berasal dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi gas klorin.

Air limbah dari laboratorium diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment*. (pengendapan dan penyaringan). *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*.

b. Bahan buangan udara dari unit proses

Untuk menghindari pencemaran dari bahan buangan padat maka dilakukan penanganan terhadap bahan buangan tersebut dengan cara membuat unit pembuangan limbah yang aman bagi lingkungan sekitar.

5.1.7 Unit Penyedia Gas Inert

Unit ini bertujuan untuk menyediakan udara panas yang dipergunakan untuk *Rotary Dryer*. Udara panas yang dipergunakan sebesar 37916,8804 Kg/Jam.

5.1.8 Spesifikasi Alat Utilitas

Tabel 5.1.8 Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai yang melewati <i>screening</i> (FU-01) ke bak pengendapan I (BU-01)	Mengalirkan air dari Bak pengendapan I (BU-01) ke Tangki <i>Flokulator/</i> penggumpal (TU-01)	Mengalirkan air dari Tangki <i>Flokulator/</i> penggumpal (TU-01) ke Klarifier (KL-01)	Mengalirkan air dari Klarifier (KL-01) ke Bak Pengendap 2 (BU-02)	Mengalirkan air dari Bak Pengendap 1 (BU-02) ke Bak Saringan Pasir/ <i>Sand Filter</i> (FU-02)
Jenis Bahan			<i>Single Stage Centrifugal Pump</i> <i>Cast Iron</i>		
Kapasitas (gpm)	32,30	32,30	32,30	32,30	32,20
Ukuran Pipa					
IPS	4	4	4	4	4
No. Sch	40	40	40	40	40
OD (in)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
ID (in)	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03
Efisiensi Pompa	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Tenaga Pompa (Hp)	0,16	0,37	1,15	0,58	0,58
Tenaga Motor (Hp)	1	1	2	1	1

Tabel 5.1.8 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Saringan Pasir/Sand <i>Filter</i> (FU-02) ke Bak Penampungan Sementara (BU-03)	Mengalirkan air dari Bak Penampungan Sementara (BU-03) ke Pengolahan Air untuk kebutuhan Air Bertekanan. Air Domestik. Air Pendingin. dan <i>Steam</i>	Mengalirkan air dari Tangki Klorinasi (TU-06) ke Tangki Penampungan Air Bersih (TU-07)	Mengalirkan air dari Bak Air Pendingin (BU-04) ke Cooling Towe (CL-01)	Mengalirkan air dari Alat Proses ke Bak Air Pendingin (BU-04)
Jenis Bahan			<i>Single Stage Centrifugal Pump Cast Iron</i>		
Kapasitas (gpm)	32,30	32,30	2,32	17,56	2,32
	Ukuran Pipa				
IPS	4	4	4	4	4
No. Sch	40	40	40	40	40
OD (in)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
ID (in)	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03
Efisiensi Pompa	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Tenaga Pompa (Hp)	0,58	0,58	0,17	1,62	0,03
Tenaga Motor (Hp)	2	2	1	2	0,05

Tabel 5.1.8 Lanjutan Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14	PU-15
Fungsi	Mengalirkan air dari Kation <i>Exchanger</i> ke Anion <i>Exchanger</i>	Mengalirkan air dari Anion <i>Exchanger</i> ke BakUmpan <i>Boiler</i>	Mengalirkan air dari Baik Umpan <i>Boiler</i> ke Deaerator	Mengalirkan air dari Deaerator ke <i>Boiler</i>	Mengalirkan air dari Alat Proses ke Bak Umpan <i>Boiler</i>
Jenis Bahan	<i>Single Stage Centrifungal Pump Cast Iron</i>				
Kapasitas (gpm)	0,93	0,93	0,50	0,50	0,60
Ukuran Pipa					
IPS	1	1	0,75	0,5	1
No. Sch	40	40	40	40	40
OD (in)	1,32	1,32	1,05	0,84	1,32
ID (in)	1,05	1,05	0,82	0,62	1,05
Efisiensi Pompa	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Tenaga Pompa (Hp)	0,04	0,04	0,01	0,01	0,005
Tenaga Motor (Hp)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tabel 5.1.8 Spesifikasi Bak Utilitas

Bak	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air	Mengendapkan endapan yang berbentuk <i>folk</i> dengan proses <i>flokulasi</i>	Menampung sementara <i>raw water</i> setelah disaring <i>sand filter</i>	Menampung untuk kebutuhan <i>cooling tower</i>
jenis			Bak persegi	
Bahan			Beton bertilang	
	Spesifikasi			
Kapasitas (m ³ /jam)	75,0948	75,0948	75,0948	3,400
Panjang (m)	5,3155	5,3155	5,3155	5,807
Lebar (m)	5,3155	5,3155	5,3155	5,807
Tinggi (m)	2,6578	2,6578	2,6578	2,903

Tabel 5.1.8 Spesifikasi Tangki Utilitas

Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	TU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari Kation <i>Exchanger</i> ke Anion <i>Exchanger</i>	Mengalirkan air dari Anion <i>Exchanger</i> ke BakUmpan <i>Boiler</i>	Mengalirkan air dari Baik Umpan <i>Boiler</i> ke Deaerator	Mengalirkan air dari Deaerator ke <i>Boiler</i>	Mengalirkan air dari Alat Proses ke Bak Umpan <i>Boiler</i>
Jenis Bahan	Tangki silinder tegak <i>Carbon steel</i>				
Spesifikasi					
Tinggi (m)	2,1224	1,1096	1,2178	2,5463	0,071
Diameter (m)	2,1224	0,5548	0,6089	2,5463	0,070711
Volume (m ³)	7,5053	0,2681	0,3545	12,9600	0,000278
Jenis impeller	Marine propeller	-	-	-	-
Jumlah impeller	1	-	-	-	-
Power motor	0,5	-	-	-	-
Jumlah	1	1	1	1	1

Tabel 5.1.8 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas

Kode	TU-06	TU-07	TU-08	TU-09	TU-10
Fungsi	mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	Menyimpan H ₂ SO ₄ untuk regenerasi penukar kation	Menyimpan H ₂ SO ₄ untuk regenerasi penukar anion	Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air dengan cara mengikat ionion positif (Na ⁺ . Ca ²⁺ . Ba) yang ada dalam air
Jenis Bahan	Tangki silinder tegak <i>Carbon steel</i>				
Spesifikasi					
Tinggi (m)	0,8828	2,5463	1,5479	0,9514	1,9050
Diameter (m)	0,8828	2,5463	1,5479	0,9514	0,3446
Volume (m ³)	0,5400	12,9600	2,9115	0,6761	0,0165
Jenis impeller	-	-	-	-	-
Jumlah impeller	-	-	-	-	-
Power motor	-	-	-	-	-
Jumlah	1	1	1	1	2

Tabel 5.1.8 Lanjutan Spesifikasi Tangki Utilitas

Kode	TU-11	TU-12	TU-13
Fungsi	Menghilangkan ionion negatif yang masih terbawa dari bak air bersih	Mencampur Kondensat sirkulasi dan <i>make up</i> air umpan <i>boiler</i> sebelum dibangkitkan sebagai <i>steam</i> dalam <i>boiler</i>	Menyimpan larutan N ₂ H ₄
Jenis Bahan		Tangki silinder tegak <i>Carbon steel</i>	
Spesifikasi			
Tinggi (m)	1,9050	0,6501	0,5327
Diameter (m)	0,0999	0,6501	0,5327
Volume (m ³)	0,0149	0,2157	0,1186
Jenis impeller	-	-	-
Jumlah impeller	-	-	-
Power motor	-	-	-
Jumlah	1	1	1

Tabel 5.1.8 Spesifikasi klarifier

Kode	Klarifier (KL-01)
Fungsi	Mengendapkan kotoran yang bersifat koloid
Jenis	Tangki silinder conical bottom berpengaduk
Spesifikasi	
Diameter (m)	3.3691
Tinggi (m)	3.3691
Volume (m ³)	30.0213

Tabel 5.1.8 Spesifikasi saringan utilitas

Kode	FU-01
Fungsi	Menyaring Kotoran-Kotoran yang berukuran besar misalnya daun, ranting dan sampah-sampah lainnya.
Bahan	Alumunium
Spesifikasi	
Kapasitas (kg/jam)	6.2579
Panjang (m)	5
Lebar (m)	5
Diameter lubang saringan (cm)	1

Tabel 5.1.8 Saringan pasir utilitas

Kode	FU-02
Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.
Jenis	Tangki silinder
Bahan	<i>Carbon steel</i>
Ukuran pasir (mesh)	28
Spesifikasi	
Panjang (m)	1,1551
Lebar (m)	1,1551
Tinggi (m)	0,5776
Volume (m ³)	0,7706

Tabel 5.1.8 Spesifikasi *cooling tower* utilitas

Kode	<i>Cooling tower</i> (CT-01)
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Bahan	<i>Cooling tower induced draft</i>
	Spesifikasi
Panjang (m)	0,3245
Lebar (m)	0,3245
Tinggi (m)	15,5794

Tabel 5.1.8 Spesifikasi *deaerator*

Kode	DE-01
Fungsi	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam <i>feed water</i> yang menyebabkan kerak pada <i>reboiler</i> dan turbin.
Jenis	Tangki silinder
	Spesifikasi
Kapasitas (kg/jam)	0,0973
Diameter (m)	0,5298
Tinggi (m)	0,5298
Volume (m ³)	0,1167

Tabel 5.1.8 Spesifikasi *blower cooling tower*

Kode	<i>Blower cooling tower</i> (BL-01)
Fungsi	menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Jenis	<i>Cetrifugal Blower</i>
Bahan	<i>Carbon steel</i>
	Spesifikasi
Kapasitas (m ³ /jam)	2.917,193
Efisiensi	0,8
Power (Hp)	2

Tabel 5.1.8 Spesifikasi *Compressor*

Kode	<i>Compressor (C-01)</i>
Fungsi	Mengalirkan udara lingkungan menuju rotary dryer
Jenis	<i>Cetrifugal Singlestage</i>
Bahan	<i>Carbon steel</i>
Spesifikasi	
Kapasitas (kcal/kmol)	9,46
Umpan masuk	2,49
Power (Hp)	8,9

BAB VI

EKONOMI

Evaluasi ekonomi merupakan salah satu aspek yang penting dalam suatu pabrik. pabrik yang nantinya akan didirikan harus memberikan keuntungan secara ekonomis agar proses produksi dapat terus berjalan. Dengan evaluasi ekonomi dapat diperkirakan modal investasi dalam pendirian suatu pabrik untuk mengetahui pabrik yang sedang dirancang layak atau tidak untuk dibangun. Bagian penting dari prancancangan pabrik ini adalah estimasi harga alat-alat yang akan digunakan dalam kebutuhan pabrik. karena harga tersebut dipakai sebagai dasar untuk estimasi evaluasi ekonomi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas.

Untuk itu pada perancangan pabrik PVC ini. terdapat beberapa faktor-faktor yang ditinjau dalam menghitung evaluasi ekonomi meliputi:

- a. Modal (*Capital Investment*)
 1. Modal tetap (*Fixed Capital Cost*)
 2. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
- b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 1. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 3. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
- c. Pengeluaran Umum (*General Cost*)

- d. Analisa Kelayakan Ekonomi
1. *Percent return on invesment* (ROI)
 2. *Pay out time* (POT)
 3. *Break evebt point* (BEP)
 4. *Discounted cash flow* (DCF)

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan proses pada tiap alat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Harga peralatan setiap tahun akan berebeda. harga dapat mengalami kenaikan atau penurunan tergantung dengan kondisi ekonomi. sehingga akan sulit untuk menentukan harga peralatan dapat dilakukan dengan mengetahui harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut. Analisa harga alat dilakukan pada tahu 2023 untuk pembelian alat pada tahun pembangunan yaitu 2027. Berikut adalah indeks harga yang didalam teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI).

Tabel 6.1 Indeks Harga Alat

Xi	Indeks (Yi)
1996	381,70
1997	386,50
1998	389,50
1999	390,60
2000	394,10
2000	394,10
2001	394,30
2002	395,60
2003	402,00

2004	444,20
2005	468,20
2006	499,60
2007	525,40
2008	575,40
2009	521,90
2010	550,80
2011	585,70
2012	584,60
2013	567,30
2014	576,10
2015	556,80
2016	541,70
2017	567,50
2018	603,10
2019	607,50
2020	596,20
2021	776,30
2022	648,9422
2023	658,6123

Pada perancangan pabrik *Polyvinyl Chloride* (PVC) ini akan dibangun pada tahun 2027. sehingga perlu dicari indeks harga alat pada tahun tersebut. Untuk memperkirakan harga alat. ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga. (Aries & Newton. 1955)

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny}$$

(Aries & Newton, 1955)

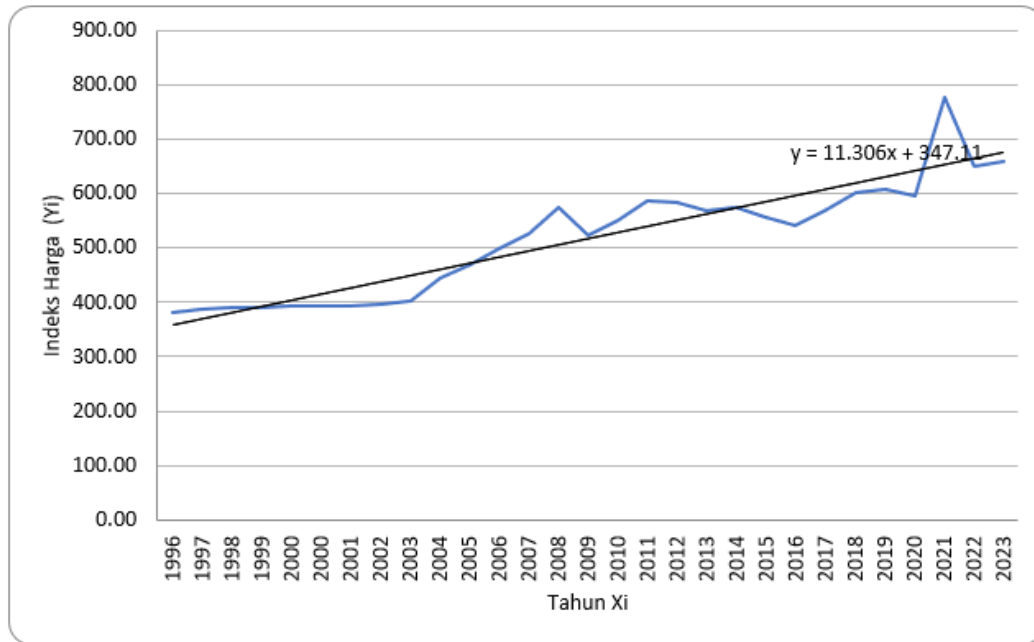
Keterangan:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2027

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi 2014

Nx : Indeks harga pada tahun 2027

Ny : Indeks harga pada tahun referensi 2014



Gambar 6.1 Grafik refresi linier

Persamaan yang diperoleh dari grafik indeks harga diatas didapatkan persamaan regresi $y = 11.306x + 347.11$. Dengan menggunakan persamaan Cep indeks pada tahun referensi perancangan diatas dapat dicari nilai CEP indeks pada tahun referensi dan perancangan. sehingga nilai CEP Indeks pada tahun referensi 2014 adalah 575,40. Sementara nilai CEP Indeks pada tahun perancangan 2027 sebesar 776,30. Berdasarkan nilai CEP indeks tersebut. dapat ditentukan harga alat proses dan alat utilitas sebagai berikut:

Tabel 6.1 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Ey	Ex
			2014	2027
Bucket Elevator	BE	7	\$ 15.500	\$ 845.110
Belt conveyor	BC	8	\$ 16.900	\$ 1.053.077
Centrifuge	CF-01	1	\$ 26.200	\$ 204.073
Heater	H-01	2	\$ 67.900	\$ 1.057.751
Mixer	M-01	1	\$ 130.700	\$ 1.018.027
Pompa	P	4	\$ 15.000	\$ 467.342
Reaktor	R	2	\$ 227.600	\$ 3.545.568
Rotary Cooler	RC-01	1	\$ 178.700	\$ 1.391.900
Silo PVA	S-01	1	\$ 17.600	\$ 137.087
Silo Dilauroyl	S-02	1	\$ 23.600	\$ 183.821
Silo Produk	S-03	1	\$ 23.600	\$ 183.821
Rotary Dryer	RD-01	1	\$ 81.300	\$ 633.248
Cyclone	CY-01	1	\$ 24.000	\$ 186.936.80
Ball Mill	BM-01	1	\$ 92.100	\$ 717.370
Vibrating Screen	VS-01	1	\$ 14.800	\$ 115.278
Tangki VCM	T-01	1	\$ 129.300	\$ 1.007.122
TOTAL				\$ 12.747.532

Tabel 6.1 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2027	2014	2027
Saringan Awal	FU-01	1	576,10	776,300	\$ 18.800,0	\$ 22.314,6
Saeingan Pasir	FU-02	1	576,10	776,300	\$ 13.100,0	\$ 15.549,0
Bak Pengendapan Awal	BU-01	1	576,10	776,300	\$ 25.400,0	\$ 30.148,4
Bak pengendapan 2	BU-02	1	576,10	776,300	\$ 77.500,0	\$ 91.988,3
Bak Penampung Sementara	BU-03	1	576,10	776,300	\$ 25.400,0	\$ 30.148,4
Bak Air Pendingin	BU-04	1	576,10	776,300	\$ 4.900,0	\$ 5.816,0
Tangki <i>Flokulator</i>	TU -01	1	576,10	776,300	\$ 183.900,0	\$ 218.279,2
Tangki Larutan Tawas	TU -02	1	576,10	776,300	\$ 1.300,0	\$ 1.543,0
Tangki Ca(OH) ₂	TU -03	1	576,10	776,300	\$ 3.200,0	\$ 3.798,2
Tangki Air Bertekanan	TU -04	1	576,10	776,300	\$ 100,0	\$ 118,7
Tangki Kaporit	TU -05	1	576,10	776,300	\$ 26.900,0	\$ 31.928,8
Tangki Klorinasi	TU -06	1	576,10	776,300	\$ 68.900,0	\$ 81.780,5
Tangki Air Bersih	TU -07	1	576,10	776,300	\$ 10.100,0	\$ 11.988,1
Tangki H ₂ SO ₄	TU -08	1	576,10	776,300	\$ 31.900,0	\$ 37.863,6
Tangki NaOH	TU -09	1	576,10	776,300	\$ 9.400,0	\$ 11.157,3
Tangki Kation	TU-10	1	576,10	776,300	\$ 1.900.000	\$ 2.255.19
Tangki Anion	TU-11	1	576,10	776,300	\$ 1.700.000	\$ 2.017.80
Tangki Umpan <i>boiler</i>	TU-12	1	576,10	776,300	\$ 100.000	\$ 118.69
Tangki N ₂ H ₄	TU-13	1	576,10	776,300	\$ 3.200,0	\$ 3.798,2
<i>Clarifier</i>	CU-01	1	576,10	776,300	\$ 2.600,0	\$ 3.086,1
<i>Cooling Tower</i>	CT-01	1	576,10	776,300	\$ 4.200,0	\$ 4.985,2
<i>Blower Cooling Tower</i>	BL-01	1	576,10	776,300	\$ 2.000,0	\$ 2.373,9

Tangki Dearator	De-01	1	576,10	776,300	\$ 147.900,0	\$ 175.549,2
<i>Boiler</i>	B-01	1	576,10	776,300	\$ 23.300,0	\$ 27.655,8
Pompa 1	PU-01	1	576,10	776,300	\$ 1.000,0	\$ 1.186,9
Pompa 2	PU-02	1	576,10	776,300	\$ 97.200,0	\$ 115.371,08
Pompa 3	PU-03	1	576,10	776,300	\$ 9.200,0	\$ 10.919,90
Pompa 4	PU-04	1	576,10	776,300	\$ 9.200,0	\$ 10.919,90
Pompa 5	PU-05	1	576,10	776,300	\$ 9.200,0	\$ 10.919,90
Pompa 6	PU-06	1	576,10	776,300	\$ 9.200,0	\$ 10.919,90
Pompa 7	PU-07	1	576,10	776,300	\$ 9.200,0	\$ 10.919,90
Pompa 8	PU-08	1	576,10	776,300	\$ 4.500,0	\$ 5.341,25
Pompa 9	PU-09	1	576,10	776,300	\$ 9.200,0	\$ 10.919,90
Pompa 10	PU-10	1	576,10	776,300	\$ 4.500,0	\$ 5.341,25
Pompa 11	PU-11	1	576,10	776,300	\$ 4.500,0	\$ 5.341,25
Pompa 12	PU-12	1	576,10	776,300	\$ 4.500,0	\$ 5.341,25
Pompa 13	PU-13	1	576,10	776,300	\$ 4.000,0	\$ 4.747,78
Pompa 14	PU-14	1	576,10	776,300	\$ 3.400,0	\$ 4.035,61
Pompa 15	PU-15	1	576,10	776,300	\$ 4.500,0	\$ 5.341,25
Total		41				\$ 1.173.680,4

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi : 80.000 Ton/ Tahun

Pabrik Beroperasi : 330 hari kerja

Umur Alat : 10 tahun

Kurs mata uang : 1 \$ = Rp. 16.125,00 (Per Juli 2024) Tahun pabrik

Didirikan : 2027

UMR Kota Cilegon : Rp. 4.815.102

6.3 Komponen Biaya

6.3.1 Modal (*Capital Investment*)

Capital Investment atau disebut juga dengan modal investasi adalah total biaya untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan untuk mengoperasikan pabrik. *Capital Investment* itu sendiri terbagi menjadi 2 yaitu:

1. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menditikan fasilitas-fasilitas pabrik dan alat operasi lainnya. Setelah melakukan perhitungan rencana maka pabrik PVC ini memerlukan rencana *Phycical Plant Cost*. *Direct Plant Cost* dan *Fixed Capital Investment* seperti pada tabel-tabel berikut ini:

Tabel 6.3 Physical Plant Cost

NO	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp)
1	PPC Alat proses	\$ 13.921.212	Rp 224.479.545.113
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	\$ 3.480.303	Rp 56.119.886.278
3	<i>Instalasi Cost</i>	\$ 5.986.121	Rp 96.526.204.398
4	Pemipaan	\$ 11.972.242	Rp 193.052.408.797
5	Instrumentasi	\$ 4.176.364	Rp 67.343.863.534
6	Insulasi	\$ 1.113.697	Rp 17.958.363.609
7	Listrik	\$ 2.088.182	Rp 33.671.931.767
8	Bangunan	\$ 1.654.574	Rp 26.680.000.000
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	\$ 1.240.930	Rp 20.010.000.000
Total		\$ 45.633.625	Rp 735.842.203.495

Tabel 6.3 Direct Plant Cost (DPC)

Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp)
<i>Engineering & Construction</i>	\$ 912.672,50	Rp 14.716.844.070
DPC	\$ 46.546.297,52	Rp 750.559.047.565

Tabel 6.3 Fixed Capital Investment (FCI)

NO	Komponen	Biaya (US \$)	Biaya (Rp)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	\$ 46.546.297,52	Rp 750.559.047.565
2	<i>Contractor Fee</i>	\$ 1.861.851,90	Rp 30.022.361.903
3	<i>Contingency Cost</i>	\$ 4.654.629,75	Rp 75.055.904.757
	Total	\$ 53.062.779,18	Rp 855.637.314.224

2. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment yaitu biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi suatu pabrik selama kurun waktu tertentu. Ada beberapa sumber modal yang bisa didapatkan dalam pendirian suatu pabrik yaitu bisa dari pinjaman bank, uang pribadi, atau dari pihak investor. Tujuan akhir dari penanaman modal adalah mendapatkan keuntungan dari modal yang sudah ditanam, beberapa ciri-ciri investasi yang baik yaitu:

- a. Bisa menghasilkan laba yang maksimum
- b. Investasi yang cepat kembali
- c. Menganut hukum baik, teknologi yang memadai, aman, dan lain-lain.

Tabel 6.3 *Working Capital Investment (WCI)*

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	99.664.815.253	6.180.763,74
2	<i>In process inventory</i>	24.765.588.132	1.535.850,43
3	<i>product inventory</i>	137.586.600.734	8.532.502,37
4	<i>available cash</i>	137.586.600.734	8.532.502,37
5	<i>extended credit</i>	3.302.078.417.624	204.780.056,91
	total	3.701.682.022.478	229.561.675,81

6.3.2 **Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)**

Manufacturing cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk melakukan produksi suatu produk. *Manufacturing cost* merupakan jumlah dari *Direct*

Cost. Indirect Cost. Fixed Cost yang selalu berkaitan dengan pembuatan suatu produk. *Manufacturing Cost* antara lain:

1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing cost atau biaya langsung adalah biaya pengeluaran yang masih berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik.

Tabel 6.3 *Direct Manufacturing cost (DMC)*

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Bahan Baku	1.311.868.206.759	81.356.167,86
2	Bahan Utilitas	21.015.147.151	1.303.264,94
3	Gaji Karyawan	14.622.000.000	906.790,70
4	<i>Supervise</i>	2.193.300.000	136.018,60
5	<i>Maintenance</i>	42.781.865.711	2.653.138,96
6	<i>Plant supplies</i>	6.417.278.857	397.970,84
7	<i>Royalties</i>	38.700.000.000	2.400.000,00
	Total	1.437.597.799.478	89.153.351,91

2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik.

Tabel 6.3 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payoll Overhead</i>	2.193.300.000	136.018,60
2	<i>Laboratory</i>	1.462.200.000	90.679,07
3	<i>plant overhead</i>	7.311.000.000	453.395,35
4	<i>packaging and shipping</i>	77.400.000.000	4.800.000,00
	Total	107.716.500.000	6.680.093,02

3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost atau biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik pada saat kondisi operasi maupun tidak. Pengeluaran yang bersifat konstan atau tetap yang tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 6.3 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	68.450.985.138	4.245.022,33
2	<i>Property tax</i>	8.556.373.142	530.627,79
3	<i>insurance</i>	8.556.373.142	530.627,79
	Total	85.563.731.422	5.306.227,92

Tabel 6.3 *Total Manufacturing Cost*

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	1.437.597.799.487	89.153.351,91
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	107.716.500.000	6.680.093,02
3	<i>Fixed Manufacturing cost</i>	85.563.731.422	5.306.277,92
	Total	1.630.878.030.9000	101.139.722,85

6.3.3 Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

General Expenses atau disebut pengeluaran umum terdiri dari pengeluaran-pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk oleh *Manufacturing cost*. Biaya yang harus dikeluarkan guna untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan.

Tabel 6.3 *General Expenses* (GE)

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	administrasi	32.617.560.618	2.022.794,46
2	sales	32.617.560.618	2.022.794,46
3	finance	57.062.182.379	3.538.739,99
4	research	45.664.584.865	2.831.912,24
	Total	167.961.888.480	10.416.241,15

6.4 Analisa Keuntungan

1. Keuntungan Sebelum Pajak

Total Penjualan : Rp. 1.935.000.000.000

Total Production Cost : Rp. 1.798.839.919.380

Keuntungan : Total Penjualan – Total Biaya Produksi

: Rp. 136.160.080.620

2. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak 25% dari keuntungan : Rp. 27.232.016.124

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – Pajak

: Rp. 108.928.064.496

6.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan berfungsi untuk mengetahui laba yang didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan bisa melihat hasil keuntungan kecil atau besar. sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk melihat suatu kelayakan pabrik. antara lain:

a. *Return On Investment* (ROI)

Return On Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang didapat setiap tahun tingkaat investasi yang dikeluarkan. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI before *tax* sebesar 11% sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 44%. Jumlah uang yang diterima atau hilang disebut laba/rugi atau bunga.

$$\%ROI = \frac{\textit{Profit}}{\textit{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

1. ROI sebelum pajak (ROI b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton.1955).

$$ROI = 16\%$$

2. ROI setelah pajak

$$ROI = 13\%$$

b. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam beberapa tahun investasi akan kembali. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun. Nilai *Pay Out Time* (POT) didapatkan menggunakan rumus:

$$POT = \frac{\text{Fixed capital investment}}{(\text{keuntungan} + 0.1 \times \text{fixed capital})} \times 100\%$$

1. POT Sebelum Pajak

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun.

$$POT \text{ sebelum pajak} = 4,2 \text{ Tahun}$$

2. POT setelah Pajak

$$POT \text{ setelah Pajak} = 4,8 \text{ tahun}$$

c. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) merupakan titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya adalah sama. Dalam *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan beberapa harga perunit yang dijual agar mendapat keuntungan jika pabrik beroperasi di atas titik impas. begitu juga sebaliknya pabrik akan mengalami kerugian apabila pabrik beroperasi dibawah BEP. Nilai *Break Even Point* (BEP) didapatkan dengan rumus:

$$BEP = \frac{Fa + (0.3 \times Ra)}{a - Va - (0.7 \times Ra)} \times 100\%$$

Keterangan:

Fa : *Fixed Cost* (Total biaya depresiasi, pajak properti dan diasuransi)

Ra : *Regulated Cost*

Va : *Variable Cost* (Total biaya bahan baku, *packaging*, *shipping* dan *royalti*)

Sa : *Sales* (Biaya penjualan)

Tabel 6.5 Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa)

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	68.450.985.138	4.245.022
2	<i>Property tax</i>	8.556.373.142	530.628
3	<i>insurance</i>	8.556.373.142	530.628
	Total	85.563.731.422	5.306.278

Tabel 6.5 Annual Regulated Expenses (Ra)

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	14.622.000.000	906.790
2	<i>payoll overhead</i>	2.193.300.000	136.018
3	<i>plant overhead</i>	7.311.000.000	453.395
4	<i>supervise</i>	2.193.300.000	136.018
5	<i>laboratory</i>	1.462.200.000	90.679
6	<i>general expenses</i>	167.961.888.480	10.416.241
7	<i>maintennace</i>	42.781.865.711	2.653.139
8	<i>plant supplies</i>	6.417.279.857	397.971
	Total	244.942.834.048	15.190.253

Tabel 6.5 Annual Variable Value (Va)

NO	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Bahan Baku	1.311.868.206.759	81.356.167,86
2	<i>Packaging and shipping</i>	96.750.000.000	6.000.000,00
3	Biaya bahan utilitas	21.015.147.151	1.303.264,94
4	<i>Royalties and patens</i>	38.700.000.000	2.400.000,00

Total	1.468.333.353.910	91.059.432,80
-------	-------------------	---------------

Tabel 6.5 Annual Sales Value (Sa)

NO	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Annual Sales Value</i>	1.935.000.000.000	120.000.000
	Total	1.935.000.000.000	80.000.000

Dengan menggunakan data yang telah didapatkan pada tabel diatas. maka didapatkan nilai BEP sebesar:

Break Even Point (BEP): 53,88%

d. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah titik atau kondisi saat penentuan suatu aktifitas produksi harus berhenti. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi. atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktifitas produksi (tidak menghasilkan profit). Hal tersebut diakibatkan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0.3 Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100\%$$

Didapatkan SDP = 24.89%

e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return adalah besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak

kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan untuk menghitung DCFR adalah sebagai berikut:

$$\frac{(WC + FCI)x(1 + i)^{10}}{CF} = ((1 + i)^9 + 1 + i)^8 + \dots + (1 + i)1 \frac{WC + SV}{CV}$$

Dimana:

- FCI : *Fixed Capital Investment*
- WC : *Working Capital Investment*
- SV : *Salvage value* = depresiasi
- n : Umur pabrik 10 tahun
- i : Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut:

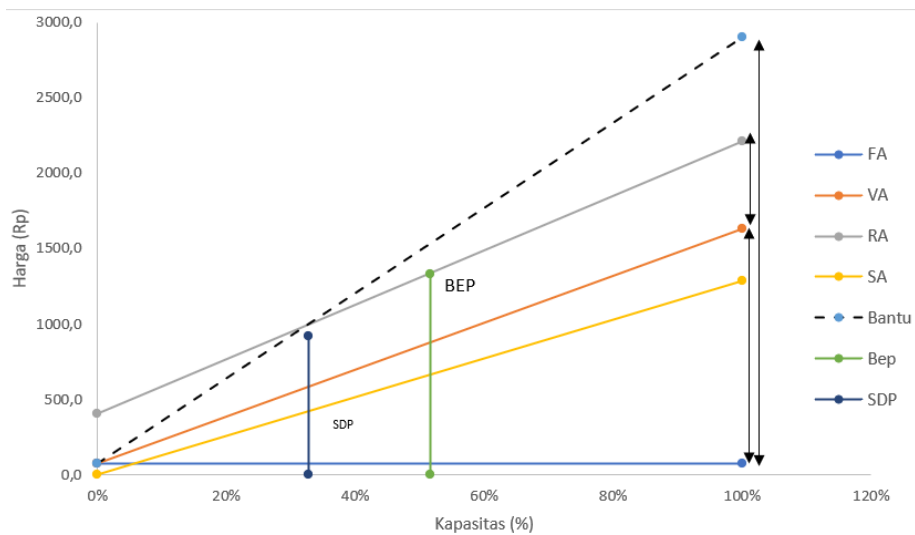
- FCI : Rp. 855.637.314.224.422
- WC : Rp. 1.997.471.804.729,850
- SV : Rp. 85.563.731.422,442
- n : 10 tahun

sehingga diperoleh *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai DCFR adalah: 8%

6.6 Analisa Resiko Pabrik

Dalam perancangan ekonomi pabrik ini juga dibahas *risk management* pada pendirian pabrik Polivinil Klorida dengan menentukan besar kecilnya resiko sebuah pabrik (*high risk* atau *low risk*) dengan mempertimbangkan kemungkinan yang terjadi

kemudian mencari solusi atas setiap resiko tersebut. *Risk management* adalah suatu proses identifikasi, analisis, penilaian, pengendalian, dan upaya menghindari. Meminimalisir atau bahkan menghapus risiko yang mungkin dapat terjadi Untuk hasil identifikasi risiko ini dapat menentukan kategori risiko termasuk dalam *low risk*, *medium risk*, dan *high risk*. Risk management ini diterapkan pada perusahaan dengan tujuan untuk melindungi perusahaan maupun lingkungan sekitar dari risiko kejadian yang dapat merugikan. menciptakan lingkungan kerja yang aman dan terjamin untuk semua staf maupun pelanggan. meningkatkan stabilitas operasional pabrik sekaligus mengatur tanggung jawab hukum. memberikan proteksi untuk semua orang dan aset yang terlibat dalam risiko berbahaya. Dengan mengetahui kategori risiko maka dapat membantu manajemen perusaan dalam mengambil keputusan dan tindakan yang tepat untuk mengurangi dampak negatif dan probabilitas yang dapat terjadi di masa yang akan datang



Gambar 6.6 Grafik evaluasi ekonomi

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan perancangan pabrik Polivinil Klorida (PVC) dari Monomer Vinil Klorida dengan kapasitas 80.000 ton/tahun ini termasuk pabrik yang memiliki resiko rendah berdasarkan kondisi operasi. pemilihan bahan baku. kualitas produk dan teknologi prosesnya. Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil laporan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pendirian pabrik Polivinil Klorida (PVC) dengan kapasitas 80.000 ton/tahun bertujuan untuk memenuhi kebutuhan PVC dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor serta membuka lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
- b. Pabrik Polivinil Klorida (PVC) berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan didaerah di Cilegon, Banten dengan pertimbangan dekat dengan pabrik bahan baku yaitu PT. Asahimas Chemical. tenaga kerja. tersedia listrik dan air yang memadai. serta memiliki prospek pemasaran yang baik karena berlokasi dikawasan industri dengan luas tanah keseluruhan 13.340 m².
- c. Dari segi evaluasi ekonomi serta analisi kelayakan. pabrik ini cukup menarik dan layak untuk didirikan dengan beberapa parameter kelayakan sebagai berikut:

1. *Return On Investment* (ROI)
 - a) ROI sebelum pajak : 31,550%
 - b) ROI setelah pajak : 23,663%
2. *Pay Out Time* (POT)
 - a) POT sebelum pajak : 2,4 Tahun
 - b) POT setelah pajak : 3 Tahun

Syarat POT maksimum sebelum pajak untuk pabrik dengan resiko rendah adalah 5 tahun.

3. *Break Event Point* (BEP) : 51,61%

Nilai *Break Event Point* (BEP) untuk pabrik pada umumnya berapa pada rentang 40% - 60%.

4. *Shut Down Point* (SDP) : 33%
5. Nilai *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) diperoleh sebesar 13%.
6. Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik *Polyvinyl Chloride* dari *Vinyl Chloride Monomer* dengan kapasitas 80.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

7.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahan konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pabrik untuk didirikan diantaranya sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan optimasi pemilihan alat utaja maupun alat penunjang serta bahan baku sehingga mengoptimalkan keuntungan yang didapatkan.
- b. Dalam perancangan pabrik kimia diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang didukung dengan adanya referensi yang berhubungan dengan konsep dasar pendirian suatu pabrik. Mempelajari lebih dalam akan seluruh konsep tersebut harapannya akan menjadikan produk PVC dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor keluar negeri dimasa yang akan mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred Rudin. 2013. *Polymer Science and Engineering*. The Boulevard. Langford Lane. Kidlington. Oxford. OX5 1GB. UK.
- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc Graw Hill Handbook, Co., Inc., New York
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York Brownell, L.E and Young. E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Couper. J. R. W. R. Penney. J. R. Fair. dan S. M. Walas. 2005. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*. Gulf Professional Publishing.
- Coulson, J.M and Richardson, J.F. 1983. *Chemical Engineering, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press.Oxford
- Fogler, H. Scott.1992. *Element of Chemical Reactions Engineering 3 rd ed.* India:Prentice-Hall
- Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Processes and Unit Operations*, 2 nd ed., Allynand Bacon Inc., Boston
- Kern, D.Q.1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International BookCompany Inc. New York.

- Kirk, R. E., and Othmer D.F. 1998 *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4th ed. The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Khan Ansar. Malvi CS. "PVC Pipe Designer Furniture" *International Journal of Polymer & Composites*. Vol.4. No.2 (2016).
- Matche. 2024. equipment cost. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 16 juli 2024 pukul 23.30 WIB.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Peters, M., Timmerhause, K., and West, R. 2003. *Plant Design and Economics For Chemical Engineers*. Mc Graw Hill Companies Inc.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., & Abbot, M.M., 1987, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 5 th ed, Mc Graw Hill Book Company Inc., New York
- T. Y. Xie. A. E. Hamielec*. P. E. Wood and D. R. 1990. *Woods Department of Chemical Engineering. Institute for Polymer Production Technology (MIPPT). McMaster University. Hamilton. Ontario. Canada L8S 4L7*
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Handbooks. New York.

Wallas, S.M *Chemical Process Equipment*. Mc.Graw Hill Koagakusha Company.

Tokyo.

LAMPIRAN A
PERANCANGAN REAKTOR

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan senyawa C_2H_3Cl (Monomer Vinil Klorida) dan bahan pendukung lainnya yaitu *Dilauroyl Peroxide* dan *Polyvinyl Alcohol*.

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Jumlah : 1 unit

Bahan : *Stainless steel type 316*

Kondisi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 63°C

Konversi : 90%

a. Neraca Massa

Reaksi di Reaktor adalah sebagai berikut:



Komponen	Input (Kg/h)		Output (Kg/h)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
C ₂ H ₄ O	25,3		25,3
H ₂ O	2.771,2		2.771,2
C ₂ H ₃ Cl		11.505,8	1.150,6
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	183,2		183,2
(C ₂ H ₃ Cl) _n			10.355,2
Total		14.485,5	14.485,5

b. Densitas

Densitas komponen pada suhu 63°C / 336.15 K

Komponen	Densitas kg/m ³	kg/jam	fraksi massa	ρL campuran (kg/m ³)
C ₂ H ₄ O	810.32	25,3127	0,0018	1,4274
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	1018.7	183,1721	0,0127	12,9858
H ₂ O	978.18	2.655,0189	0,1848	180,7380
C ₂ H ₃ CL	831.42	11.505,7884	0,8007	665,7323
TOTAL	3.638.61	14.369,29	1,0000	860,8836

c. Design Equation

1. Menghitung Kecepatan Alir Volumetrik

$$F_v = \frac{\text{massa umpan}}{\rho \text{ campuran}}$$

$$= 16,6913 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 16.691,3296 \text{ liter/jam}$$

2. Menghitung Konsentrasi

Konsentrasi C_2H_3Cl :

$$C_{ao} = \frac{f_a^0}{F_v}$$

Total Umpam Mula-mula $C_{ao} = 11.029,24 \text{ mol/m}^3$

3. Menghitung Waktu tinggal

4. Menentukan Volume Reaktor

$F_v \times r$: 6.403,3234 Liter

: 6,4033 m^3

5. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat dengan faktor keamanan sebesar 20%

sehingga volume reaktor menjadi:

Volume Reaktor : 1,2 x 6,4033

Volume Reaktor : 7,6838 m^3

Reaktor berbentuk silinder vertical terdiri dari dinding (*shell*) dan tutup atas serta bawah (*head*) yang berbentuk *torispherical*.

Ditetapkan: $D = H$

Dimana:

D : Diameter Reaktor

H : Tinggi Reaktor

V reaktor total : Volume silinder + 2 Volume *head*

Volume *Head* : 0,2995 m³

V Reaktor total : 3,2476 m³

6. Menghitung Ketinggian Cairan dalam Reaktor

V cairan di shell : V *shell* – V *bottom*

A total : 1,82 m

V *Shell* : 2,648 m³

V *Bottom* : 0,235 m

V cairan di *shell* : 2,349 m

h cairan (h *shell*) : 1,298 m

7. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

ts : Tebal shell (in)

P : Tekanan dalam tangki (psia)

F : *Allowable stresses* (18,750 psi)

ri : Jari-jari dalam storage (in)

E : Efisiensi pengelasan (80% joint efisiensi)

C : Faktor korosi (0,125 in)

Dari hasil perhitungan diperoleh tebal *shell* adalah 0,127 in. sehingga tebal *shell* standar: 0,1875 in.

8. Perancangan Dimensi Head

t : Tebal *head*. in

icr : *Inside corner radius*. in

r : *Radius of dish*. in

OD : *Outside diameter*. in

ID : *Inside diameter*. in b = *depht of dish*. in

OA : *Overall dimension*. in

sf : *Straight flange*

Menghitung Tebal *Head*

ts : 0,127 in

icr : 3,63 in

r : 60,0 in

OD : 60 in

ID : 59,99 in

P : psi

w : 1,77 in

th : 0,128 in

sf : 2 in

b : 10,173 in

9. Menghitung Dimensi Pengaduk

Dt	:	2,438 m
Diameter Propeller (Da)	:	Dt/3 : 0,176 m
Panjang Propeller dari dasar (E)	:	Dt/3 : 0,176 m
Lebar Propeller (L)	:	Da/4 : 0,044 m
Lebar Baffle (L)	:	Dt/12 : 0,044 m
Tinggi Propeller (W)	:	Da/5 : 0,035 m
Tinggi Cairan (H)	:	0,5813 m
Jumlah Baffle	:	3 buah
Jumlah Pengaduk	:	1 buah

10. Menghitung Power Pengaduk

a. *Specific Gravity*

sg	:	0,8634
WELH	:	1,1127 ft
Jumlah putaran (N)	:	10,63 rps

b. Menghitung Power Pengaduk

Power Number (Np)	:	2
ρ	:	0,86000 Kg/m ³
Ni	:	10,631 rps
Di	:	17,617 cm
gc	:	9,8 m/s ²
Pa	:	357,887 g.cm ² /s ²

P : Efisiensi x Pa

P : 80% x Pa

P Standar : 60 Hp

11. Neraca Panas

Neraca Total Panas Reaktor

Komponen	Masuk	Keluar
	ΔH in (Kj/ jam)	ΔH out (Kj/ jam)
C ₂ H ₄ O	2.050,99	2.050,99
H ₂ O	439.355,52	439.355,52
C ₂₄ H ₄₆ O ₄	98.031,51	98.031,51
C ₂ H ₃ CL	652.293,32	65.229,33
(C ₂ H ₃ CL) _n		354.148,17
ΔH Reaksi	19.024.972.252,03	
Sub Total	19.026.163.983,37	958.815,52
Q Pemanas		19.025.205.167,85
Total	19,026.163.983,37	19.026.163.983,37

$Q_{in} > Q_{out}$ Reaktor sehingga diperlukan pendingin. Kebutuhan pendingin yang digunakan berupa water.

T1 : 25 °C : 298,15 K

T2 : 63 °C : 336,15 K

a. Kebutuhan Air Pendingin

$$m Q/\Delta H$$

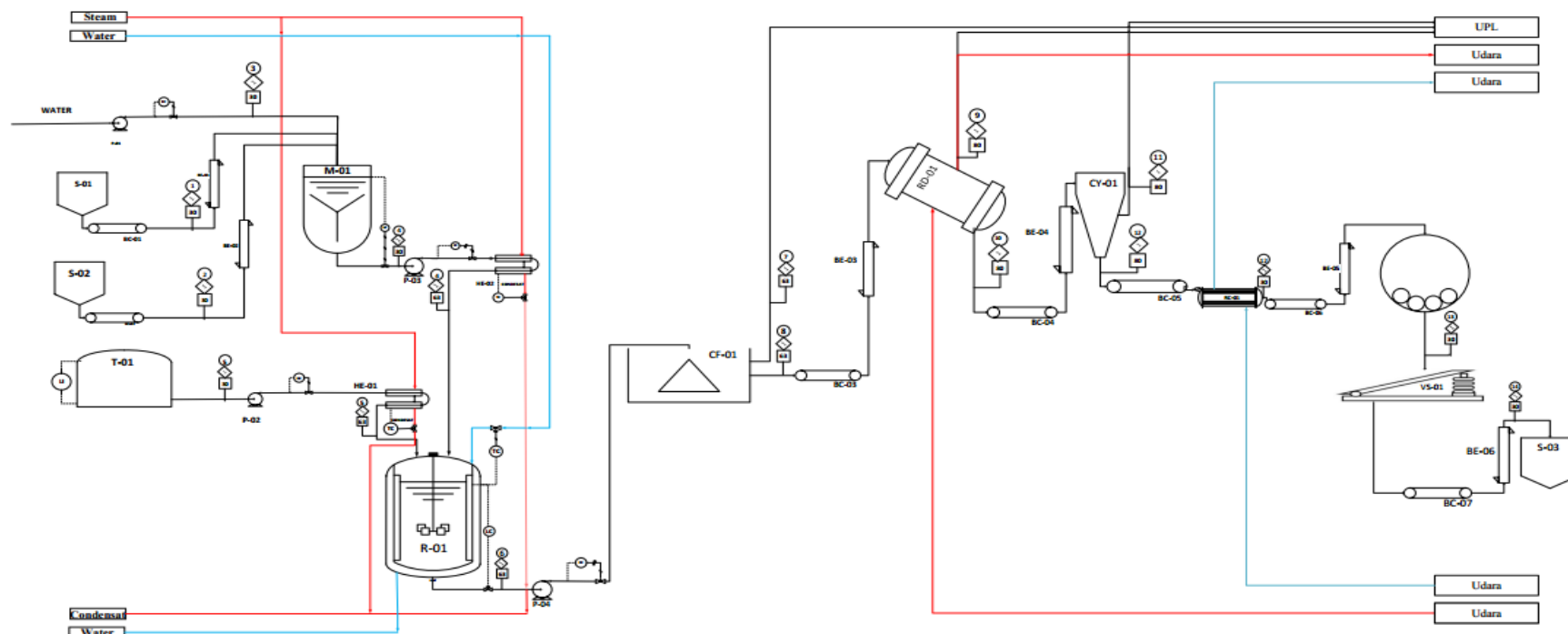
$$= 22.928 \text{ lb/jam}$$

b. Jaket Pendingin

REAKTOR 1					
Jaket Pendingin:	Tinggi	1,7	in	0,0438	m
	Diameter	64	in	1,626	m
	Luas Selimut	3,0251	ft2		

LAMPIRAN B
PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PFD)

PRA RANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA DENGAN KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	NO ARUS (Kg/JAM)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
C ₂ H ₄ O	25,31			25,31		25,31	25,19	0,13	0,13						
C ₂ H ₃ Cl		183,17		183,17		183,17	0,92	182,26		182,26	178,61	3,65	3,65	3,65	
H ₂ O	0,13	3,74	2.560,93	2.655,4	116,2	2.771,24	2.757,8	13,86	13,86						
C ₂ H ₄ Cl ₂					11.505,2	1.150,58	1.144,38	5,75	5,75						
(C ₂ H ₃ Cl) _n						10.355,2	51,78	10.303,4		10.303,4	206,07	10.097,4	10.097,4	10.097,4	
Udara Panas								119,703	119,703						
Total	25,44	186,91	2.560,93	2.863,88	11.621,4	14.485,5	3.980,07	10.625,1	139,443	10.485,7	384,68	10.101	10.101	10.101	

KETERANGAN SIMBOL

- : TEKANAN, ATM, SURUH, CELKUS
- : NO ARUS
- : ARUS PROSES
- : ARUS STEAM
- : ARUS UDARA PANAS
- : ARUS WATER
- : ARUS UDARA PEDINGIN
- : CONTROL VALVE
- : ARUS SINYAL PNEUMATIC
- : ARUS SINYAL LISTRIK

KETERANGAN INSTRUMEN

- FC : FLOW CONTROLLER
- LC : LEVEL CONTROLLER
- TC : TEMPERATURE CONTROLLER
- LI : LEVEL INDICATOR

KETERANGAN ALAT

- T : TANGKI
- S : SIKLO
- M : MIXER
- R : REAKTOR
- CF : CENTRIFUGE
- RD : ROTARY DRYER
- CY : CYCLONE
- BM : BALL MILL
- VS : VIBRATING SCREEN
- H : HEATER
- RC : ROTARY COOLER
- P : POMPA
- BE : BUCKET ELEVATOR
- BC : BUCKET CONVEYOR

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PRA RANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA DENGAN KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

Dikerjakan Oleh :
 1. Vinna Diwika Putri (20521157)
 2. Ardhi Hary Wijaya (20521172)

Dosen Pembimbing :
 1. Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

LAMPIRAN C
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN
PRANCANGAN PABRIK

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

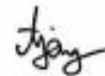
1. Nama Mahasiswa : Vinna Diwika Putri
Nim : 20521157
2. Nama Mahasiswa : Ardhi Hary Wijaya
Nim : 20521172
- Judul Perancangan : Pra-Rancangan Pabrik Polivinil Klorida dari Monomer
Vinil Klorida dengan Kapasitas 80.000 Ton/Tahun
- Mulai Masa Bimbingan : 14 September 2023
Batas Akhir Bimbingan : 13 Maret 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	28-09-2023	Perkenalan dan diskusi tentang pra-rancangan Pabrik	<i>ds</i>
2	17-10-2023	Konsultasi spesifikasi bahan dan produk, diagram alir, penentuan kapasitas	<i>ds</i>
3	25-10-2023	Penetapan Kapasitas	<i>ds</i>
4	7-11-2023	Pemilihan proses dan spesifikasi bahan	<i>ds</i>
5	20-11-2023	Membahas diagram alir	<i>ds</i>
6	25-12-2023	Konsultasi mengenai neraca massa	<i>ds</i>
7	22-01-2024	Konsultasi perhitungan reaktor	<i>ds</i>
8	10-02-2024	Konsultasi perhitungan reaktor	<i>ds</i>

Disetujui Draft Penulisan

Yogyakarta, 31 Juli 2024

Pembimbing



Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN


1. Nama Mahasiswa : Vinna Diwika Putri
Nim : 20521157
2. Nama Mahasiswa : Ardhi Hary Wijaya
Nim : 20521172
- Judul Perancangan : Pra-Rancangan Pabrik Polivinil Klorida dari Monomer
Vinil Klorida dengan Kapasitas 80.000 Ton/Tahun
- Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2024
Batas Akhir Bimbingan : 13 September 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	17-03-2024	Konsultasi perhitungan alat pemisah dan unit operasi pendukung	Ji
2	21-03-2024	Konsultasi terkait PEFD dan Konsultasi perhitungan penyimpanan alat bahan	Ji
3	29-04-2024	Konsultasi perhitungan transportasi bahan dan penukar panas	Ji
4	22-05-2024	Konsultasi penentuan lokasi, tata letak pabrik dan sturktur organisasi	Ji
5	5-06-2024	Konsultasi perancangan unit Utilitas	Ji
6	1-07-2024	Konsultasi perancangan ekonomi	Ji Ji
7	22-07-2024	Penetapan PEFD	Ji
8	29-07-2024	Penetapan naskah	Ji

Disetujui Draft Penulisan

Yogyakarta, 31 Juli 2024

Pembimbing



Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.