No: TA/TK/2016/49

PERANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Bidang Studi Teknik Kimia

Oleh:

Nama	**: Alifah Mega Putri**	**Nama**	**: Maria Ulfah**
No. Mahasiswa	**: 12521168**	**No. Mahasiswa**	**: 12521176**

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

2016

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PERANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	**: Alifah Mega Putri**	**Nama**	**: Maria Ulfah**
No. Mahasiswa	**: 12521168**	**No. Mahasiswa**	**: 12521176**

Yogyakarta,

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

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

Alifah Mega Putri

Maria Ulfah

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama	**: Alifah Mega Putri**	**Nama**	**: Maria Ulfah**
No. Mahasiswa	**: 12521168**	**No. Mahasiswa**	**: 12521176**

Yogyakarta, 14 Oktober 2016

Pembimbing I,	**Pembimbing II,**
Ir. Pratikno Hidayat, M. Sc	**Khamdan Cahyari, S.T., M. Sc**

iii

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN PABRIK POLIVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANAGN PABRIK

Oleh:

Nama	: Alifah Mega Putri	Nama	: Maria Ulfah
No. Mahasiswa	: 12521168	No. Mahasiswa	: 12521176

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

Yogyakarta, 8 November 2016

Tim Penguji,

Pratikno Hidayat, Ir., M.Sc.
Ketua

Umi Rofiqah,S.T., MT.
Anggota I

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng
Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Faisal RM, MSIE., Ph.D.

iv

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufikdan karunia-Nya, sehingga Perancangan Pabrik ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan Salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita NabiMuhammad S.AW, sahabat serta para pengikutnya.

TugasAkhir Perancangan Pabrik yang berjudul **"PERANCANGAN PABRIK POLYVINIL KLORIDA DARI MONOMER VINIL KLORIDA KAPASITAS 50.000 TON / TAHUN",** disusunsebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Perancangan Pabrik ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang menyertai dan meridhoi setiap jalan yang di lalui dan memberikan semua kemudahan yang di hadapi.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan dan tauladan serta ajaran-ajaran yang menjadi pedoman dalam setiap langkah kehidupan.
3. Keluarga besar penulis yang selalu mendukung baik dalam bentuk do'a ataupun semangat.
4. Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Ir. Faisal RM, MSIE., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

6. Ir. Pratikno Hidayat, M. Scdan Khamdan Cahyari, S.T.,M.sC selaku pembimbing tugas akhir. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingan dan arahannya.
7. Seluruh staff akademik Jurusan Teknik Kimia.
8. Teman-teman Teknik Kimia 2012 yang selalu memberikan dukungan semangat serta do'a.
9. Kakak angkatan dan adik angkatan mahasiswa Teknik Kimia UII yang banyak memberi masukan-masukan yang sangat bermanfaat.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan pengalaman dan kemampuan penulis,oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi hasil yang lebih baik di masa mendatang.

Yogyakarta, 15 Okober 2016

Penulis

HALAMAN MOTTO

"Marriage can wait education cannot"

(Magic Johnson)

"Orang berilmu dan beradap tidak akan diam di kampung halaman. Tinggalkan negerimu dan merantaulah ke negeri orang. Merantaulah, kau akan dapatkan pengganti dari kerabat dan kawan. Berlelah – lelahlah. Manisnya hidup terasa setelah lelah berjuang."

(Imam Syafi'i)

"A man who only reads in too much and just uses his own brain few of falls into lazy"

(Albert Einstein)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah, saya persembahkan karya kecil ini untuk orang-orang yang saya sayangi:

Ibuk dan **Bapak** , **Mbak , dek Rayhan** inspirator terbesar dalam hidup saya yang tidak pernah lelah mendo'akan dan menyayangi dan menyemangati saya.

Maria Ulfah, terimakasih atas semua bantuan dan kerjasamanya dalam mengerjakan tugas ini, dan kesetiaan dalam susah maupun senang.

Sahabat-sahabatku, (Zaka, Pipin, Ida, Feni, Farisa, Arighi, Kemal, Radit) yang selalu menyemangati dan selalu ada 24 jam untuk mengerjakan tugas ini bersama-sama, serta teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia 2012, canda tawa dan kenangan yang tak akan terlupkan.

(Alifah Mega Putri)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, saya persembahkan karya kecil ini untuk orang-orang yang saya sayangi:

Ibusaya dan keluarga saya (Mba nana, Mas Ardy, Mas Husni, Mas makin, Mas Taufik, Mba Ifa, Mba Tuty) yang sangat**meng**inspirasi saya serta yang tdiak pernah pernah lelah mendo'akan dan menyayangi dan menyemangati saya.

Alifa Mega Putri, terimakasih atas semua bantuan dan kerjasamanya dalam mengerjakan tugas ini, dan kesetiaan dalam susah maupun senang.

Sahabat-sahabatku, (Iha, Maryet, Riska, Teteh, Ui, Mba Dil, Mba Im, Tata, Bayu, Linda) yang selalu menyemangatimengerjakan tugas ini. Serta teman-teman satu perjuangan **(Ida, Farisa, Arigi, Zaka, Pipin, Feni)** yang bersama-sama mengerjakan tugas akhir perancangan pabrik ini dan (Kemal dan Radit) yang selalu siap membantu mengerjakan tugas akhir ini. Serta teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia 2012, canda tawa dan kenangan yang tak akan terlupkan.

(Maria Ulfah)

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....i

Halaman Pernyataan..... ii

Halaman Pengesahan Pembimbing..... iii

Kata Pengantar iv

Halaman Motto.....vi

Halaman Persembahan..... vii

Daftar Isi.....ix

Daftar Tabel xv

Daftar Gambar..... xxii

Abstraksi xix

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tinjauan Pustaka.....4

1.2.1 Macam-macam Proses 4

1.2.2 Pemilihan Proses.....6

BAB II PERANCANGAN PRODUK.....9

2.1 Spesifikasi Produk.....9

2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....9

2.3 Spesifikasi Bahan Produk 11

2.4 Pengendalian Kualitas.....12

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku 12

2.4.2 Pengendalian Proses Produksi.....12

2.4.2.1 AlatSistemKontrol.....13

2.4.2.2 Aliran Sistem Kontrol 13

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk 13

BAB III PERANCANGAN PROSES 15

3.1 Uraian Proses 15

3.2 Spesifikasi Alat Proses.....17

3.2.1 Tangki PenyimpananVCM (T-01) 17

3.2.2 Hopper (H-01) 18

3.2.3 Hopper (H-02) 19

3.2.4 Mixer-01 (M-01) 19

3.2.5 Mixer-02 (M-02) 20

3.2.6 Reaktor-01 (R-01) 21

3.2.7 Kettle Reboiler-01 (KR-01) 22

3.2.8 Spray Dryer-01 (SD-01)..... 22

3.2.9 Screening-01 (SC-01)..... 23

3.2.10 Silo-01 (S-01)..... 24

3.2.11 Silo-02 (S-02)..... 25

3.2.12 Expansion Valve-01 (EV-01)..... 25

3.2.13 Heater-01 (H-01)..... 26

3.2.14 *Heater*-02 (H-02) 27

3.2.15 *Cyclone*-01 (CY-01) 28

3.2.16 *Bulk Exchanger* (BE-01) 28

3.2.17 Condensor-01 (C-01) 29

3.2.18 *Accumulator*-01 (ACC-01) 30

3.2.19 Pompa-01 (P-01) 30

3.2.20 Pompa-02 (P-02) 31

3.2.21 Pompa-03(P-03) 31

3.2.22 Pompa-04 (P-04) 32

3.2.23 *Screw Pump*–01 (SP-01) 32

3.2.24 *Screw Pump*–02 (SP-02) 33

3.2.25 *Screw Pump*–03 (SP-03) 33

3.2.26 *Pump Around* 34

3.2.27 *Bag Filter*-01 (BF-01) 34

3.3 Perencanaan Produksi 35

3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku 35

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses 36

BAB IV PERANCANGAN PABRIK 37

4.1 Lokasi Pabrik 37

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik 61

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik 44

4.2 Tata Letak Pabrik 46

4.3 Tata Letak Alat Proses 70

4.4 Alir Proses dan Material..... 90

4.4.1. Neraca Massa 91

4.4.1.1. Neraca Massa Overall 77

4.4.1.2. Neraca Massa tiap Alat 78

4.4.2. Neraca Panas 81

4.4.2.1 Neraca Panas Per Alat 82

4.5 Perawatan*(Maintenance)*..... 93

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)..... 94

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*) 95

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air..... 95

4.6.1.2.Unit Pengolahan Air..... 98

4.6.1.3.Kebutuhan Air..... 102

4.6.2. Unit Pembangkit *Steam*(*Steam Generation System*)..... 104

4.6.3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)..... 105

4.6.4. Unit Penyediaan Udara Tekan 109

4.6.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar 109

4.6.6. Unit Pengolahan Limbah..... 110

4.6.7.Unit Pengolahan Brine 113

4.6.8. Spesifikasi Alat-Alat Utilitas 118

4.7 Organisasi Perusahaan 138

4.7.1 Bentuk Perusahaan..... 138

4.7.2 Struktur Oganisasi..... 139

4.7.3 Tugas dan Wewenang 141

4.7.3.1. Pemegang saham 141
4.7.3.2. Dewan Komisaris 141
4.7.3.3. Direktur Utama..... 142
4.7.3.4. Kepala Bagian 142
4.7.3.4.1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas 143
4.7.3.4.2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi 143
4.7.3.4.3.Kepala Bagian 143
4.7.3.4.4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran..... 143
4.7.3.4.5. Kepala Bagian Administrasi 143
4.7.3.4.6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan..... 143
4.7.3.4.7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan..... 144
4.7.3.5. Kepala Seksi 144
4.7.4. Catatan..... 146
4.8. Evaluasi Ekonomi 150
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan..... 151
4.8.2 Dasar Perhitungan..... 154
4.8.3Perhitungan Biaya 153
4.8.3.1 Capital Investment 153
4.8.3.2 Manufacturing Cost..... 154
4.8.3.3 General Expense..... 155
4.8.4 Analisa Kelayakan..... 155
4.8.4.1 Percent Return On Investment 155
4.8.4.2 Pay Out Time (POT)..... 155

4.8.4.3 Break Even Point (BEP)..... 156

4.8.4.4Shut Down Point (SDP) 157

4.8.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)..... 158

4.8.5 Hasil Perhitungan..... 159

4.8.6 Analisa Keuntungan..... 164

4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi..... 164

4.8.7.1 Percent Return On Investment (ROI)..... 164

4.8.7.2 Pay Out Time (POT))..... 165

4.8.7.3 Break Even Point (BEP)..... 165

4.8.7.4 Shut Down Point (SDP) 165

4.8.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)..... 165

BAB V PENUTUP..... 167

5.1 Kesimpulan 167

5.2Saran..... 167

DAFTAR PUSTAKA..... 169

LAMPIRAN-APerhitungan Mixer-01 (M-01)

LAMPIRAN-B Perhitungan Reaktor-01 (R-01)

LAMPIRAN-C Process Engineering Flow Diagram

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkembangan Impor Polivinil Klorida di Indonesia 23

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik..... 47

Tabel 4.2. Neraca massa overall 90

Tabel 4.3. Neraca massa pada Mixer-01. 91

Tabel 4.4. Neraca massa pada Mixer-02..... 91

Tabel 4.5. Neraca massa pada Reactor-01 91

Tabel 4.6. Neraca massa pada Kettle Reboiler-01 92

Tabel 4.7. Neraca massa pada Spray Dryer-01 92

Tabel 4.8. Neraca massa pada Screening..... 93

Tabel 4.9. Neraca Panas Mixer-01..... 94

Tabel 4.10. Neraca Panas Mixer -02..... 94

Tabel 4.11. Neraca Panas Reaktor 95

Tabel 4.12. Panas Total di Reaktor..... 95

Tabel 4.13. Neraca Panas pada Kettle Reboiler..... 95

Tabel 4.14. Neraca Panas pada Spray Dryer..... 96

Tabel 4.15. Kebutuhan Steam..... 102

Tabel 4.16. Kebutuhan Air Proses 103

Tabel 4.17. Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga 103

Tabel 4.18. Kebutuhan Listrik Alat Proses 107

Tabel 4.19. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas..... 107

Tabel 4.20. Gaji Karyawan 119

Tabel 4.21. Jadwal Kerja Masing- masing Regu 122

Tabel 4.22. Harga Index 125
Tabel 4.23. *Physical Plant Cost (PPC)* 132
Tabel 4.24. *Direct Plant Cost (DPC)* 133
Tabel 4.25. *Fixed Capital Investment (FCI)* 133
Tabel 4.26. *Direct Manufacturing Cost (DMC)* 133
Tabel 4.27. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)* 134
Tabel 4.28. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)* 134
Tabel 4.29 *Total Manufacturing Cost (MC)* 134
Tabel 4.30 *Work Capital (WC)* 135
Tabel 4.31 *General Expanse* 135
Tabel 4.32. Total Biaya Produksi 135
Tabel 4.33. *Fixed Cost* 136
Tabel 4.34 *Variable Cost(Va)* 136
Tabel 4.35 Regulated Cost (Ra) 136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kegunaan PVC di dunia 2

Gambar 1.2 Grafik Kebutuhan Import PVC menurut Data BPS 3

Gambar 4.1 Layout Pabrik skala 1:2000 48

Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses (Skala 1 : 100) 89

Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Polivinil klorida dari Monomer vinil klorida dengan Kapasitas 50.000 ton / tahun 91

Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Polivinil klorida dari Monomer vinil klorida denganKapasitas 50.000 ton / tahun 92

Gambar 4.5 Diagram Alir Utilitas 104

Gambar 4.6 Skema Pengolahan Air dalam Unit Utilitas 104

Gambar 4.7 Struktur Organisasi 109

Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya 139

ABSTRACT

In an effort to less the dependency of import things aboard, one of the solution is to establish the Polyvinyl Chloride factory. This plant is designed to be able to produce 50,000 tons/year. This plant will be operated for 330 days in a year with 137 employees and will be built in Cilegon, Banten in the area of 7,500 m^2 required.

Pre-design of Polyvinyl Chloride plant was conducted through suspension polymerization reaction. Production will be operated at temperature 50 ^oC and pressure 8 atm . This exothermic reaction accours in a Continuous Stirred Tank Reactor, using a jacket as a reactor cooler and the convert reaction is 75%. The flow rate of Vinyl Chloride Monomer as a raw material is 7,473.8343 kg/hour with HCl as the impurities 37.3692 kg/hour. The utility consist of 204,880.6 kg/hour of cooling water; 80,771.83 kg/hour of steam; and the electricity is 236.34 kWatt .

From the economic analysis parameter the fixed capital is Rp 8.191.809.511; working capital of Rp 378.628.809.828, The profit before tax is Rp 27,402,238,086.78 and after tax is Rp 13,701,119,043.39. Percentage of the Return on Investment (ROI) before tax is 43.8872 % and after tax is 33.0859 %. The Pay out time (POT) before tax is 1.85 years and after tax is 2.32 years. The value of the Break Even Point (BEP) is 53.4349 % and the Shut Down Point (SDP) is 39.6416 % with Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 23 %. From this satisfying result, it can be concluded that the plant is appropriate to be built

Keywords: Polyvinyl Chloride; Polimerization reaction; Continous Stirred Tank Reactor

INTISARI

Dalam upaya mengurangi kebutuhan impor dari luar negeri maka salah satu upaya yang dapat dilakukan dengan mendirikan pabrik Polivinil Klorida. Pabrik ini dirancang untuk dapat memproduksi 50.000 ton/tahun. Pabrik rencananya didirikan di Cilegon, Banten dengan luas area yang diperlukan sebesar 7.500 m^2 dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 137 karyawan.

Perancangan pabrik Polivinil klorida dilakukan dengan proses polimerisasi suspensi. Roses produksi berlangsung pada suhu 50 ^oC, tekanan 8 atm, dan konversi reaksisebesar 75%. Reaksi terjadi pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk yang dilengkapi dengan jaket pendingin karena reaksi bersifak eksotermis. Monomer Vinil Klorida sebagai bahan baku utama mengalir dengan kecepatan 7.473,8343 kg/jam dan HCl yang merupakan pengotor dari bahan baku mengalir sebanyak 37,3692 kg/jam. Kebutuhan Utilitas terdiri dari 204.880,6 kg/jam cooling water; 80.771,83 kg/jam steam; kebutuhan listrik sebesar 236,34 kWh .

Analisa dalam evaluasi ekonomi dari perancangan ini menunjukkan bahwa jumlah modal tetap Rp 8.191.809.511; modal kerja Rp 378.628.809.828,. Keuntungan sebelum pajak Rp 27.402.238.086,78 sedangkan keuntungan setelah pajak Rp 116.401.307.219,90. Persentase dari modal kembali sebelum pajak 43,8872 % dan setelah pajak 33,0859 %. Pay out time (POT) sebelum pajak 1,85tahun sedangkan setelah pajak 2,32 tahun. Titik impas (BEP) berada pada 53,4349 % dan shut down point (SDP) 39,6416 % ,dengan Discounted Cash Flow Rate (DCFR) 23 %. Berdasarkan evaluasi ekonomi, Dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrikPolivinil klorida dengan kapasitas 50.000 Ton/Tahun layak untuk didirikan.

Kata-katakunci: Polivinil klorida; Reaksi Polimerisasi, Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

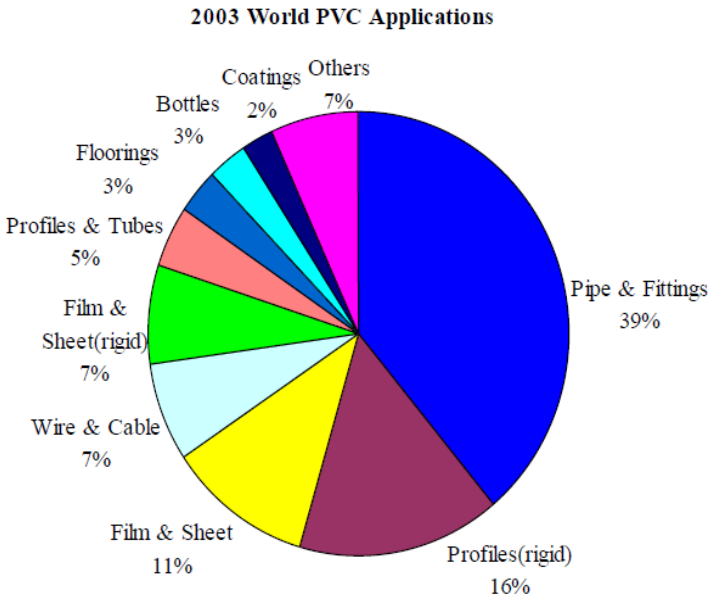
Pada era globalisasi sekarang ini meskipun masih menjadi kontroversi bagi pecinta lingkungan, industri plastik masih sangat diminati untuk dikembangkan dan bahkan semakin menjamur. Ini dipicu oleh adanya inovasi-inovasi baru dibidang pengolahan limbah plastik seiring dengan perkembangan industri plastik itu sendiri yang mengusahakan semaksimal mungkin limbah plastik yang ada memenuhi kriteria 3R (*Recycle,Reuse,Return*).

Perkembangan teknologi plastik di Indonesia mendorong pemerintah untuk memajukan industri plastik dengan memproduksi beraneka ragam plastik yang dapat dipergunakan untuk berbagai macam kebutuhan manusia. Kebutuhan manusia akan barang-barang dari plastik meningkat baik volume maupun ragamnya serta sudah merupakan bagian dari kebutuhan masyarakat banyak, sehingga plastik tidak mungkin ditinggalkan oleh teknologi manapun, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.1 yang menjelaskan kebutuhan impor polivinil klorida di Indonesia yang selalu meningkat. (Vinyl chloride drop behavior in suspension polymerization reactors, Loughborough University)

Polivinil klorida (PVC) adalah salah satu jenis senyawa organik yang digolongkan dalam kelompok senyawa turunan asetilen (C_2H_2). PVC dihasilkan dari reaksi polimerisasi suspensi *Vinyl Chloride Monomer* (VCM)

menggunakan *Poly Vinyl Acetate* (PVAc) sebagai *suspending agent* dan inisiator *Benzoyl peroxide* (BPO). (Kiparissides et al., 1993)

PVC merupakan bahan baku plastik jenis komoditi yang sering digunakan untuk memproduksi bahan bangunan, pipa, isolasi kawat dan kabel seperti yang terlihat pada Gambar 1.1.



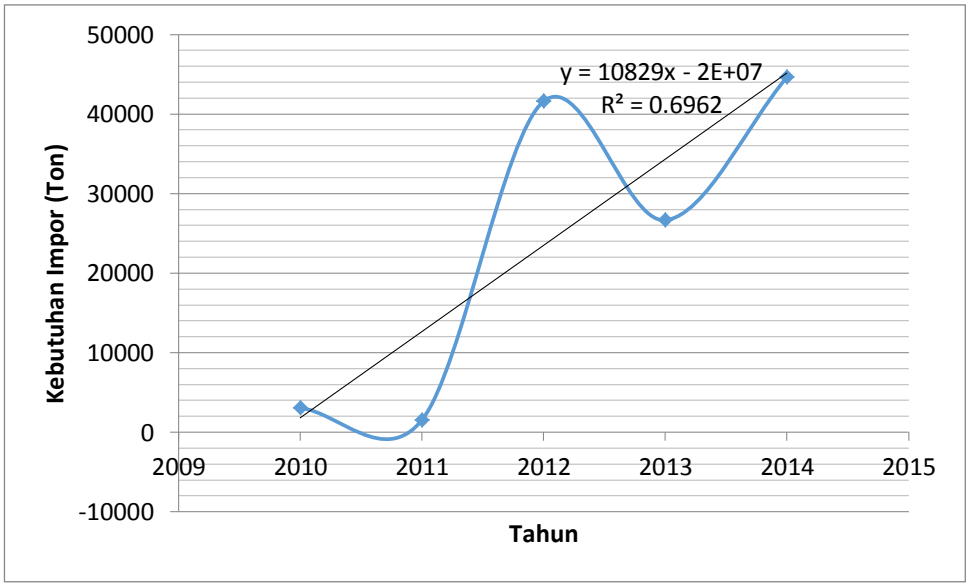
Gambar 1.1. Kegunaan PVC di dunia (Charles E., 2005)

Jika dilihat dari sifatnya, plastik berbahan baku PVC merupakan termoplastik. Kebutuhan akan Polivinil klorida diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri plastik di Indonesiaseperti pada gambar 1.2. Meskipun sudah diproduksi di dalam negeri, namun belum mencukupi kebutuhan sehingga masih harus impor untuk mencukupi kebutuhan PVC, tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor PVC

Tahun	Impor (ton/ tahun)
2014	44.629
2013	26.660
2012	41.594
2011	1.544
2010	3.041

(Sumber : BPS Indonesia)



Gambar 1.2. Grafik Kebutuhan Impor PVC Menurut Data BPS

Keterangan : ——— Kebutuhan Impor

. . . . . Proyeksi kebutuhan impor

Dari data tersebut kita peroleh persamaan dari teori regresi linear yaitu:

$$y = = 10829x - 2E+07 \ldots\ldots \text{persamaan (1.1)}$$

dengan:

x= Tahun

y = Kebutuhan produk pada tahun ke-x (ton/tahun)

Kebutuhan polivinil klorida pada tahun 2021 dapat diprediksi dengan persamaan (1.1) dengan nilai x=2021 sehingga :

Y = 10829x- 20000000

= (10829 * 2021) - 20000000

=1.885.409 ton/tahun

Berdasarkan latar belakang yang ada maka dipilih kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. Kapasitas ini ditetapkan dengan pertimbangan antara lain :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga tidak usah impor lagi.
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Macam-macam Proses

1. Polimerisasi Badan

Polimerisasi badan merupakan jenis paling sederhana dilihat dari segi formulasi dan peralatan, tetapi juga paling sulit dikontrol, reaksi polimerisasi yang terjadi bersifat sangat eksotermik. Problem ini, bersama dengan problem – problem transfer panas ketika larutan monomer-polimer

naik viskositasnya, membatasi pemakaian metode-metode badan dalam produksi komersial, meskipun akhir-akhir ini proses badan yang lebih efisien telah dikembangkan. (Kimia Polimer , 2001)

2. Polimerisasi Suspensi

Polimerisasi suspensi paling banyak digunakan untuk menghasilkan PVC. Teknik pada polimerisasi suspensi berlangsung dalam *system aqueous*(pelarutan menggunakan air) dengan monomer sebagai fase terdispersi, sehingga menghasilkan polimer yang berada fase *solid* terdispersi.

Monomer disimpan dalam suspense melalui agitasi yang kontinyu dan pemakaian bahan-bahan penstabil seperti poli(vinil alkhohol) atau metil selulosa. Jika proses ini dikontrol dengan baik, polimer akan diperoleh dalam bentuk butiran, yang mudah ditangani dan bias diperoleh dengan filtrasi atau dengan menyemprotkannya ke dalam suatu wadah yang dipanaskan (pengeringan semprot). Kelebihan utamanya adalah transfer panasnya sangat efisien dan oleh karena itu reaksinya mudah dikontrol. (Kimia Polimer , 2001)

3. Polimerisasi Larutan

Seerti suspense, polimerisasi larutan memungkinkan transfer panas yang efisien. Pelarut harus dipilih hati-hati, jika tidak reaksi perpindahan rantai bias sangat membatasi berat molekulnya. Karena adanya problem dalam penghilangan sempurna pelarut polimer yang terbentuk, metode ini paling tepat untuk aplikasi-aplikasi dimana larutannya bias digunakan

langsung, sebagaimana dengan beberapa bahan perekat atau cat-cat yang memakai pelarut. (Kimia Polimer , 2001)

4. Polimerisasi Emulsi

Diekmbangkan pada Perusahaan Ban dan Karet Goodyear pada tahun 1920-an, polimerisasi emulsi menyerupai polimerisasi suspense dalam hal bahwa air digunakan sebagai medium disperse dan transfer panasnya sangat efisien. Monomer didispersikan dalam fasa air oleh suatu bahan pengemulsi seperti sabun atau diterjen.

Polimerisasi emulsi banyak dipakai dalam industry produksi-produksi berskala besar, khususnya untuk pembuatan cat lateks atau bahan perekat dimana produk yang teremulsikan digunakan langsung. Polimerisasi emulsi juga cocok untuk pembuatan polimer-polimer lengket karena partikenya sangat kecil cukup stabil dan tahan terhadap gumpalan. (Kimia Polimer , 2001)

1.2.2 Pemilihan Proses

Dari keempat perbandingan proses diatas, maka dipilih alternatif proses pembuatan polivinil klorida (PVC) dari Monomer vinil klorida dan *Poly Vinyl Acetate* (PVAc) secara polimerisasi suspensi dengan pertimbangan ditinjau dari kondisi operasi, reaksi ini berlangsung pada fasa padat – cair dengan suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan proses lainnya, sehingga proses lebih mudah dijalankan selain itu produk yang dihasilkan mempunyai kemurnian yang tinggi, yaitu 99,5%.

Persamaan kecepatan polimerisasi VCM menjadi polivinil klorida dibagi menjadi persamaan kecepatan inisiasi, propagasi, dan terminasi.

1. Tahap Inisiasi

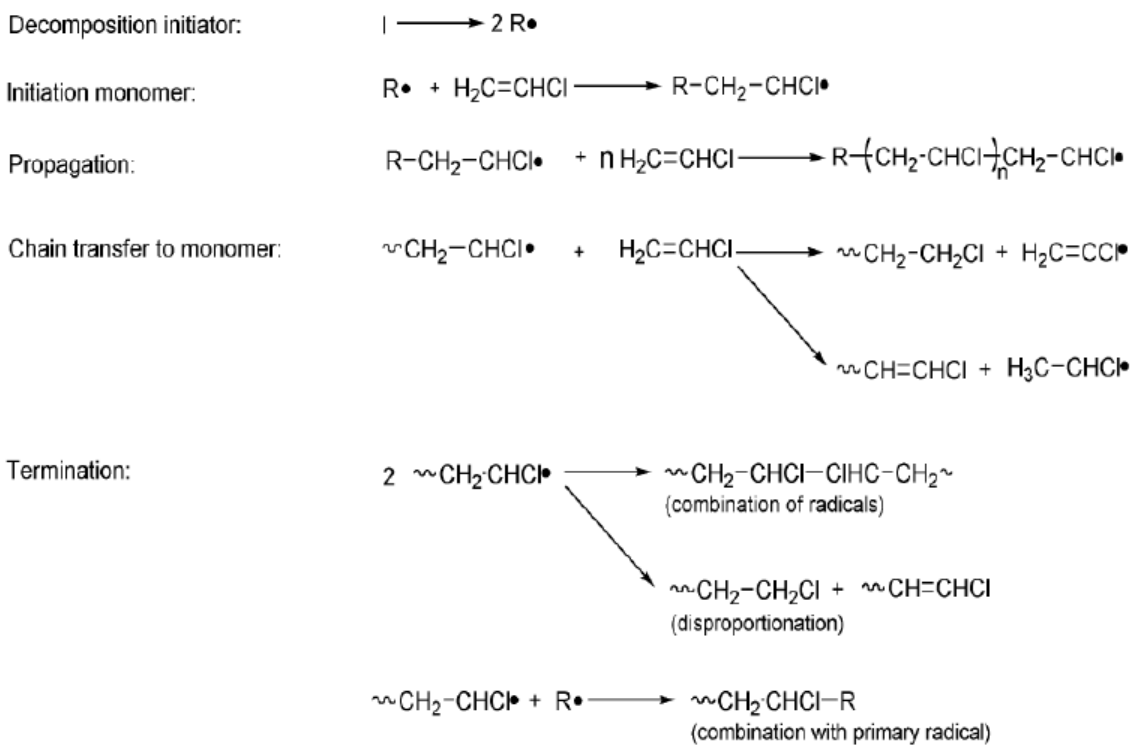
Inisiasi merupakan tahap awal pembentukan radikal bebas. Radikal bebas memungkinkan berlangsungnya reaksi adisi. Inisiator mempunyai energi yang mampu menggabungkan monomer menjadi dimmer, dimmer menjadi trimer, dan seterusnya. Reaksi inisiasi dapat digambarkan sebagai berikut :

2. Tahap Propagasi

Propagasi merupakan reaksi pertumbuhan rantai polimer aktif yang selalu siap menyerang monomer dan membentuk rantai polimer aktif baru.

3. Tahap Terminasi

Terminasi adalah reaksi penghentian timbulnya rantai polimer.



I = Inisiator

R* = Radikal Bebas

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Polivinil klorida

Wujud	: Serbuk *(Powder)* 200 µm
Rumus Molekul	: $(-C_2H_3Cl-)_{1600}$
Berat Molekul	: 100.000 kg/kmol
Kemurnian	: min. 99,5% berat
Impurities	: 0,5% H_2O berat
Titik lebur (^oC) pada 1 atm	: 240
Titik kritis (^oC)	: 256,5
Specific gravity	: 1,2 -1,7 (pada 20 ^oC)

Sifat-sifat kimia

- Tidak larut dalam air

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Vinyl Chloride Monomer

Wujud	: Cair
Rumus Molekul	: C_2H_3Cl
Berat molekul	: 62,5 kg/kmol
Kemurnian	: min. 99,5 % berat
Impurities	: HCl *max.* 0,5% berat
Titik didih, (^oC)	: -13,81
Titik beku (^oC)pada 1 atm	: -153,77
Flash point (^oC)	: -77,75
Fire point (^oC)	: 472
Specific gravity	: 0,9195 (pada 20 ^oC)
Densitas cairan, -20 ^oC	: 0,98343 gr/ ml
Suhu kritis, Tc, (^oC)	: 156,5
Tekanan kritis, Pc, (atm)	: 55,2
Sifat-sifat kimia	:

- Tahan terhadap reaksi-reaksi secara *cracking* atau hidrolisa

- Larut dalam CCl,*ether*, *ethyl alcohol*, dan banyak pelarut organik.
- Non korosif bila kering pada temperatur dan tekanan parsial.

2.3 Spesifikasi bahan pembantu

Poly Vinyl Acetate (PVAc)

Wujud : Semi padat

Rumus Molekul : $(-C_4H_6O_{2-})_{2840}$

Berat molekul : 244240 kg/kmol

Titik didih (^oC)pada 1 atm : 272,5

Densitas (gr/ cm3) : 1,191

Sifat-sifat kimia :

- Larut dalam pelarut aromatik, pelarut terklorinasi seperti keton, karbon tetraklorida, dan air.
- Tidak larut dalam bensin, minyak, lemak, alkohol derivatik tinggi, dan pelarut alifatik.

Benzoyl peroxide

Wujud : Bubuk putih

Rumus Molekul : $C_{14}H_{10}O_4$

Berat molekul : 242,32 kg/kmol

Titik lebur (^oC) : 103 – 105

Titik kritis (^{o}C) : 106 – 108

Specific gravity : 1,33 – 1,35 (pada 25 ^{o}C)

Free moisture : 1,5% *max*.

Sifat-sifat kimia

- Larut secara perlahan dalam air, kelarutan kurang dari 2%
- Larut dalam pelarut aromatic

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas pada pabrik polivinil klorida ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku berupa monomer vinil klorida serta bahan pembantu berupa *benzoyl peroxide* sebagai inisiator dan *polyvinyl acetate* sebagai suspending agent, dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Uji yang dilakukan antara lain uji densitas, viskositas, volatilitas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

2.4.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol.

2.4.2.1 Alat Sistem Kontrol

a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *termocouple* untuk sensor suhu.
b. *Controller* dan Indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.
c. *Actuator* digunakan untuk *manipulate* agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.4.2.2 Aliran Sistem Kontrol

a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
b. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.

c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka di lakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Umpan segar berupa *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) 99% yang didapatkan dari PT. Asahimas, disimpan pada fase cair dalam tangki silinder vertical yang dilapisi dengan perlit untuk menjaga tekananpada tangki (T – 01). Inisiator berupa *Benzoyl peroxide* didapatkan dari PT. Kawaguchi Kimia Indonesia, sedangkan *Poly Vinyl Acetate* diperoleh dari Jinzhou Dongya Building Materials Co., Ltd diCina. VCM dari Tangki 01 (T-01) dan air dari utilitas dipompa dengan menggunakan Pompa – 01(P-01) menuju *mixer* (M – 01). *Benzoyl peroxide* dan PVAc dibawa menuju *mixer*-02 (M-02) dengan menggunakan *pneumatic conveyor* (PC – 01) untuk mengangkut *Benzoyl peroxide*, dan *pneumatic conveyor*-02 (PC- 02) untuk membawa PVAc. Kemudian dilarutkan dengan air dari utilitas di dalam *mixer* (M – 02). Arus keluaran *mixer* (M – 01) dinaikkan suhunya dengan menggunakan *heater*-01 (HE-01) lalu dipompa dengan *Screw Pump* -01 (SP-01) menuju reaktor-01 (R-01), arus keluaran *mixer* (M – 02) dinaikan suhunya menjadi 50 ^{o}C dengan menggunakan *heater*-02 (HE-02) dan dinaikan tekananya menjadi 8 atm seperti pada kondisi operasi reaktor (R -01) dengan meggunakan pompa-02 (P-02). Reaktor berupa Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang beroperasi pada suhu 50 ^{o}C dan tekanan 8 atm. Karena reaksi VCM menjadi PVC dengan proses ini

bersifat eksotermis, maka digunakan jaket pendingin pada reaktor. Produk keluar reaktor dengan konversi 75 % masih berbentuk suspensi.Reaksi berjalan isotermal, sehingga suhu keluar Reaktor (R – 01) adalah 50 ^{o}C. Hasil reaksi diturunkan tekanan menjadi 1 atm dengan menggunakan ExpantionValve (EV-01) kemudian dialirkan ke Kettle Reboiler-01 (KR-01) dengan menggunakan Screw Pump -02 (SP-02).

Produk atas yang keluar dari Kettle Reboiler – 01 (KR-01) yang bersuhu 94°C dirubah fase dari gas menjadi cair dengan menggunakan Condenser-01 (CD-01) dengan suhu keluaran sebesar 27°C, yang ditampung dalam akumulator-01 (ACC-01). Arus keluaran akumulator-01 (ACC-01) direcycle menuju *Mixer*-01 (M-01), sedangkan hasil keluaran bawah Kettle Reboiler-01 (KR-01) dialirkan menuju Spray Dryer-01 (SD-01) menggunakan Screw Pump -03 (SP-03).

Hasil atas Spray Dryer -01 (SD-01) diumpankan masuk Cyclone -01 (CL-01), kemudian hasil bawah Cyclone diolah ke UPL, sedangkan hasil atas diumpankan ke Bag Filter-01 (BG-01), hasil atas dari BG-01 diolah ke UPL , sedangkan hasilbawah diolah di UPL. Hasil bawah Spray Dryer-01 (SD-01) 105 °C yang dibawa oleh Pneumatic Conveyor -03 (PC-03) diturunkan suhunya dengan menggunakan Bulk Exchanger-01 (BE-01) menjadi 30 °C. Hasil keluaran Bulk Exchanger-01 (BE-01) dibawa oleh Pneumatic Conveyor -04 (PC-04) menuju Screening-01 (SC-01) dan diangkut oleh Pneumatic Conveyor -05 (PC-05) menuju ke Silo-01 (SL-

01) sebagai produk utama, sedangkan ukuran oversize dibawa oleh Pneumatic Conveyor-06 (PC-06) menuju Silo -02 (SL-02).

3.2. Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat pada pabrik polivinil klorida dirancang dengan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik polivinil klorida dari monomer vinil klorida.

3.2.1. Tangki Penyimpanan VCM

Tugas : Menyimpan VCM selama 7 hari dengan laju kebutuhan 7.511,2035 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Vertical, *elliptical head*

Fase : Cair

Jumlah : 5 buah

Volume : 6.014,7626 m^3

KondisiOperasi : Tekanan = 8 atm

: Suhu = 30 ^oC

Spesifikasi : Diameter = 14,6 m

Tinggi = 43,8 m

Tebal Shell = 1/2 in

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : $ 262488,54

3.2.2 Hopper – 01 (H – 01)

Tugas : Menampung *Poly Vinyl Acetate* (C4H602)n sebagai umpan untuk dimasukan kedalam *mixer-02* dengan kecepatan massa sebanyak 19,98 Kg/jam dengan waktu tinggal 7 hari.

Tipe : Tangki silinder vertical ,*conical bottom head*

Dimensi :

Diameter (D) = 1,5 m

Kedalaman (L) = 3,9 m

Tinggi Cone (H) = 0,7 m

Tebal shell = 3/16 in

Tebal Head = 3/16 in

Jenisbahan : Stainless steel

Harga : $ 6867,77

Jumlah : 1 buah

3.2.3 Hopper – 2 (H – 02)

Tugas : MenampungBenzoil Peroxide ($C_{14}H_{10}O_2$) sebagaiumpanuntukdimasukankedalam *mixer* II dengankecepatanmassasebesar 1,998 Kg/jamdenganwaktutinggal7 hari.

Tipe : TangkiSilinder Vertical, *Conical Bottom Head.*

Dimensi :

Diameter (D) = 0,7 m

Kedalaman (L) = 1,9 m

Tinggi Cone (H) = 0,3 m

Tebal shell = 3/16 in

Tebal head = 3/16 in

Bahan : Stainless steel

Harga : $ 2560,86

Jumlah : 1 buah

3.2.4. *Mixer* – 01 (M – 01)

Tugas : Mencampur *fresh feed* dan arus *recycle vinyl chloride monomer* dengan H_2O dengankecepatanumpan sebesar 36.739,84 Kg/jam

KondisiOperasi:

Tekanan : 8atm

Suhu : 48,5 °C

Dimensi :

Jarak pengaduk dari dasar (hi) = 1,04 m

Diameter pengaduk (Di) = 1,04 m

Lebar pengaduk (Li) = 0,2 m

Digunakan motor daya = 51,2 HP

Dipilih : Pengaduk type Paddledengan6 blade

Diameter impeler = 0,7973m

Tinggi impeler = 0,7973m

Lebarimpeler = 0,1595m

Digunakan motor dengandaya = 5,50Hp

Jenisbahan : Steinless Steel

Harga : $ 118381,75

3.2.5 *Mixer* – 02 (M – 02)

Tugas : Mencampur *poly vinyl acetate* dan *benzoyl peroxide* dengan H_2O dengan kecepatan umpan sebesar 22,03 kg/jam

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Dimensi:

Diameter = 0,2532 m

Tinggi = 0,2532m

Tebal shell = 3/16 in

TebalHead = 3/16 in

Dipilih : Pengaduk type Paddle dengan 6 blade

Diameter Impeler = 0,084m

Tinggi Impeler = 0,084m

Lebar Buffle = 0,016m

Digunakan motor dengan daya = 0,084Hp

Jenis bahan : Steinless Steel

Harga : $ 3608,49

3.2.6 Reaktor

Tugas : Mereaksikan C_2H_3Cl menjadi $(C_2H_3Cl)n$ kecepatan umpan masuk C_2H_3Cl sebesar 36.761,87 Kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Jumlah reaktor: 1

Kondisi Operasi :

Tekanan = 8 atm

Suhu = 50 °C

Dimensi :

Diameter = 2.4 m

Tinggi =3,6 m

Volume cairan dibadan reaktor = 14,68 m^3

Tinggi cairan dibadan reaktor = 3,2 m

Dipilih Tebal shell =0,1875 in

Tebal Head = 0,75 in

Dipilih : Pengaduk type Paddle

Jumlah buffle = 4 buah

Diameter Impeler = 152,4 cm

Tinggi Impeler = 152,4 cm

Lebar Buffle = 15,24 cm

Digunakan motor dengan daya = 37,67 Hp

Tebal Isolasi :

Tebal Isolasi = 7,1 cm

Jenis bahan Isolasi = Asbes

Harga :$80667,21

3.2.7 Kettle Reboiler

Tugas : Memanaskan dan menguapkan PVC hasil keluaran reaktor sebanyak 36.761,87 kg/jam sebagai umpan separator

Jenis : shell and tube

Kondisi operasi :

Tekanan : 94 C

Suhu : 1 atm

Luas Transfer Panas : 57.466,66 ft^2

Harga : $398330,72

3.2.8 Spray Dryer

Tugas : Menguapkan H2O yang masih terikut pada produk pvc yang keluar sebanyak 4.770,6499 kg/jam dengan waktu tinggal 6 detik

Jenis : Spray Dryer Equipped Wheel Atomizer

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 105 ˚C

Dimensi :

Volume umpan : 1,1593 liter

Volume Spray Dryer : 5.412,4147 liter

Diameter : 1,1713 m

Tinggi : 4,6851 m

Harga :$17460,43

3.2.9 Screening

Tugas : Memisahkan produk PVC sesuai dengan ukuran spesifikasi produk.

Bahan Kontruksi : Steinless steel

Jenis : Horizontal Centrifuge Screener

Kapasitas : 8,0 – 9,0 ton/jam

Power : 6,6 kW

Screen Mesh : 200 mesh

Harga : $3600

3.2.10. Silo -01

Tugas: Menampung PVC resin sebagai produk akhir untuk diumpankan ke dalam pengepakan dengan kecepata nmassa sebesar 6.313,13 Kg/jam dengan waktu tinggal14 hari.

Type Alat : Tangki Silinder Vertical dengan Conical Bottom Head.

Jumlah : 3 buah

Kondisioperasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 ^{o}C

Dimensi :

Diameter (D) = 9,2 m

Tinggi Cone (H) = 8,04 m

Tebal shell = 1/2 in

Tebal head = ¼ in

Bahan : Stainless steel

Harga : $186710,25

3.2.11 Silo -02

Tugas: Menampung (PVC) resin sebagai produk akhir untuk diumpankan kedalam pengepakan dengan kecepatan massa sebesar 115.48 Kg/jam dengan waktu tinggal 14 hari.

Type Alat :Tangki Silinder Vertical dengan *Conical Bottom Head*

Jumlah : 1 buah

Kondisioperasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 ^{o}C

Dimensi :

Diameter (D) = 3,5 m

Tinggi Cone (H) = 3 m

Tebal shell = ¼ in

Tebal head = ¼ in

Bahan : Stainless steel

Harga : $22582,16

3.2.12Expansion Valve (EV-01)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan yang keluar dari Reaktor ke Kettle Reboiler sebanyak 36.761,87 kg/jam dari 8 atm menjadi 1 atm.

Jenis : *Globe valve*

Ukuran pipa : ID : 2,469 in

Sch N : 40

NPS : 2 1/2

Bahan :*Stainless steel SA-167 grade 11*

Harga :$1,164.028

3.2.13 *Heater* (H-01)

Fungsi : Memanaskan umpan segar VCM dari Mixer-01 sebelum diumpankan ke reaktor (R-01) sebanyak kg/jam

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Beban Panas : 67.446.762,4825 kJ/jam

Luas transfer panas : 2.370,2665ft^2

Panjang : 16 ft

Fluida panas : *Saturated Steam T=300 C P=1229,45 psi*

Dirt Factor min : 0.001

Dirt Factor terhitung : 0.00114

Catatan :*Heater* (H-01) memenuhi syarat, karena Rd *available*>Rd *min.*

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 11*

Harga : $2,560.863

3.2.14 *Heater* (H-02)

Fungsi : Memanaskan keluaran Mixer-01 dari suhu 30 ke suhu 50˚C sebelum diumpankan ke Reaktor

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Beban Panas : 219.474.7273 kJ/jam

Luas transfer panas : 76,4107 ft^2

Panjang : 20 ft

Fluida panas : *Saturated Steam T=300 C P=1229,45 psi*

Spesifikasi Pipa Dalam

NPS : 0.5 in

Sch.N : 40

Spesifikasi pipa Luar

NPS : 1.5 in

Sch.N : 40

Jumlah hairpin : 1

Dirt Factor min (Rd min) : 0.001

Dirt Factor terhitung (Rd available) : 0.014

Catatan : *Heater* (H-02) memenuhi syarat, karena Rd *available*>Rd *min*.

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 11*

Harga : $1,629.640

3.2.15 Cyclone-01 (CY-01)

Tugas : Menangkap padatan PVC dari Spray Dryer dengan kecepatan umpan sebesar 4860,1553 Kg/jam

Type alat : Standard Cyclone

Dimensi :

Diameter cyclone : 2,0135 ft

De = 1,00067 ft

Hc = 1,00067 ft

Lc = 4,0269 ft

Sc = 0,2517 ft

Zc = 4,0269 ft

Jc = 0,5034 ft

Nt = 3,09517 putaran

Efisiensi = 99 %

Harga : $25492,23

3.2.16 Bulk Exchanger

Fungsi : Mendinginkan padatan PVC resin yang keluar dari Spary Dryer-01 dengan umpan sebanyak 6.428,61 kg/jam.

Jenis : Shell and tube Bulk Exchanger

Diamter : 1 m

Tinggi : 0,5 m

Bahan : *carbon steel*

Harga : $10,000

3.2.17 Condensor (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas keluaran Kettle Reboiler dengan laju 25.473,10 kg/jam

Jenis : *HE Shell and Tube*

Beban Panas : 10.079.875,03kJ/jam

Luas transfer panas : 4.476,70 ft^2

Panjang : 16 ft

Pitch : 1-Triangular Pitch

Shell Side

Fluida panas : Fluida dingin keluaran Kettle Reboiler

ID : 35 in

Baffle space : 7 in

Pass : 1

Tube Side

Fluida dingin : Air

Jumlah tube : 824

OD; BWG : 3/4 in; 16

ID : 0.62 in

Pass : 2

Dirt Factor min : 0.0010

Dirt Factor terhitung: 0,0011

Catatan : *Condensor* (CD-01) memenuhi syarat, karena Rd *available*>Rd *min.*

Bahan : *Stainless steel SA-167 grade 11*

Harga : $20,021.2987

3.2.18 AccumulatorACC-01)

Fungsi : Menampung sementara cairan hasil kondensasi CD-01 dengan laju 8104.02856534021 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Horizontal, *Torispherical Dished Head*

Bahan : *Stainless steel, SA 167 grade 11*

Spesifikasi :

Diameter : 1,5 m

Tinggi : 1,5 m

Tebal : 0,25 in

Harga : :$ 21,07

3.2.19 Pompa P-01

Fungsi : Memompa Umpan Segar VCM dari Tank Truck ke Tank-01 secara batch

Jenis : *Single Stage Centrifugal Pump*

Ukuran pipa : ID : 1,61 in

Sch N : 40

NPS : 1,5 in

Total head : 3,45438m

Motor penggerak : 0,5 Hp, 3500 rpm

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 11*

Harga :6867,77

3.2.20 Pompa (P-02)

Fungsi : Memompa Umpan Segar VCM dari ke Tank-01 ke Mixer-01

Jenis : *Single Stage Centrifugal Pump*

Ukuran pipa : ID : 1,61 in

Sch N : 40

NPS : 1,5in

Total head : 3,45438 m

Motor penggerak : 0,5 Hp, 3500 rpm

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 11*

Harga : $3,841.295

3.2.21 Pompa (P-03)

Fungsi : Memompa VCM dan H2O dari Mixer-01 ke Reaktor-01

Jenis : *Single Stage Centrifugal Pump*

Ukuran pipa : ID : 1,61 in

Sch N : 40

NPS : 1,5 in

Total head : 10,8774m

Motor penggerak : 40 Hp, 3500 rpm

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 11*

Harga : $3,492.086

3.2.22 Pompa (P-04)

Fungsi : Memompa Recycle VCM,HCl,H2O ke dari Condenser-01 ke Mixer-01

Jenis : *Multi Stage Centrifugal Pump*

Ukuran pipa : ID : 1,049 in

Sch N : 40

NPS : 1in

Total head : 9,3890 m

Motor penggerak : 125 Hp, 3500 rpm

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 11*

Harga : $3,841.295

3.2.23 Screw Pump (SP-01)

Fungsi : Mengalirkan umpan keluaran mixer-02 ke reakto dengan laju 22,03 kg/jam

Jenis : Screw Pump

Ukuran pipa : ID : 0,269 in

Sch N : 40

NPS : 0,125 in

Total head : 13,3330m

Motor penggerak : 0,05 Hp, 3500 rpm

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 11*

Harga : $5,005.324

3.2.24 Screw Pump (SP-03)

Fungsi : Memompa hasil bawah dari Kettle Reboiler-01 ke Spray Dryer-01

Jenis : Screw Pump

Ukuran pipa : ID : 1,61in

Sch N : 40

NPS : 1,5 in

Total head : 4,7929m

Motor penggerak : 7,5 Hp, 3500 rpm

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Grade 11*

Harga : $6,984.1739

3.2.25 *Bag Filter*

Fungsi : Memisahkan padatan dan gas hasil keluaran *Cyclone* dengan laju 48,60 kg/jam.

Diameter : 0,2 m

Tinggi : 2,4 m

Harga : $23629,79

3.3.26 *Pneumatic Conveyor-01*

Fungsi : Mengangkut padatan *poly vinyl acetate* (PVAc) dari Hopper -01 ke Mixer-02 sebanyak 19,98 kg/jam.

Diameter : 0,7 m

Panjang : 7 m

Harga : $ 190200

3.3.27 *Blower -01*

Fungsi : menghembuskan udara untuk mengalirkan padatan dari Hopper -01 ke Mixer-02 sebanyak 19,98 kg/jam.

Suhu Umpan : 30 ^{0}C

Kapasitas : 10,34 ft3/menit

Harga : $ 200

3.3.27 *Pneumatic Conveyor-02*

Fungsi : mengangkut padatan *Bonzoiyl Peroxide* dari Hopper -02 ke Mixer-02 sebanyak 1,998 kg/jam.

Diameter : 0,7 m

Panjang : 7 m

Harga : $ 190200

3.3.27 *Blower -02*

Fungsi : menghembuskan udara untuk mengalirkan padatan dari Hopper -02 ke Mixer-02 sebanyak 1,99 kg/jam.

Suhu Umpan : 30 ^{0}C

Kapasitas : 1,03 ft3/menit

Harga : $ 100

3.3.27 *Pneumatic Conveyor-03*

Fungsi : mengangkut padatan PVC dari Spray Dryer ke Bulk Exchanger sebanyak 6428,61 kg/jam.

Diameter : 0,7 m

Panjang : 7 m

Harga : $ 190200

3.3.27 *Blower -03*

Fungsi : menghembuskan udara untuk mengalirkan padatan dari Spray Dryer ke Bulk Exchanger sebanyak 6428,61 kg/jam.

Suhu Umpan : 105 ^{0}C

Kapasitas : 3325,37 ft3/menit

Harga : $ 8100

3.3.27 *Pneumatic Conveyor-04*

Fungsi : mengangkut padatan dari *Bulk Exchanger* ke *screening* sebanyak 6428,61 kg/jam.

Diameter : 0,7 m

Panjang : 7 m

Harga : $ 190200

3.3.27 *Blower -03*

Fungsi : menghembuskan udara untuk mengalirkan padatan dari Spray Dryer ke Bulk Exchanger sebanyak 6428,61 kg/jam.

Suhu Umpan : 30 ^{0}C

Kapasitas : 3325,37 ft3/menit

Harga : $ 8100

3.3.27 *Pneumatic Conveyor-05*

Fungsi : mengangkut padatan dari *Screening* ke Silo -01 sebanyak 6313,13 kg/jam.

Diameter : 0,7 m

Panjang : 7 m

Harga : $ 190200

3.3.27 *Blower - 04*

Fungsi : menghembuskan udara untuk mengalirkan padatan dari *Screening* ke Silo -02 sebanyak 115,48 kg/jam.

Suhu Umpan : 30 ^{0}C

Kapasitas : 59,74 ft3/menit

Harga : $ 600

3.3. Perencanaan Produksi

3.3.1. Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan Polivinil Klorida di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan polivinil klorida dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri plastik di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan Polivinil klorida akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang menggunakan polivinil klorida sebagai bahan baku produksi maupun bahan tambahan. Dan juga dengan melihat kapasitas pabrik – pabrik polivinil klorida yang telah berdiri. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 50.000 ton/ tahun. Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

   Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam "Statistik Perdagangan Indonesia" tentang kebutuhan polivinil klorida di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

   Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

   a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

2. Ketersediaan bahan baku

   Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan Polivinil Klorida *a*dalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan

pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Kebutuhan bahan baku monomer vinil klorida dapat diperoleh dari PT Asahimas.

3.3.2. Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1.Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan suatu hal yang penting, karena akan mempengaruhi kedudukan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan tersebut. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

4.1.1. Faktor Primer Penentu Lokasi Pabrik

a. Letak sumber bahan baku

Suatu pabrik sebaiknya didirikan didaerah yang dekat dengan sumber bahan baku untuk memudahkan pengadaan dan transportasi bahan baku. Hal-hal yang perlu ditinjau mengenai bahan baku ini adalah sebagai berikut :

- Jarak pabrik dengan sumber bahan baku
- Kapasitas sumber
- Cara penanganan bahan baku tersebut
- Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku lain

b. Tenaga listrik dan bahan baku

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengadaan tenaga listrik dan bahan bakar adalah:

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

c. Sumber air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri kimia.Air digunakan untuk kebutuhan media pendingin, air umpan boiler, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhanair di pabrik dapat diperoleh melalui dua sumber :

- Dari sumber langsung (sungai maupun air tanah)
- Dari instalasi penyediaan air

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air adalah :

- Kapasitas sumber air
- Kualitas sumber air
- Jarak sumber air dari lokasi pabrik
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air sesuai dengan kebutuhan rutin pabrik
- Polusi air tidak melebihi ambang batas yang ditetapkan

d. Iklim alam sekitar

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada faktor ini adalah :

- Keadaan lingkungan alam yang sulit akan memperbesar biaya konstruksi pembangunan pabrik
- Keadaan angin (kecepatan dan arahnya) pada situasi terburuk yangpernah terjadi pada suatu tempat tersebut diperkirakan tidak akanmengganggu jalannya proses produksi
- Kemungkinan terjadinya gempa
- Pengaruh alam terhadap perluasan di masa mendatang

e. Pemasaran

Sebaiknya lokasi pabrik dekat dengan pemasarannya. Hal-hal yangperlu diperhatikan mengenai pemasaran ini adalah sebagai berikut :

- Daerah pemasaran produk
- Pengaruh dan jumlah saingan yang ada
- Kemampuan daya serap pasar
- Jarak pemasaran dari lokasi pabrik dengan daerah yang dituju
- Sistem pemasaran yang dipakai

f. Transportasi

Masalah pengangkutan (transportasi) perlu diperhatikan agarkelancaran suplai bahan baku dan pemasaran produk dapat

terjamin denganbiaya operasi serendah mungkin dan dalam waktu singkat. Fasilitas-fasilitasyang perlu diperhatikan :

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

g. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik secara tenaga kasar maupun tenaga ahliberpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan.Tingkatpendidikan masyarakat dan tenaga kerja juga menjadi pendukung pendirianpabrik ini. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Kemungkinan untuk mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan
- Pendidikan/keahlian tenaga kerja yang tersedia
- Tingkat/penghasilan tenaga kerja disekitar lokasi pabrik
- Adanya ikatan perburuhan (peraturan perburuhan)

h. Limbah pabrik

Buangan pabrik harus mendapat perhatian yang cermat, terutamadampaknya terhadap kesehatan masyarakat sekitar lokasi pabrik. Hal-halyang perlu diperhatikan adalah :

- Cara menangani limbah tersebut agar tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan
- Biaya yang diperlukan untuk menangani masalah polusi bagi lingkungan

i. Undang-undang dan Peraturan Pemerintah (Pusat maupun Daerah)

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah industri
- Ketentuan-ketentuan jalan umum bagi industri di daerah ini
- Perpajakan dan asuransi

j. Pengontrolan terhadap bahaya banjir dan kebakaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Lokasi pabrik harus jauh dari lokasi perumahan penduduk
- Lokasi pabrik diusahakan tidak berada di lokasi rawan banjir

k. Masalah Lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Apakah daerah pedesaan atau perkotaan
- Fasilitas rumah, sekolah dan fasilitas ibadah
- Tempat rekreasi dan kesehatan

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik pembuatan polivinil klorida direncanakan berlokasi di daerah Kawasan

Krakatau Industrial Estate Cilegon, Cilegon, Provinsi Banten. Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

a. Bahan baku

Bahan baku berupa monomer vinil klorida yang didaptakan dari PT. Asahimas yang terletak dalam satu daerah, serta *suspending agent* yang dikirim melalui jalur transportasi laut yakni dari China.

b. Letak dari pasar dan kondisi pemasaran

Dari segi pemasaran, lokasi pabrik di kota Cilegon relatif strategiskarena dekat dengan konsumen yang membutuhkan PVC seperti industri pipa dan plastik. Selain itu, lokasi pabrik yang dekat dengan pelabuhan juga menguntungkan untuk pemasaran produk ke luar pulau jawa maupun ke Kamboja, Malaysia, Filipina, Singapura, Vietnam, Thailand.

c. Fasilitas transportasi

Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik ini merupakan kawasan yang telah memiliki sarana pelabuhan dan pengangkutan darat sehingga pembelian bahan baku dan pendistribusian produk dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut.

d. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Kebutuhan tenaga listrik untuk operasi pabrik dapat diperoleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) Cilegon. Disamping itu juga disediakan pembangkit listrik cadangan dari generator diesel yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina.

e. Kebutuhan air

Air merupakan kebutuhan penting bagi suatu pabrik industri kimia,baik itu untuk keperluan proses maupun untuk keperluan lainnya. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai, yaitu sungai Cijantung.

f. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah diperoleh meski tidak dari daerah setempat. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang pencari kerja. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi

prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

g. Kemungkinan perluasan dan ekspansi

Ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas dan disekeliling pabrik belum banyak berdiri pabrik serta tidak mengganggu pemukiman penduduk.

h. Kondisi iklim dan cuaca

Seperti kebanyakan daerah lain di Indonesia, maka kondisi cuaca daniklim di sekitar lokasi pabrik relatif stabil. Untuk daerah ini belum pernahterjadi bencana alam yang berarti sehingga memungkinkan pabrik berjalandengan lancar.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

1. **Perluasan Areal Unit**

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan pengembangan produksi untuk kawasan Cilegon, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

a. Segi keamanan kerja terpenuhi.
b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
d. Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

Dengan pertimbangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan Cilegon, Banten layak dijadikan tempat pendirian pabrik PVC di Indonesia.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu rencana dari pengaturan yang paling efektifdan fasilitas-fasilitas fisik dan tenaga kerja untuk menghasilkan produk. Tataletak pabrik meliputi perencanaan kebutuhan ruangan untuk semua aktivitasdalam suatu pabrik yang meliputi kantor,gudang,kamar dan semua fasilitas lain yang ada hubungannya dengan keseluruhan proses dalam rangka menghasilkan produk. Tata letak suatu pabrik memainkan peranan yang penting dalam menentukan biaya konstruksi, biaya produksi, serta efisiensi dan keselamatan kerja.Oleh karena itu tata letak pabrik harus disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan di kemudian hari. Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam *layout* pabrik adalah :

a. Pabrik yang akan didirikan merupakan tambahan pabrik yang sudah ada atau pabrik yang baru sama sekali.
b. Disediakan tanah untuk perluasan pabrik di masa yang akan datang.
c. Kelancaran distribusi dari utility (air, steam, listrik dan bahan bakar), bahan baku dan produk harus dijamin.
d. Keadaan cuaca/iklim (dapat membuat konstruksi di luar pabrik atau tidak).
e. Masalah yang menyangkut safety (seperti kemungkinan terjadinya kebakaran, kecelakaan dan sebagainya).
f. Plant site harus berdasarkan faktor-faktor yang menyangkut peraturan daerah setempat.
g. Masalah waste deposal

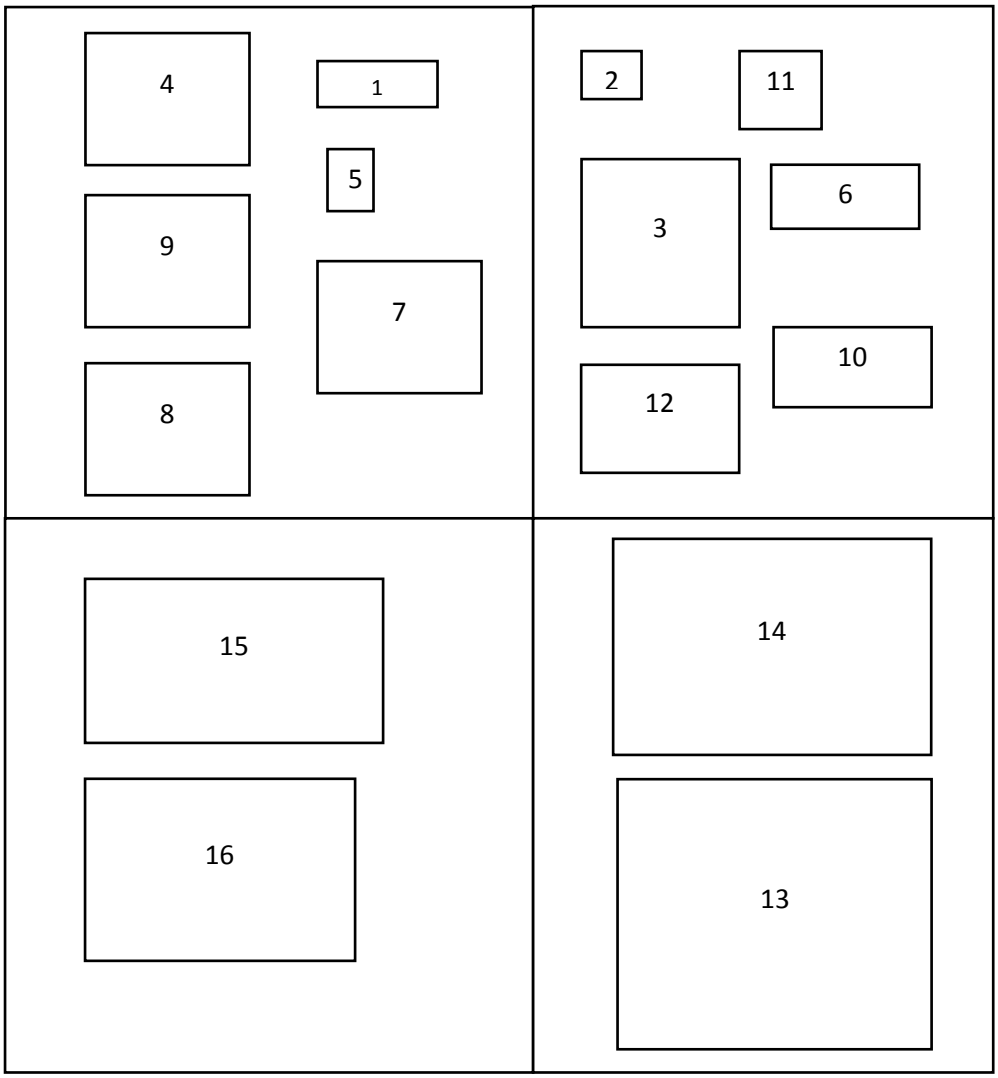
h. Penggunaan ruang kerja yang efisien.

Pabrik polivinil klorida dari monomer vinil klorida ini didirikan di atas tanah seluas 7500m^2, Tabel 4.1. Perincian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.1. Perincian Luas Tanah dan Bangunan pabrik

No.	Bangunan/Area	Ukuran (m x m)	Luas, m^2
1	Taman	12 x 8	96
2	Pos Jaga	4 x 6	24
3	Tempat Parkir	20 x 25	500
4	Kantor	20 x 20	400
5	Kantin	6 x 5	30
6	Laboratorium	20 x 10	200
7	Bengkel	20 x 15	300
8	Gudang	20 x 15	300
9	Masjid	20 x 20	400
10	Ruang Kontrol	20 x 10	200
11	Klinik	10 x 10	100
12	Pemadam Kebakaran	20 x 15	300
13	Area proses	40 x 35	1400
14	Area Utilitas	40 x 30	1200
15	Area tangki Penyimpan	40 x 25	1000
16	Area Pengolahan Limbah	35 x 30	1050
17	Area Pengembangan	200 x 100	20000
		Total	27500

LAYOUT PABRIK PVC



Gambar 4.1 Layout Pabrik Skala 1 : 100

Keterangan Gambar :

1. Taman
2. Pos jaga
3. Tempat parkir
4. Kantor
5. Kantin
6. Laboratorium
7. Bengkel
8. Gudang
9. Masjid
10. Ruang kontrol
11. Klinik
12. Pemadam Kebakaran
13. Area Prose
14. Area Utilitas
15. Area Tangki Penyimpanan
16. Area Pengolahan Limbah

4.3. Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak (Gambar 4.2) peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

4.3.1 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.

4.3.2 Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

4.3.3 Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4.3.4 Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera

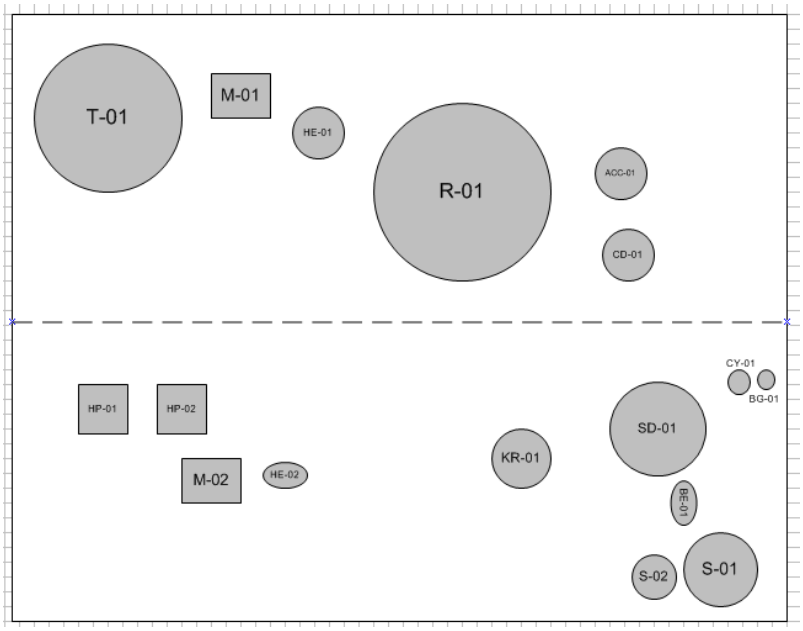
diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

4.3.5 Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

4.3.6 Jarak antar alat proses

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



Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses (Skala 1 : 100)

Keterangan Gambar :

P: Pompa	T: Tangki	M : mixer
HP: Hopper	HE: Heat Exchanger	KR : Kettle Reboiler
R: Reaktor	CD: condensor	ACC : Accumulator
SC: Screening	S: Silo	SD: Spray Dryer
CY: Cyclon	BG: Bag Filter	

4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1. Neraca Massa

Neraca massa bahan meliputi neraca massa *overall*/neraca massa total dan neraca massa tiap-tiap alat meliputi *mixer*, reaktor, *kettle reboiler*, *Spray Dryer*.

4.4.1.1 Neraca Massa *Overall*

Tabel 4.2 Neraca Massa *Overall*

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
C2H3Cl	9.894,6826	2.664,0387
HCl	16.075,9719	16.266,7380
H2O	10.769,4491	10.849,2519
PVAc	19,7894	211,1437
C14H10O4	1,9789	193,8650
(C2H3Cl)n	0	6.576,7693
Total	**36.761,8719**	**36.761,8719**

4.4.1.2 Neraca Massa tiap Alat

***Mixer*-01 (M-01)**

Tabel 4.3 Neraca Massa *Mixer*-01

Komponen	Masuk, Kg/jam		Keluar, Kg/jam
	Fresh Feed	Recycle	
C2H3Cl	7.473,8343	2.420,8483	9.894,6826
HCl	37,3692	16.038,6028	16.075,9719
H2O	3.755,6017	7.013,5857	10.769,1874
Total	**36.739,0407**		**36.739,8420**

***Mixer*-02 (M-02)**

Tabel 4.4 Neraca Massa Mixer-02

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
PVAc	19,7894	19,7894
C14H10O4	1,9789	1,9789
H2O	0,2617	0,2617
Total	**22,0300**	**22,0300**

Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-01)

Tabel 4.5 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
C2H3Cl	9.894,6826	2.473,6707
HCl	16.075,9719	16.075,9719
H2O	10.769,4491	10.769,4491
PVAc	19,7894	19,7894
C14H10O4	1,9789	1,9789
(C2H3Cl)n	0	7.421,0120
Total	**36.761,8719**	**36.761,8719**

Kettle Reboiler (KR-01)

Tabel 4.6 Neraca Massa Kettle Reboiler-01

Komposisi	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Hasil atas	Hasil bawah
C2H3Cl	2.473,6707	2.420,8483	52,8223
HCl	16.075,9719	16.038,6681	37,3039
H2O	10.769,4491	7.031,5857	3.755,8634
PVAc	19,7894	0	19,7894
C14H10O4	1,9789	0	1,9789
(C2H3Cl)n	7.421,0120	0	7.421,0120
Total	**36.761,8719**	**25.473,1020**	**11.288,7699**
		36.761,8719	

***Spray Dryer* (SD-01)**

Tabel 4.7 Neraca Massa *Spray Dryer* (SD-01)

Komposisi	**Masuk (kg/jam)**	**Keluar (kg/jam)**	
		Hasil atas	**Hasil bawah**
C2H3Cl	52,8223	51,2452	1,5772
HCl	37,3039	36,1901	1,1138
H2O	3.755,8634	3.643,7210	112,1423
PVAc	19,7894	19,1985	0,5909
C14H10O4	1,9789	1,9198	0,0591
(C2H3Cl)n	7.421,0120	1.107,8807	6.313,1313
Total	**11.288,7699**	**4.860,1553**	**6.428,6146**
		11.288,7699	

Screener (SC-01)

Tabel 4.8 Neraca Massa Screener (SC-01)

Komposisi	**Masuk (kg/jam)**	**Keluar (kg/jam)**	
		Undersize	**Oversize**
C2H3Cl	1,5772	188,4971	3,4481
HCl	1,1138	188,4971	3,4481
H2O	112,1423	188,4971	3,4481
PVAc	0,5909	188,4971	3,4481
C14H10O4	0,0591	188,4971	3,4481
(C2H3Cl)n	6.313,1313	5.370,6458	98,2428
Total	**6.428,6146**	**6313,1313**	**115,4833**
		6.428,6146	

4.4.2. Neraca Panas

***Mixer*-01 (M-01)**

Tabel 4.9 Neraca Panas *Mixer*-01 (M-01)

Komponen	ΔH Masuk, kJ/jam		ΔHKeluar, kJ/jam
	Feed (kJ/jam)	Recycle (kJ/jam)	
C2H3Cl	56.680,7003	-13.405,8531	-32.969,6669
HCl	509,9846	-175.576,8604	-104.424,8622
H2O	78.763,8983	-117.655,9518	-38.289,5529
Total	**-175.684,0812**		**-175.684,0812**

***Mixer*-02 (M-2)**

Tabel 4.10 Neraca Panas *Mixer*-02 (M-02)

Komponen	ΔH Masuk, kJ/jam	ΔH Keluar, kJ/jam
PVAc	0,0037	0,0037
C14H10O4	0,3100	0,3100
H2O	5,4875	5,4875
Total	**5,8013**	**5,8013**

Reaktor (R-01)

Tabel 4.11 Neraca Reaktor-01 (R-01)

Komponen	ΔH Masuk, kJ/jam	ΔH Keluar, kJ/jam
C_2H_3Cl	15.897,3512	3.974,3378
HCl	39.748,7347	39.748,7347
H_2O	22.197,1807	22.197,1806
PVAc	0,0042	0,0042
$C_{14}H_{10}O_4$	2,6295	2,6295
$(C_2H_3Cl)n$	0	3,252

Tabel 4.12 Panas Total di Reaktor

	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
ΔH1 (in)	20.201,9375	-
ΔHoR	-20.236.973,88	-
ΔH2 (out)	-	12.647,3667
Q (pendingin)	-	-20.229.419,3085
TOTAL	**-20.216.771,9418**	**-20.216.771,9418**

***Kettle Reboiler*-01 (KR-01)**

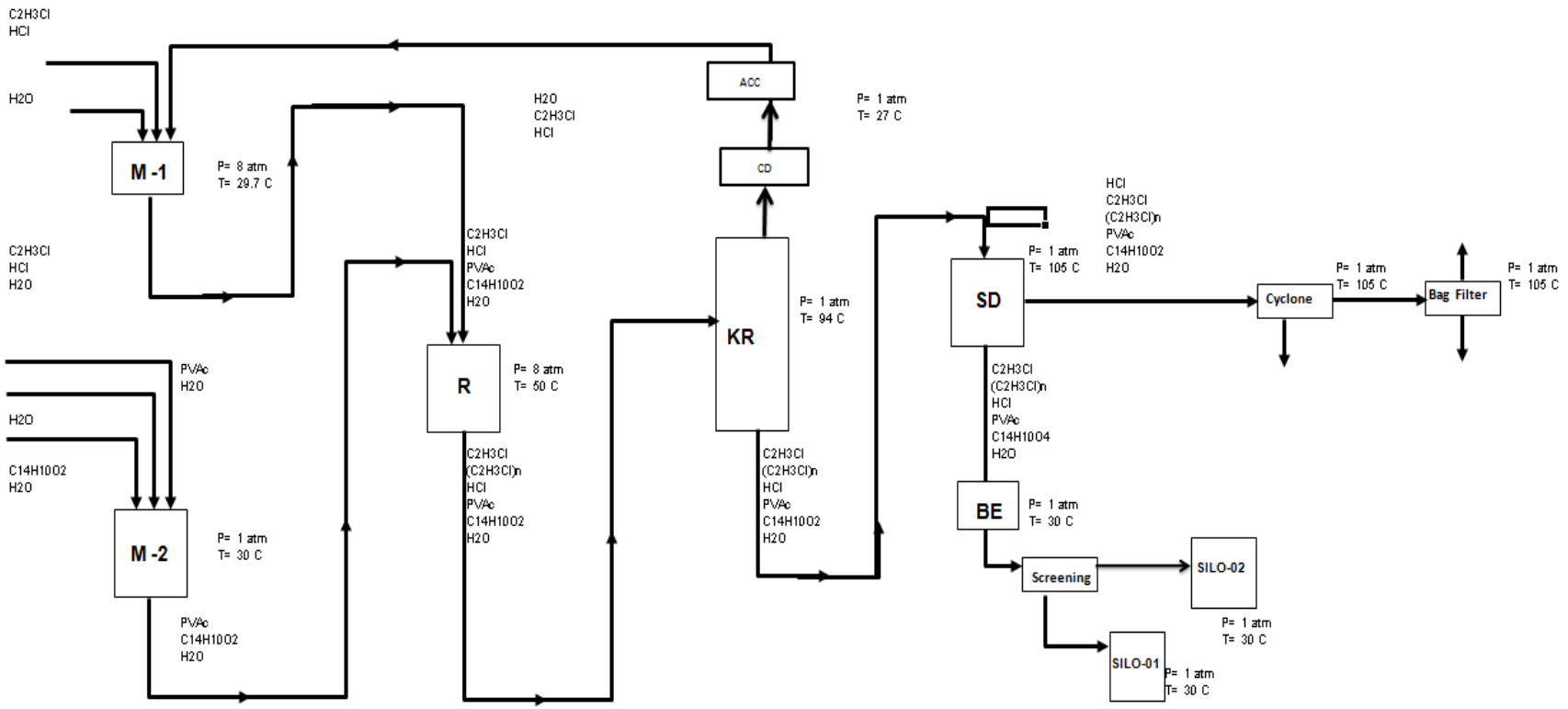
Tabel 4.13 Neraca Panas *Kettle Reboiler*-01 (KR-01)

Komposisi	**ΔH Masuk (kJ/jam)**	**ΔH Keluar (kJ/jam)**	
		Atas	**Bawah**
C2H3Cl	3.598,9030	2.767,4059	2.813,6431
HCl	49.739,1756	11,2724	180,7507
H2O	44.962,3053	808,2810	16.911,7338
PVAc	0,0037	0	0,0042
C14H10O4	2,2965	0	2,6225
(C2H3Cl)n	3,3952	0	3,8771
Beban Panas (Qs)	-71.421,6877	-	
Panas Penguapan	-	6.971,7603	
TOTAL	**26.884,3918**	**26.884,3918**	

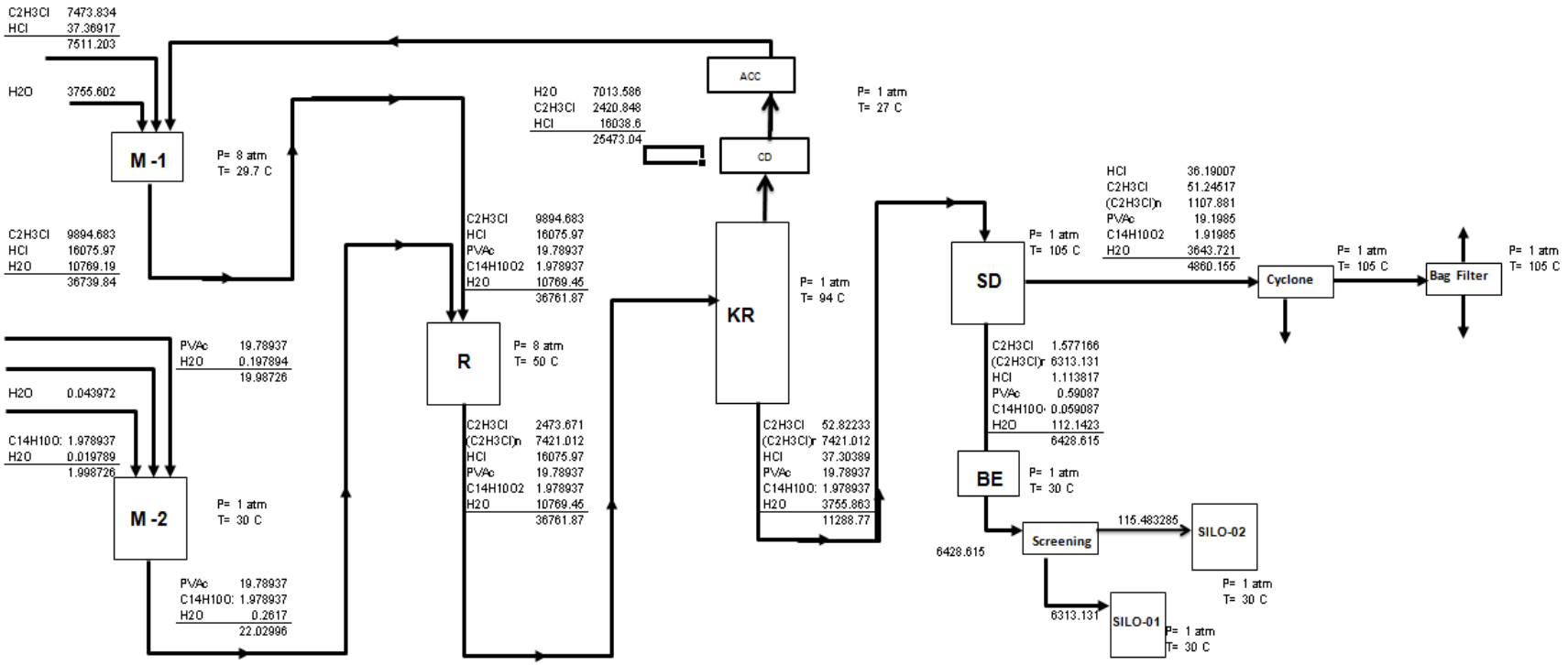
***Spray Dryer*-01 (SD-01)**

Tabel 4.14 Neraca Panas *Spray Dryer*-01 (SD-01)

Komposisi	**ΔH Masuk (kJ/jam)**	**ΔH Keluar (kJ/jam)**	
		Atas	**Bawah**
C2H3Cl	5.366,2413	548.970,0442	191,7908
HCl	8.881,4057	3.870,5730	324,0364
H2O	1.067.262,5272	2.308,8110	37.512,0419
PVAc	0	0	0
C14H10O4	0,0095	0,0092	0,0003
(C2H3Cl)n	0,0543	0,0081	0,0462
Beban Panas (Qs)	-488.332,9156	-	
Panas Penguapan	-	11.618,633	
TOTAL	**566.768,0788**	**566.768,0788**	



Gambar 4.3. Diagram Alir Kualitatif Pabrik PVC dengan Kapasitas 50.000 ton / tahun



Gambar 4.4. Diagram Alir Kuanitatif Pabrik PVC dengan Kapasitas 50.000 ton / tahun

4.5. Perawatan (*Maintenance)*

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk 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. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat - alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat - alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

   Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan meyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Penyediaan Udara Kering

4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

4.6.1.1. 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 PVC ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Cijantung. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.

3. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
4. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1. Air pendingin

   Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut :

   a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
   b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
   c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi per satuan volume.
   d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
   e. Tidak terdekomposisi.

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

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

   a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

      Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2, CO_2, H_2S dan NH_3. O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

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

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam *karbonat* dan *silika*.

c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

3. Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

1) Suhu : Di bawah suhu udara
2) Warna : Jernih
3) Rasa : Tidak berasa
4) Bau : Tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

1) Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.

2) Tidak mengandung bakteri.

4.6.1.2. Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. Clarifier

   Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

   Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

   a. $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$, yang berfungsi sebagai flokulan.
   b. Na_2CO_3, yang berfungsi sebagai flokulan.

   Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$), *koagulan acid* sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih

keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/ menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada

filtered water sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a. *Cation Exchanger*

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.

Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.

Reaksi:

$$CaCO_3 \longrightarrow Ca^{2+} + CO_3^-$$

$$MgCl_2 + R - SO_3 \longrightarrow MgRSO_3 + Cl^- + H^+$$

$$Na_2SO_4 \text{ (resin)} \longrightarrow Na^{2+} + SO_4^{2-}$$

Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

Reaksi:

$$Mg + RSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow R_2SO_3H + MgSO_4$$

b. *Anion Exchanger*

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-}, Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:

$$CO_3^- \longrightarrow CO_3$$

$$Cl^- + RNOH \longrightarrow RN\,Cl^- + OH^-$$

Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:

$$RN\,Cl^- + NaOH \longrightarrow RNOH + NaCl$$

c. Deaerasi

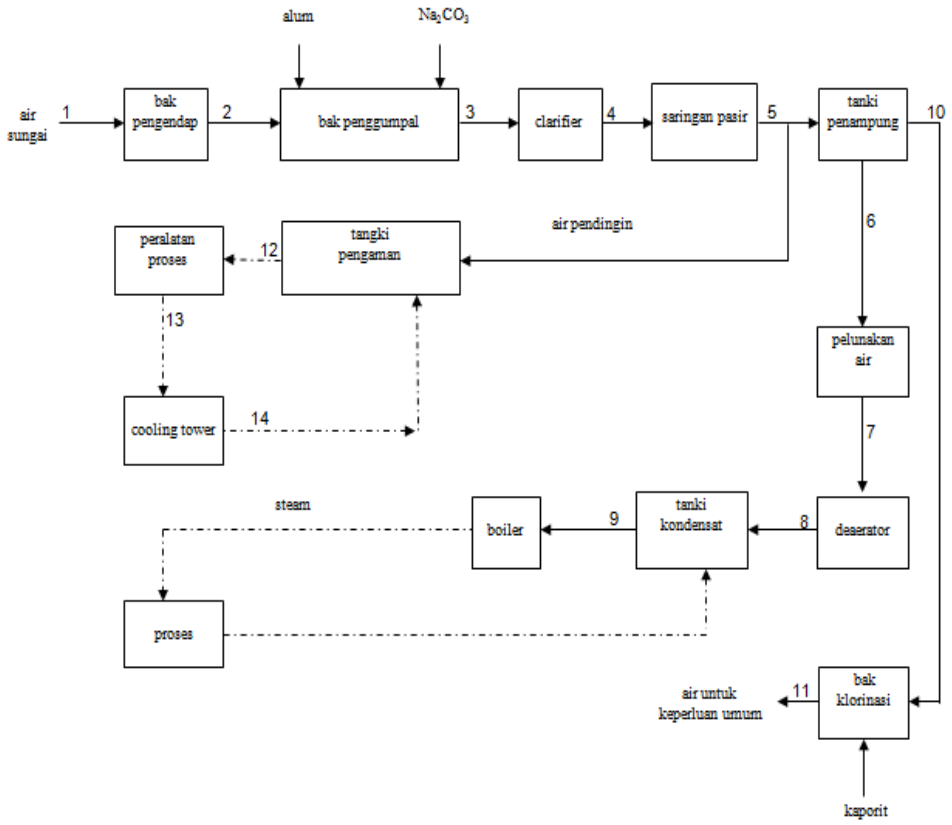
Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga

dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:

$$2N_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2N_2$$

Air yang keluar dari deaerator ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).



Gambar 4.5 Skema Pengolahan Air dalam Unit Utilitas

Keterangan:

AEU : Anion Exchanger Unit CDU : Condensor DAU : Deaerator SFU : Sand Filter

BLU : Boiler CLU : Clarifier KEU : Kation Exchanger Unit TU : Tangki Utilitas

BU : Bak Utilitas CTU : Cooling Tower PU : Pompa UtilitasChil : Chiller

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4.15 Kebutuhan Steam

a. utk HE-01	51.237,0338	kg/jam
b. utk HE-02:	165,3936	kg/jam
c. Kettle Reboiler	108.717,9553	kg/jam
d. steam untuk spray dryer	104.394,4514	kg/jam
Total kebutuhan steam :	**264.514,8341**	kg/jam

Air pembangkit *steam* 90% dimanfaatkan kembali, maka *make up* yang diperlukan 10%, sehingga *make up steam* sebanyak 16012,3827 kg/jam

Blow Down 20%

=20 % x264.514,8341 kg/jam

= 52.902,9668 kg/jam

Jumlah air *make up*

=16012,3827kg/jam + 52.902,9668 kg/jam

=69.271,0269 kg/jam

2. Air Proses

Tabel 4.16. Kebutuhan Air Proses

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah Kebutuhan (kg/jam)
1	Kondenser	CD-01	160.687,91
2	Bulk Exchanger	BE-01	2.992,68
3	Jaket Reaktor	J	468,32
			163.680,6

3. Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air : 100 kg/hari (Asumsi)

Jumlah karyawan : 137 orang

Tabel 4.17 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
1	Karyawan	13.700
2	Bengkel	200
3	Poliklinik	300
4	Laboratorium	500
5	Pemadam Kebakaran	1000
6	Kantin, Musholla	1500
7	Air Rumah Tangga	24000
	Jumlah	**41.200**

Kebutuhan air total : 469.395,4351 kg/jam

4.6.2. Unit Pembangkit *Steam*(*Steam Generation System*)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 80.771,83 kg/jam

Jenis : *Waste Head Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O_2, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boile*r, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding - dinding dan pipa - pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam *header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dangenerator diesel. Generator digunakan sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan.Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

Kapasitas : 400 kWatt

Jenis : generator diesel

Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakarsecara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untukmemutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampumenghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yangselanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-haridigunakan tenaga listrik untuk penerangan dan diesel untuk penggerak alatproses. Tetapi

apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenagalistrik dari diesel 100 %.Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

a. Listrik untuk keperluan proses

- Peralatan proses

Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Alat Proses

NAMA ALAT	POWER POMPA (HP)
P-01	0,5
P-02	0,5
P-03	0,5
P-04	125
Impeller	51
SP-01	1
SP-02	3
SP-03	3
Blower-Bp	0,05
Blower-pvac	0,08
Blower-03	2
Blower-04	2
Blower-05	0,05
Total	188,13

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat proses: 89,550 kWaat

- Peralatan Utilitas

Tabel 4.19 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

NAMA ALAT	POWER (HP)
Pompa air sungai	2.00
Pompa bak pengendap awal	2.00
Pompa bak penggumpalan	0.75
Pompa clarifier	0.05
Pompa sand filter	0.05
Pompa air sanitasi	5.00
Pompa air hydrant	15.00

Pompa air proses	7.50
Pompa cooling tower	10.00
Pompa tangki penampung	1.50
Pompa ion exchanger	0.05
Pompa deaerator	15.00
Pompa tangki alum	0.05
Pompa tangki soda abu	0.05
Pompa bahan bakar	0.25
Pengaduk tangki penggumpalan=	0.05
Pengaduk tangki alum	0.25
Pengaduk tangki soda abu	0.08
Pengaduk clarifier	20
TOTAL	79.63

Kebutuhan listrik untuk utilitas : 37,905 kWatt

Total kebutuhan listrik untuk utilitas dan proses :127,455 Watt

Diambil angka keamanan 20 % : 152,9464 kWatt

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- Alat kontrol diperkirakan sebesar 5 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu : 7,6473 kWatt
- Untuk penerangan, kebutuhan rumah tangga dan alat kantor sebesar 25% dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu : 38,2366 kWatt

Total kebutuhaan listrik yang dibutuhkan sebesar 198,8303 kWatt. Sedangkan total kebutuhan generator sebagai tenaga cadangan jika terjadi gangguan sebesar 400 kWatt.

4.6.4. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan pada pabrik digunakan untuk menggerakkan katup pada sistem udara control. Udara lingkungan sebelum digunakan sebagai udara tekan disaring terlebih dahulu dengan filter udara dan diturunkan kelembabannya dengan melewatkan pada tumukan silika gel. Udara kering kemudian ditekan dengan kompresor sampai tekanan P = 4 atm.

4.6.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler. Bahan bakar boiler menggunakan fuel oil sebanyak 610,18 kg/jam.

4.6.6. Unit penyediaan Udara Kering

Udara kering yang digunakan di alat spray dryer, di *treatmen* dengan cara udara dilewatkan pemanas, lalu dikontakkan secara tidak langsung dengan absorben. Penggungaan absorben ini bertujuan untuk menyerab kandungan air yang masih tersisa di udara setelah proses pemanasan. Sehingga udara yang keluar dari *plant* bersifat panas dan kering.

4.7. Organisasi Perusahaan

4.7.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Polivinil Klorida adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan

terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan.

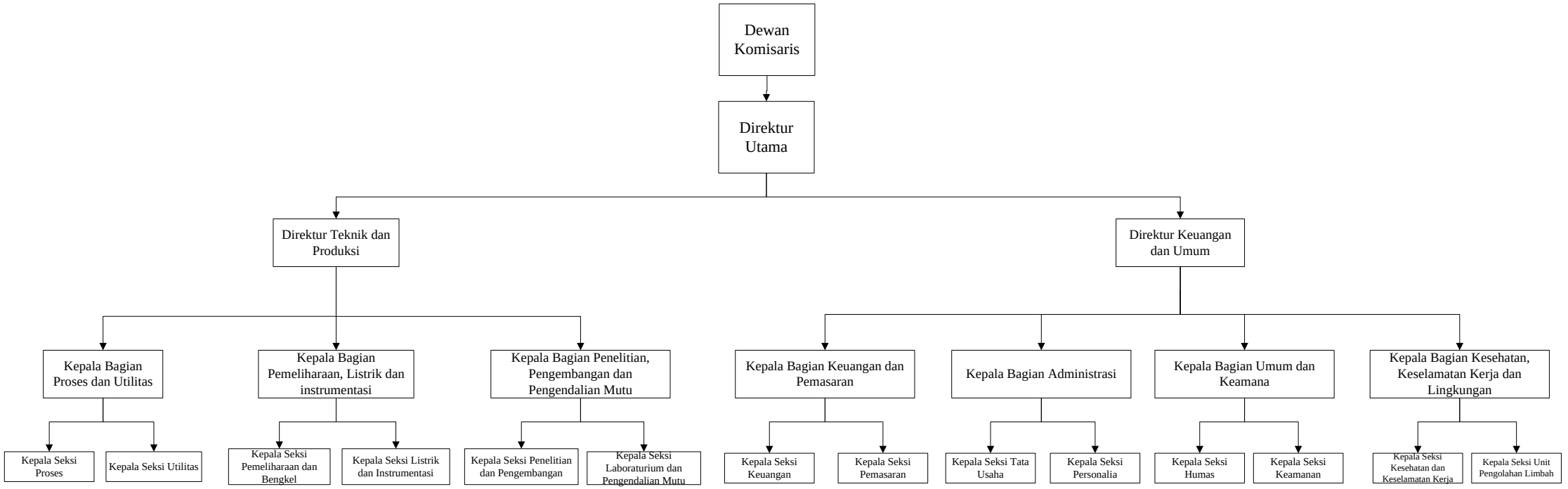
4.7.2. Struktur Oganisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

a. Dewan komisaris
b. Direktur Utama
c. Direktur
d. Kepala Bagian
e. Kepala Seksi
f. Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan

yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.



Gambar 4.6 Struktur Organisasi

4.7.3. Tugas dan Wewenang

4.7.3.1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga akan bertanggung jawab terhadap Pemilik Saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijasanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran
2. Mengawasi tugas-tugas Direktur Utama
3. Membantu Direktur Utama dalam hal-hal penting

4.7.3.2. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.7.3.3. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak sebagai staff Direktur. Kepala Bagian ini bertanggung jawab kepada Direktur masing-masing. Kepala Bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

   Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan danfasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

   Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasanmutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

   Tugas:Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang,serta pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

   Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungandengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

   Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubunganantara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

   Tugas: Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.7.3.4. Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses

   Tugas: Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Utilitas

   Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahanbakar,dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

   Tugas: Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantianalat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

   Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik sertakelancaranalat-alat instrumentasi.

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

   Tugas: Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan denganpeningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

   Tugas: Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

7. Kepala Seksi Keuangan

   Tugas: Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

8. Kepala Seksi Pemasaran

   Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaanbahan baku pabrik.

9. Kepala Seksi Tata Usaha

   Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

10. Kepala Seksi Personalia

    Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

11. Kepala Seksi Humas

    Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan pemerintah, dan masyarakat.

12. Kepala Seksi Keamanan

    Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas: Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, sertamenangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas: Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai denganbaku mutu limbah.

4.7.4. Catatan

a. Cuti Tahunan

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

b. Hari Libur Nasional

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

c. Kerja Lembur (Overtime)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan Kepala Bagian.

d. Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1.Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Tabel 4.20 Gaji Karyawan

Jabatan	Jmlh	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	60.000.000,00	60.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	50.000.000,00	50.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	50.000.000,00	50.000.000,00
Staff Ahli	1	45.000.000,00	45000.000,00
Ka. Bag Umum	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Bag. Pemasaran	1	45.000.000,00	45.000.000,00
Ka. Bag. Keuangan	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	40.000.000,00	40.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	40.000.000,00	40.000.000,00
Ka. Bag. Litbang	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Sek. Personalia	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Humas	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pembelian	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pemasaran	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Administrasi	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	40.000.000,00	40.000.000,00
Ka. Sek. Pengembangan	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Ka. Sek. Penelitian	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Karyawan Personalia	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Humas	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Keamanan	6	8.000.000,00	48.000.000,00
Karyawan Pembelian	4	8.000.000,00	32.000.000,00
Karyawan Pemasaran	4	9.000.000,00	38.000.000,00
Karyawan Administrasi	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Kas/Anggaran	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Karyawan Proses	28	10.000.000,00	280.000.000,00
Karyawan Pengendalian	5	10.000.000,00	50.000.000,00
Karyawan Laboratorium	4	10.000.000,00	40.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	7	10.000.000,00	70.000.000,00
Karyawan Utilitas	14	10.000.000,00	140.000.000,00
Karyawan KKK	6	9.500.000,00	57.000.000,00
Karyawan Litbang	3	10.000.000,00	30.000.000,00

Sekretaris	5	15.000.000,00	75.000.000,00
Medis	2	12.000.000,00	24.000.000,00
Paramedis	3	8.000.000,00	24.000.000,00
Sopir	6	5.000.000,00	30.000.000,00
Cleaning Service	5	4.700.000,00	23.500.000,00
Total	137		1.863.500.000,00

e. Jam Kerja Karyawan

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

1) Jam kerja karyawan non-shift

Senin – Kamis

Jam Kerja : 08.00 – 12.00 dan 13.00 – 17.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat

Jam Kerja : 07.30 – 11.30 dan 13.00 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.00

Hari Sabtu dan Minggu libur.

2) Jam kerja karyawan shift

Jadwal kerja karyawan shift dibagi menjadi:

- Shift Pagi: 07.00 – 15.00
- Shift Sore: 15.00 – 23.00
- Shift Malam: 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam tabel 4.34. sebagai berikut :

Tabel 4.21 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu

Hari/Regu	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L
2	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P
3	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S
4	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M

Keterangan :

P : Shift Pagi M : Shift Malam S : Shift Siang L : Libur

4.8. Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan *(estimation)* tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan

untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima factor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

   Meliputi :

   a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
   b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Penentuanbiayaproduksi total (*Total Production Cost*)

   Meliputi :

   a. Biayapembuatan*(Manufacturing Cost*)
   b. Biayapengeluaranumum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

   Untukmengetahuititikimpas, makaperludilakukanperkiraanterhadap :

   a. Biayatetap (*Fixed Cost*)
   b. Biayavariabel (*Variable Cost*)

c. Biayamengambang (*Regulated Cost*)

4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik PVC beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2021. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mancari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2021 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1955 sampai 2021, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.22 Harga Indeks

Tahun (X)	indeks (Y)	X (tahun-ke)
1987	324	1
1988	343	2
1989	355	3
1990	356	4

Sumber : (Peter Timmerhaus,1990)

Persamaan yang diperoleh adalah : y : 16,9153x - 33448,8

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun harga alat yang diketahui dari matche.com tahun 2014 adalah 618,7461 serta nilai index di tahun perancangan yaitu tahun 2021 adalah: 720,2384

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, padatahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = \mathrm{Ey}\,\frac{\mathrm{Nx}}{\mathrm{Ny}} \qquad \text{(Aries \& Newton, 1955)}$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Hargapembelian pada tahun 2021

Ey : Hargapembelian pada tahunreferensi (1955, 1990 dan 2007)

Nx : Indexharga pada tahun 2021

Ny : Indexharga pada tahunreferensi (1955, 1990 dan 2007)

4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi PVC	:	50.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	:	330 hari

Umur pabrik	:	10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	:	2021
Kurs mata uang	:	1 US$: Rp 17.000,-
Harga bahan baku	:	Rp 706.860.000.000
Harga jual produk	:	Rp 1.615.000.000.000

4.8.3 Perhitungan Biaya

4.8.3.1 *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital *investment*terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment*adalahbiaya yang diperlukanuntukmendirikanfasilitas – fasilitaspabrik.

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usah atau modal untuk menjalankanoperasi dari suatu pabrik selama waktut ertentu.

4.8.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct, Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost,* yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

   Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

   *IndirectCost*adalahpengeluaran–pengeluaransebagaiakibattidaklangsungkarenaoperasipabrik.

c. *Fixed Cost*

   Fixed Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

4.8.3.3 *General Expense*

*GenaralExpense*ataupengeluaranumummeliputipengeluaran–pengeluaran yang berkaitandenganfungsiperusahaan yang tidaktermasuk*Manufacturing Cost*.

4.8.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut

potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.8.4.1 *Percent Return On Investment*

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$\text{ROI} : \frac{Keuntungan}{Fixed\ \text{Capital}} \text{ x } 100\,\%$$

4.8.4.2 *Pay Out Time* (POT)

***Pay Out Time* (POT)** adalah :

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

4.8.4.3 *Break Even Point* (BEP)

BreakEven Point (BEP) adalah :

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menetukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalamhalini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.8.4.4 *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mancapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$\text{SDP} : \frac{(0{,}3\,\text{Ra})}{(Sa - \text{Va} - 0{,}7\,\text{Ra})} \times 100\,\%$$

4.8.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu

dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

n : Umur pabrik : 10 tahun

I : Nilai DCFR

C : *Cash flow*:*profit after taxes + depresiasi + finance*

4.8.5. Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik polivinil klorida PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.23 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Harga Alat	30.887.858.551	1.816.932,86
2	Instalasi	3.314.085.529,19	228.933,54
3	Pemipaan	3.831.911.393	932.910,36
4	Instrumentasi	310.695.518,4	220.757,34
5	Isolasi	517825863,9	59.050,32
6	Instalasi Listrik	3.088.785.855	181.693,29
7	Pembelian Tanah dan Perbaikan	7.500.000.000	-
8	Pembuatan Bangunan dan Perlengkapan	1.5000.000.000	-
9	Utilitas	13285147886,94	8.093.618,38
Physical Plant Cost (PPC)		**43.759.666.191,55**	**11.797.346,01**

Tabel 4.24*Direct Plant Cost (DPC)*

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Teknik dan Konstruksi	2.625.579.971,49	707.846,16
Total (DPC + PPC)		2.625.579.971,49	707.846,16

Tabel 4.25*Fixed Capital Investment (FCI)*

No	*Tipe of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Total DPC + PPC	65.145.457.882,54	6,363,783.26
2	Kontraktor	1.776.694.305.89	173,557.73
3	Biaya tak terduga	5.330.082.917,66	520,673.18
Fixed Capital Investment (FCI)		**42.640.663.341,30**	**4,165,385.41**

Tabel 4.26 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Raw Material*	-	42.557.664,46
2	*Labor*	27.335.835.002,75	-
3	*Supervision*	5.467.167.000,55	-
4	*Maitenance*	1.913.508.405,19	-
5	*Plant Supplies*	287.026.267,53	-
6	*Royalty and Patents*	-	4.757.965,572
7	*Utilities*	13.285.147.886,94	-
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**48.288.684.608**	**47.315.630,03**

Tabel 4.27*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Payroll Overhead*	5.467.167.000,55	-
2	*Laboratory*	4.100.375.250,41	-
3	*Plant Overhead*	27.335.835.002,75	-
4	*Packaging and Shipping*	-	9.515.931,14
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		36.903.377.253,72	9.515.931,14

Tabel 2.28*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Depreciation*	6.301.391.931,58	1.698.830,79
2	*Property taxes*	1.260.278.386,32	339.766,16
3	*Insurance*	630.139.193,16	169.883,08
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		8.191.809.511	2.208.480,021

Tabel 2.29*Total Manufacturing Cost (MC)*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Direct Manufacturing Cost (DMC)*	**48.288.684.608**	**47.315.630,03**
2	*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*	36.903.377.253,72	9.515.931,14
3	*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*	8.191.809.511	2.208.480,021
Manufacturing Cost (MC)		**93.383.871.373**	**59.040.041,20**

Tabel 4.30*Working Capital (WC)*

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Raw Material Inventory*	-	3.546.472,04
2	*In Process Inventory*	58.364.919,61	36.900,03
3	*Product Inventory*	7.781.989.281,06	4.920.003,43
4	*Extended Credit*	7.929.942,62	-
5	*Available Cash*	7.781.989.281,06	9.920.003,433
Working Capital (WC)		**15.622.343.481,73**	**21.353.231,55**

Tabel 4.31 *General Expense (GE)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Administration*	4.669.193.568,64	2.952.002,06
2	*Sales expense*	14.007.580.705,91	8.856.006,18
3	*Research*	4.669.193.568,64	2.952.002,06
4	*Finance*	8.644.743.453,84	4.901.829,02
General Expense (GE)		**31.990.711.297,03**	**19.661.839,32**

Tabel 4.32Total Biaya Produksi

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)
1	*Manufacturing Cost (MC)*	93.383.871.373
2	*General Expense (GE)*	31.990.711.297,03
Total Production Cost (TPC)		**125.374.582.669,77**

Tabel 4.33*Fixed cost (Fa)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)
1	*Depreciation*	35.181.515.285,64
2	*Property taxes*	7.036.303.057,13
3	*Insurance*	3.518.151.528,56
Fixed Cost (Fa)		**45.735.969.871,34**

Tabel 4.34 *Variable cost (Va)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)
1	*Raw material*	723.480.295.832,51
2	*Royalties and Patents*	80.885.414.718,56
3	*Utilities*	13.285.147.886,94
4	*Packaging & shipping*	161.770.829.437,12
Variable Cost (Va)		**979.421.687.875,13**

Tabel 4.35 *Regulated cost (Ra)*

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)
1	Buruh	27.335.835.002,75
2	Supervisi	5.467.167.00,55
3	*Maintenance*	1.913.508.450,19
4	*Plant Supplies*	287.026.267,53
5	*Laboratory*	4.100.375.250,41
6	*Payroll Overhead*	5.467.167.000,55
7	*Plant Overhead*	27.335.835.002,75
8	*General Expense*	366.241.979.690,12
	Ra	**438.148.893.664,87**

4.8.6 AnalisaKeuntungan

Harga jual produk PVC1 :Rp 32.300/kg

Harga jual produk PVC2 : Rp.14.280 /kg

Total Cost : Rp 1.463.306.551.411,33

Keuntungan sebelum pajak : Rp 154.401.742.959,87

Pajak Pendapatan : 25% per Tahun

Keuntungan setelah pajak : Rp 116.401.307.219,90

4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.8.7.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

$$ROI: \frac{Keuntungan}{Fixed\ \text{Capital}} \text{ x } 100\,\%$$

ROI sebelum pajak : 43,8872 %

ROI sesudah pajak : 33,0859 %

4.8.7.2 *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak : 1,8557 tahun

POT sesudah pajak : 2,3209 tahun

4.8.7.3 *Break Even Point (BEP)*

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

BEP : 53,4349 %

4.8.7.4 *Shut Down Point (SDP)*

$$\text{SDP} \;:\; \frac{(0{,}3\,\text{Ra})}{(Sa - \text{Va} - 0{,}7\,\text{Ra})} \;\text{x}\; 100\,\%$$

SDP : 39,6416%

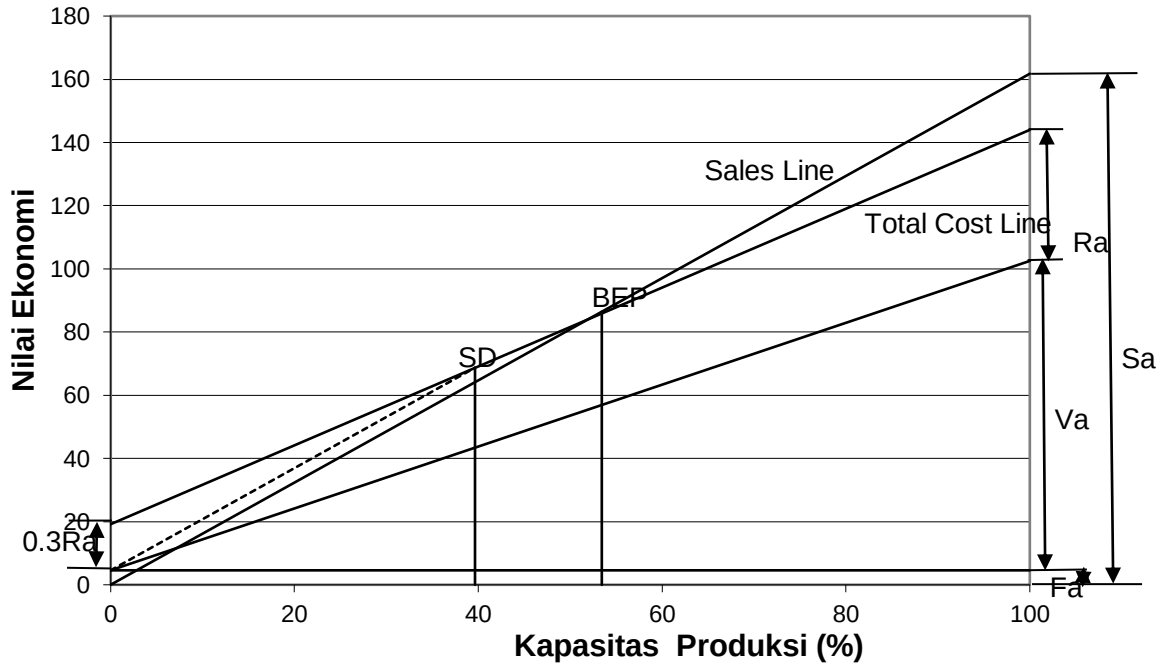
4.8.7.5 *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Umur pabrik : 10 tahun

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

Dengn *trial & error* diperoleh nilai i :22,7549 %



Gambar 4.8. Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari tinjauan bahan baku dan kondisi operasi maka pabrik polivinil klorida digolongkan sebagai pabrik beresiko tinggi, baik analisa ekonomi maupun proses maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik ini beresiko tinggi :

1. Pendirian pabrik polivinil klorida di Indonesia cukup menarik karena kebutuhan polivinil klorida akan meningkat sejalan dengan terus berkembangnya industri plastik di Indonesia.
2. Dari segi bahan baku, pemasaran dan lingkungan, lokasi pabrikpolivinil klorida daerah Cilegon, Banten, cukup menguntungkan karena kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, ketersediaan air dan listrik.
3. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
    1) Keuntungan sebelum pajak *(Profit Before Tax)* POTb sebesar Rp 154.401.742.959,87 dan keuntungan setelah pajak *(Profit After Tax)*POTa sebesar Rp 116.401.307.219,90
    2) *Return On Investment* (ROI) :

       Presentase ROIb sebelum pajak sebesar 43,88 %, dan ROIa setelah pajak sebesar 33,08 %. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah 11% dan untuk resiko tinggi adalah 44 % (*Aries & Newton, 1955*), maka pabrik polivinil klorida bersiko *High Risk.*

3) *Pay Out Time* (POT) :

POTb sebelum pajak selama 1,86 tahun dan POTa setelah pajak selama 2,32tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah 5 tahun dan resiko tinggi adalah 2 tahun, (*Aries & Newton, 1955*), maka pabrik polivinil klorida bersiko *High Risk*

4) *Break Event Point* (BEP) pada 53,43 % dan *Shut Down Point* (SDP) pada 39,64 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.
5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 23 %.

Dari hasil evaluasi ekonomi, pabrik polivinil klorida dari monomer vinil klorida layak untuk didirikan.

5.2 Saran

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

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

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D.,"*Chemical Engineering Cost Estimation"*, Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York, 1955.

Backhurst, J.R. and Harker, J.H.,"*Process Plant Design"*, Heinemen Chemical Engineering Series, London,1983.

Biro Pusat Statistik.,"*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia"*, Indonesia Foreign, Trade Statistic Import, Jakarta, 2009-2014.

Brownell, L.E., and Young, E.H.,"*Process Equipment Design"*, John Wiley and Sons, Inc., New York,1959.

Charles E. Wilkes dkk, "PVC Handbook", Hanser, 2005.

Coulson, J.M., and Richardson, J.F.,"*Chemical Engineering*(1^{st} Ed)*.",* Pergamon Internasional Library, New York,1983.

Geankapolis, C.J., "*Transport Process and Unit Operations*(3^{rd} Ed)*",* Pretince – Hall International, Inc., New Jersey,1993.

Jackson, D.L., "*Preparation of Formic Acid by Hidrolysis of Methyl Formate (US.Patent No. 4299981)"*., United States Patent., New Jersey, 1981.

Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer"*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York,1983.

Ludwig, E.E., "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants"*, Gulf Publishing, Co., Houston, 1964.

Malcolm R Stevens, "*Polymer Chemistry: An Introduction*" , Oxford University Press, Inc., 2001.

Perry, R.H., and Green, D.W., "*Perry's Chemical Engineer's Handbook*(6th ed)", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York,1986.

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*(3rd Ed)", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1980.

Powell, S.T., "*Water Conditioning for Industry* (1st ed)", McGraw Hill Book Company, Inc., New York,1954.

Treyball.,Robert.H., "*Mass Transfer Operations*,(3rd ed)", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York,1981.

The Engineering Toolbox.,*"Conductivity of Fiber Glass"*,

Walas, S.M ., "*Reaction Kinetics for Chemical Engineer"*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York,1959.

Ullmann's., "Encyclopedia of Industrial Chemistry (4 rded).,Wiley-VCH.,Berlin,1984.

Ullrich, G.D., *"A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics"*, John Wiley & Sons, New York,1984.

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN REAKTOR

Tugas : Mereaksikan C_2H_3Cl menjadi $(C_2H_3Cl)n$ kecepatan umpan masuk C_2H_3Cl sebesar 9894.68 Kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi :

Tekanan : 8 atm

Suhu : 50 °C

1. Neraca Massa

Jumlah reaktor = 1buah

Umpan masuk :

a. Umpan C_2H_3Cl:

C_2H_3Cl = 158,3149 Kgmol/jam = 9894,6826 Kg/jam

HCl = 440,4376 Kgmol/jam = 16075,9719 Kg/jam

H_2O = 598,2882 Kgmol/jam = 10769,1874 Kg/jam

Jumlah = 1197,0407 Kgmol/jam = 36739,8420 Kg/jam

b. Umpan katalis dan suspension agent :

PVAc	=	0,0001 Kgmol/jam	=	19,7894 Kg/jam
$C_{14}H_{10}O_2$	=	0,0082 Kgmol/jam	=	1,9789 Kg/jam
H_2O	=	0,0145 Kgmol/jam	=	0,2617 Kg/jam
Jumlah	=	0,0228 Kgmol/jam	=	22,0300 Kg/jam

c. Hasil reaksi :

C_2H_3Cl	=	39,5787 Kgmol/jam	=	2473,6707 Kg/jam
HCl	=	440,4376 Kgmol/jam	=	16075,9719 Kg/jam
H_2O	=	598,3027 Kgmol/jam	=	10769,4491 Kg/jam
PVAc	=	0,0001 Kgmol/jam	=	19,7894 Kg/jam
$C_{14}H_{10}O_2$	=	0,0082 Kgmol/jam	=	1,9789 Kg/jam
$(C_2H_3Cl)n$	=	598,3027 Kgmol/jam	=	10769,4491 Kg/jam
Jumlah	=	1078,4015 Kgmol/jam	=	36761,8719 Kg/jam

2. Neraca Panas

Diketahui Cp rata-rata untuk masing-masing komponensebagai berikut :

$Cp = A + B\,T + C\,T^2 + D\,T^3$ Kcal/Kmol.^oK

Komponen	A	B	C	D
C_2H_3Cl	45,4	-0,2879	-0,001154	2,164E-06
HCl	74	-0,1295	-7,898E-05	2,641E-06
H_2O	92,1	-0,04	-2,110E-04	5,347E-07
PVAc	18	0	0	0
$C_{14}H_{10}O_2$	14,2	0	0	0,000E+00
$(C_2H_3Cl)n$	3516	168	-0,1332	4,845E-05

a. Enthalpi Umpan C2H3Cl masuk reaktor :

Suhu umpan masuk reaktor = 50^{o}C

Suhu referensi = 25 ^{o}C

Komponen	M	$\int Cp$ dT	H = m $\int Cp$ dT
C_2H_3Cl	158,3149	100,416	15897,3512
HCl	440,4376	90,24828	39748,7347
H_2O	598,3027	37,10025	22197,18068
PVAc	0,0001	52,36768	0,004243
$C_{14}H_{10}O_2$	0,0082	321,561	2,6295
$(C_2H_3Cl)n$	0	0	0
Jumlah	1197,0635	601,6932	77845,9004

H1 = -77845,9004 Kcal/j

b. Enthapi hasil reaksi keluar reaktor :

Suhu hasil reaksi keluar reaktor = 50^{o}C

Suhu referensi = 25 ^{o}C

Komponen	M	$\int Cp$ dT	H = m $\int Cp$ dT
C_2H_3Cl	39,5787	100,416	3974,3378
HCl	440,4376	90,24828	39748,7347
H_2O	598,3027	37,10025	22197,1806
PVAc	0,0001	52,36768	0,0042
$C_{14}H_{10}O_2$	0,0082	321,561	2,6295
$(C_2H_3Cl)n$	0,0742	43,8544	3,252
Jumlah	1078,4015		65926,1414

H2 = 65926,1414 Kcal/j

Nilai –ra dari referensi :

$$r_x = \sum_j \left(k_{tmj}\left[M_j\right]\left[R_{xj}\right]\right) + \sum_j \left[k_{tj}\left[R_{xj}\right]\left(\sum_x \left[R_{xj}\right]\right)\right] + k_{tp2}\left(\left[R_{x2}\right]\sum_x x\left[P_x\right] - x\left[P_x\right]\sum_x \left[R_{x2}\right]\right)$$

Physical Parameter

A= 0.2 1/L

alfa= -0.41591

beta=		0.42642	
Io=		0.2	mol
Mo=		25.25	mol
T=		323	K
P=	27.0-0.14 (T-273.16)		
Xc=	0.85-0.0019 (T-273.16)		

Kinetic Rate Constants

kb=	0.0115 ktm (at 50 C)
kd=	6.32*(10^16) exp (-15460/T)
kpo=	3*(10^9) exp (-3320/T)
kp=	kpo exp (0.2(1/Vf-1/Vfer))
ktm=	5.78 exp (-2768/T) kp
ktp=	0.32*ktm (at 50 C)
ktl=	7.8*(10^13) exp (-2190/T)
kt20=	ktl/P^2

vo=	5	
vfer=	Vf at Xf	
z=	0.98	
Vf=	alfa*X + beta	
ktj=	0	

Sehingga di dapat nilai –ra

-ra = 1371,0567 L/sec

Maka Ꞇ = (Cao*Xa)/-ra

Ꞇ = (3,1144*0,75)/ 1371,0567

Ꞇ = 0,001 jam

Ꞇ = 6,133 detik

Maka volum reactor = Ꞇ*Fa_o

V = 0,001*9894,6826

V= 16,85 m^3

Perancangan Reaktor

Asumsi :	1. Isothermal	T=	50	C
	2. Pengadukan sempurna	P=	8	atm
	3. Laju alir volumetrik tetap			
	4. Steady state			

Volume over design = 20% dengan perbandingan H=1,2 D

V= 1,2 *16,85 = 20,22 m^3

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H = \frac{1{,}2\pi}{4} D^3$$

Maka $$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{1{,}2\pi}}$$

D= 3,1 m

H= 3,7 m

Menghitung tebal shell dan head

Tebal shell :

Digunakan baja stainless Steel SA 176 Grade C

Tekanan operasi = 116,8 psi

Tekanan design = 140,16 psi

Allowable stress (f) = 13700 psi

Efisiensi sambungan (e) = 0,85

Faktor korosi (c) = 0,125 in

Jari-jari reaktor (r) = diameter / 2

= 3,1 m / 2

= 1,55 m

= 61,02 in

t shell $= \frac{p.ri}{f.e - 0.6.p} + c$

= 0,144 in

Dipilih tebal shell 1/4 in

Tebal head : $\boxed{t_h = \frac{P.D}{2.f.E - 0{,}2.P} + C}$

t head = 0,70 in

Dipilih tebal head 1/4 in

Menghitung Optimasi Reaktor

Cao=Fao/Fv

Cao=Fao/(m/rho)

Cao= 6,089 kmol/m^3

Data:

K= 2,1 liter/mol.s 10^{-6}

-ra = Cao^2* $(1-x)^2$

= 7,009 kmol/m^3. Detik

Volum 1 reaktor

V = Fao*X/-ra

V= 16,9 m^3

2 reaktor seri

Voulm reactor 2,3 = 8,470 m^3

V2 = Fao*X/-ra

59,36 = Fao*X

0,37 = X

Mencari nilai Fa1 = Fa0 – Fa0*X

Fai = 98,946 kmol/jam

V3 = Fa1*X/-ra

59,36 = Fa1*X

0,6 = X

	1	2
	1 Reaktor	2 Reaktor
V (m3)	8.4701	8.4701
τ (jam)	0.046917	0.117293
X1 =	0.3750	0.6000

Optimasi Harga Reaktor

Metode six – Tenths Factor

$$Cost\ A = Cost\ B((Size\ A)/(Size\ B))\text{^}0.6$$

Kondisi Operasi

P = 1 atm = 14.7 lb/in^2

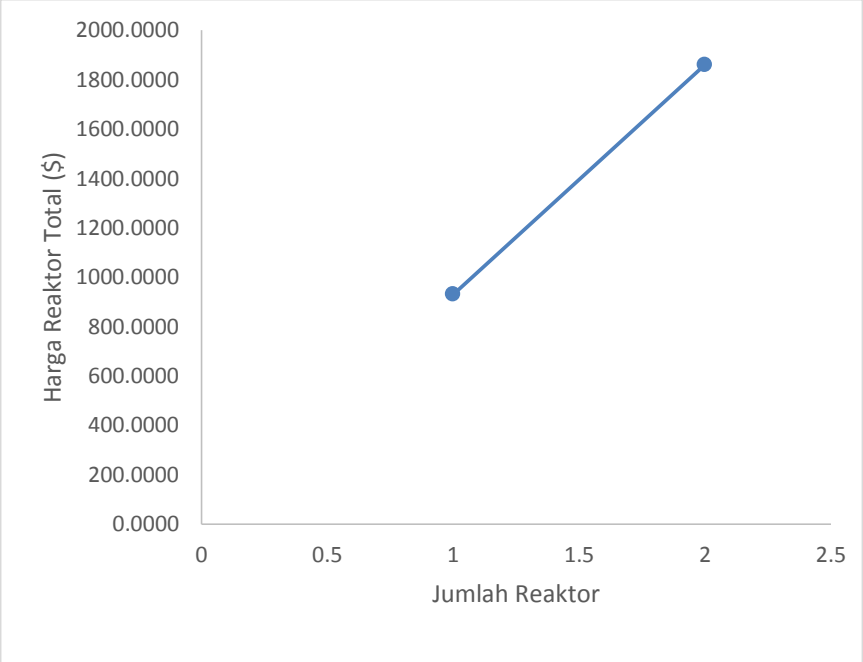
Dipilih bahan Carbon Steel, 50 lb/in^2

Di dapat = Basis Harga pada volume 3000 gallon = 70000 $

$$Cost\ A = 70000\ \$\ ((940{,}6612\ gallon)/(3000\ gallon))\text{^}0.6$$

Cost A = 930.4475438 $

N	Volume (Liter)	Volume (Gallon)	Cost/Unit	Cost
1	8.4701	2.2376	930.4475	930.4475
2	8.4701	2.2376	930.4475	1860.8951



1. Menghitung pengaduk dalam reaktor

Tugas pengaduk : untuk menghomogenkan fluida dalam reaktor

Tipe Pengaduk : Paddle (*Fig. 8.4, P-341, HF. Rase*)

Diketahui

$$Dt = 3{,}31\ m$$

$$D_t/_{D_i} = 3$$

$$Di = {D_t}/_{3} = 1{,}04\ m$$

$$hi = Di = 1{,}04\ \text{m}$$

$$li = {Di}/_{5} = 0{,}20$$

Ringkasan Ukuran Reaktor

- Diameter dalam reaktor (Dt) = 3,31 m
- Tinggi reaktor (ZR) = 3,76 m
- Jarak pengaduk dari dasar (hi) = 1,04 m
- Diameter pengaduk (Di) = 1,04 m
- Lebar pengaduk (Li) = 0,2 m

6. Menghitung Kecepatan Pengaduk Dalam Reaktor

$$\frac{WELH}{2d_I} = \left[\frac{H\ D_i\ N}{600}\right]^2$$ (Eq. 8-8, P-345, HF. Rase)

Dimana :

WELH : *Water Equipment Liquid Height*

Di : Diameter pengaduk (ft)

N : Kecepatan putaran pengaduk (rpm)

H : Tinggi pengaduk (ft)

$$WELH = ZL \times \left(\rho_{cairan}/\rho_{air}\right)$$

$$= 0{,}005 \text{ m}$$

$$N = \frac{600}{\pi\ D_i}\sqrt{\frac{WELH}{2D_i}}$$

$$= \frac{600}{\pi\ X\ 1{,}04\ m}\sqrt{\frac{0{,}005\ m}{2\ X\ 1{,}04\ m}}$$

$$= 10{,}18\ rpm$$

Kecepatan pengaduk (N) standar yang digunakan adalah 37 rpm (*P-288, Wallas*)

$$= 0{,}61\ rps$$

7. Menghitung Bilangan Reynold

$$N_{re} = \frac{N \times {D_i}^2 \times \rho}{\mu}$$

$$= 4574{,}49$$

karena Nre > 2100 maka alirannya *turbulen*

Dengan mempergunakan kurva 1 fig 477 Brown 1950 diperoleh Np = 6

8. Menghitung Power

Pa = 46,01 HP

Jika Effisiensi Pengaduk 90%

Maka :$Power = \frac{Pa}{Eff}$

$$= \frac{26{,}01}{90\%}$$

$$= 51{,}12\ Hp$$

Perancangan Jaket Pendingin

Menghitung luas transfer panas

Suhu masuk reaktor (T1) = 50 ^{o}C = 122 ^{o}F

Suhu keluar reaktor (T2) = 50 ^{o}C = 122 ^{o}F

Suhu pendingin masuk (t1) = 30 ^{o}C = 86 ^{o}F

Suhu pendingin keluar (t2) = 45 ^{o}C = 99,5 ^{o}F

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{(T_2 - t_1)}{(T_1 - t_2)}}$$

ΔT_{LMTD}= 19,47 ^{o}F

Untuk sistem heavy organic-water, UD = 5-75

(Tabel 8 p 840, *Kern*, 1950)

Dipilih harga UD = 75 btu/jam.ft2.oF

$$A = \frac{Q}{U_D . \Delta T_{LMTD}}$$

A = 2939 m^2

Menghitung ukuran jaket pendingin

Jarak antara dinding luar tangki dan dinding bagian dalam jaket (jw)

diambil = 2 in

ID (diameter dalam jaket) = OD tangki + 2.jw

= 98 in

Menghitung tebal dinding jaket

Pdesign = Poperasi x 120% = 141,12 psig

Bahan jaket pendingin *stainless steel SA-283 grade C*

f = 12.650 psi

C = 0,125 in

r = 49 in

P = 141,12 psi

E = 0,8

$$t = \frac{P.ri}{f.E - 0.6P} + C$$

tmin = 0,8141 in

t shell standar = 7/8 in = 0.88in

OD = ID + 2t

= 99,75 in

Dari tabel 5.7 (Brownell, 1959) untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu : OD = 102 in

Standarisasi dari tabel 5.7 (Brownell, 1959) didapat : icr = 6,13 in

rc =96 in

ID = OD – 2t

= 100,25 in = 2,54 m = 8,35 ft

Menentukan tebal head dan bottom

Konstruksi head :*Stainless steel SA-283 Grade C*

Bentuk head :*elliptical dished head (ellipsoidal)*

Tebal head dihitung dengan persamaan : $$t_h = \frac{P.D}{2.f.E - 0{,}2.P} + C$$

Dengan :

P = 141,12 psi

D =102 in

f = 12650 psi

E = 0.8

C = 0.125 in

Didapat th= 0,8372 in

t bottom standar = 7/8 in = 0,38 in

Ukuran *bottom* : (Table 5.7 p 90, Brownell &Young)

OD = 102 in

icr =6,125 in

r = 96 in

a = ODjaket / 2

= 51 in = 1,2954 m = 4,25 ft

AB = a – icr

= 44,8750 in = 1,1398 m = 3,7396 ft

BC = rc – icr

= 89,8750 in = 2,2828 m = 7,4896 ft

AC = $\sqrt{(BC^2 - AB^2)}$

= 77,8701 in = 1,9779 m

B = rc – AC

=18,1299 in =0,4605 m

Sf (*Straight of Flange*) = 2.75 in (Tabel 5.8, *Brownell and Young*, 1959)

Jadi tinggi *bottom* total, OA = Sf + b + t*h*

= 21,7171 in = 0,5516 m

Volume sebuah *ellipsoidal head :*

Vh = 0,000076 (ID^3), dengan ID dalam in dan Vh dalam ft^3

(Pers. 5.14, *Brownell and Young*, 1959)

Didapat Vh = 76,5714 ft^3 = 2,1682 m^3

Volume sebuah head = Volume head tanpa sf + volumen pada sf

$$V_{head} = Vh + \frac{1}{4}\pi(ID)^2(sf)$$

Didapat Vhead = 2,5238 m^3

Bahan untuk reaktor sama dengan bahan dinding reaktor.

Menentukan luas permukaan transfer panas jaket

Luas permukaan tangki untuk tebal head < 1 in :

$$De = OD + \frac{OD}{24} + 2.sf + \frac{2}{3}icr$$

*(*Pers. 5-12, *Brownell and Young, 1959)*

De = 115,8333 in = 9,652 ft

Atotal = Ashell + (2 x Atiap head)

Atotal = (π x D x H) + (2 x (π/4 De^2))

Atotal = 58933,89244 in^2 = 38,0218 m^2 = 409,2631 ft^2

Menghitung Koefisien Perpindahan Panas antara Reaktor dan Jaket

$$\frac{hi.Di}{k} = 0{,}36\left(\frac{L^2 N\rho}{\mu}\right)^{2/3}\left(\frac{Cp.\mu}{k}\right)^{1/3}\left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0{,}14}$$

(Pers. 20.1, *Kern*, 1965)

$$dengan = \mu = \mu_w, sehingga\ \frac{\mu}{\mu_w} = 1$$

Dimana :

Di = Diameter reaktor (ID shell) = 7,9687 ft

hi = koefisien perpindahan panas, Btu/jam ft2.F

ρ = densitas campuran = 89,5277 lb/ft^3

Cp = kapasitas panas larutan, = 0,5262 Btu/lb.^oF

L = Diameter pengaduk = 1 ft

N = Kecepatan rotasi pengaduk = 2692,309 rph

k = Konduktivitas panas larutan = 0,4416 Btu/jam ft^2

μ = Viskositas larutan = 1865206 lb/ft jam

Sehingga : hi = 0,6655 Btu/jam $ft^2.{}^oF$

Menghitung hi_o

$$hi_0 = hi\frac{ID}{OD}$$ (Pers. 6.5, *Kern*, 1965)

Dimana : ID = Diameter dalam reaktor = 7,9688 ft

OD = Diameter luar reaktor = 8,3542 ft

Sehingga : hio = 0,6347 Btu/jam ft2.F

Menghitung ho

Diketahui : ρair = 230 kg/m3 = 14,3744 lb/ft3

Mair = 0,6654 cP = 1,6097 lb/ft.jam

kair = 0,7742 btu/hr.ft2.oF

cpair = 0,4918 btu/lb.oF

Gt = W/A =580,8822 lb/ft2.jam

v = Gt/ρ = 40,4107 ft/jam = 0,0034 m/s = 0,0112 ft/s

Jadi kecepatan pendingin yang digunakan masih dalam batasan.

$$\text{Ret} = \frac{\text{ID.Gt}}{\mu}$$

Re = 3014,8024

Dengan nilai Re tersebut, dari fig. 24 (*Kern, 1950*) diperoleh jH = 25

$$h_o = j_H \frac{k}{De}\left(\frac{C_p\mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}}\left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$$

ho = 2,0201 btu/ft^2.jam.^{o}F

Menghitung Clean Overall Coefficient (Uc) dan Design Overall Coefficient (UD)

$$Uc = \frac{hi_0 h_0}{hi_0 + h_0}$$ (Pers. 6.38, *Kern*, 1965)

= 0,4830 Btu/ ft^2.jam.^{o}F

Dari tabel 12, hal. 845 (*Kern, 1950*) : Fouling factor (Rd) = 0,002

$$Rd = \frac{1}{U_D} - \frac{1}{U_C}$$ (Pers. 6.12, *Kern*, 1965)

Didapat harga UD = 0,4826 Btu/ ft^2.jam.^{o}F

$$h_d = \frac{1}{Rd}$$

hd = 500

$$U_D = \frac{U_C . h_d}{U_C + h_d}$$

Didapat harga UD = 0,4826 Btu/ ft^2.jam.^{o}F

Menghitung tebal Isolator

Dari fig. 11.42 Perry, 1984 untuk range suhu 0 °F- 300 °F digunakan isolasi *polyisocyanurate*

Pertimbangan lain digunakannya isolasi *polyisocyanurate*.

1. Bahan ini dapat digunakan untuk range suhu 0° - 900° F.

2. Thermal conductivity relatif tetap pada suhu 0° - 900° F.

3. Mudah didapat

Diinginkan suhu dinding isolasi = 45°C = 113 °F

Data-data fisis :

	k isolasi	= 0.0125 Btu/ft^2.jam.^{o}F	
	Ts	= 45 ^{o}C	= 113 ^{o}F
	Tudara	= 30 ^{o}C	= 86 ^{o}F
	Tf	= (Ts+Tud)/2	= 99,5 ^{o}F
	δf	= Ts - Tf	= 13,5 °F
	β	= 1 / Tf	= 1,79E-03/°F
dengan :	Tf	= suhu film, °F	
	β	= koefisien muai volume, /°F	
Sifat-sifat udara pada Tf		= 104 ^{o}F (tabel 3.212, *Perry*, 1984)	
	ρf	= 1,1015 kg/m3	= 0.0687 lb/ft3
	cpf	= 1,0525 kJ/kg°C	= 0,2515 Btu/lb°F
	μf	= 2E-05 Pa.s	= 0,0467 lb/ft.j
	kf	= 0,0277 kJ/kg°C	= 0,0159 Btu/j.lb°F

$$Gr = \frac{\ell^3.\rho_f{}^2.\beta.g_c.\Delta\Delta}{\mu_f{}^2} \qquad Pr = \frac{Cpf.\mu_f}{kf}$$

dengan : Gr = bilangan Grashoff

Pr = bilangan Prandtl

Ra = bilangan Rayleigh(Holmann, 1986)

Raf = Gr * Pr

Bila Raf : 10E+4 – 10E+9, maka hc = 0.29 (Δt/2)0.25

Raf : 10E+9 – 10E+12, maka hc = 0.19 (Δt)1/3

Dimana hc adalah koefisien perpindahan panas konveksi

Asumsi: ℓ = L = tinggi silinder + tinggi bottom + tinggi head

= Zr + 2 (b + sf) = 55,8750 in

= 1,4192 m

= 4,6562 ft

Maka, Gr = 2,1988E+09

Cek harga ℓ

$$\frac{35}{Gr^{1/4}} = 0{,}1616$$

$$\frac{ID}{L} = 0{,}6666$$

$$\frac{ID}{L} > \frac{35}{Gr^{1/4}}$$

maka asumsi ℓ = L dapat digunakan (Holman,1986)

Sehingga:

Pr = 0,74

Raf = 1,62E+09 > 1E+09

Diperoleh :

hc = 0,19 $(\Delta t)^{1/3}$

hc = 0,45 Btu/ft^2.j.°F

Perpindahan panas karena radiasi dapat diabaikan karena suhu dinding reaktor kecil (45 ^oC)

ID = 100,25 in = 8,3541 ft

OD = 102 in = 8,5 ft

T1 = 150°C = 302 °F

T2 = 50°C = 122 °F

Perpindahan panas konveksi :

q konveksi = hc*π*(OD+2*X isolasi)*L*Δt

= hc*π*OD*L*Δt = 759,01

= hc*π*2*L*Δt = 178,59

q konveksi = 759,01 + 178,59 X isolasi ……(1)

Perpindahan panas konduksi melalui dinding reaktor dan isolasi :

$$q_k = \frac{2\pi\left(T_1 - ts\right)}{\frac{1}{kL}\ln\left(\frac{OD}{ID}\right) + \frac{1}{k_B L}\ln\left(\frac{OD + 2Xis}{OD}\right)} \qquad \ldots\ldots\ldots(2)$$

Dinding jaket berupa Stainless Steel, dari table 3 Kern, diperoleh k = 26 Btu/j.ft.F. Perpindahan panas konduksi sama dengan perpindahan panaskonveksi, sehingga dapat dituliskan persamaan (1) sama denganpersamaan (2).Dari kedua persamaan tersebut didapatkan nilai X isolasi, qkonveksi, dan q konduksi. Dengan trial 'n error didapatkan hasil sebagaiberikut:

X isolasi = 2,36E-01 ft =7,19 cm

q konduksi = 1E+03 Btu/jam

q konveksi = 8E+02 Btu/jam

Tebal isolasi agar dinding isolasi 50°C = 7,19 cm

Menghitung Persentase panas yang hilang sesudah dan sebelum diisolasi

Panas yang hilang sesudah dan sebelum di Isolasi

Ts = 50 ^{o}C = 122 ^{o}F

Tudara = 30 ^{o}C = 86 ^{o}F

Tf = (Ts+Tud)/2 = 18 ^{o}F

δf = Ts - Tf = 104 °F

β = 1 / Tf = 5,56E-02/°F

dengan : Tf = suhu film, °F

β = koefisien muai volume, /°F

Sifat-sifat udara pada Tf = 319 K (tabel 3.212, *Perry*, 1984)

ρf = 1,2772 kg/m3 = 0.07 lb/ft3

cpf = 1,1243 kJ/kg°C = 0,26 Btu/lb°F

μf = 2E-05 Pa.s = 0,04 lb/ft.j

kf = 0,0237 kJ/kg°C = 0,013 Btu/j.lb°F

$$Gr = \frac{\ell^3.\rho_f{}^2.\beta.g_c.\Delta\Delta}{\mu_f{}^2} \qquad Pr = \frac{Cpf.\mu_f}{kf}$$

dengan : Gr = bilangan Grashoff

Pr = bilangan Prandtl

Ra = bilangan Rayleigh(Holmann, 1986)

Raf = Gr * Pr

maka asumsi ℓ = L dapat digunakan (Holman,1986)

Sehingga:

Pr = 0,80

Gr = 9,26E+11

Raf = 7E+11

Diperoleh :

hc = 0,19 $(\Delta t)^{1/3}$

hc = 0,89 Btu/ft^2.j.°F

Perpindahan panas karena radiasi dapat diabaikan karena suhu dinding reaktor kecil .

Perpindahan panas konveksi :

q konveksi = hc*π*(OD+2*X isolasi)*L*Δt

= hc*π*OD*L*Δt = 11350,12 Btu/jam

Sehingga didapatkan panas yang hilang sebelum dinding rekator diisolasi sebesar 11350,12 Btu/jam

Jadi, persentase panas yang hilang setelah diisolasi adalah

$= \frac{801,13}{11350,12} X\ 100\% \ = 7,058\%$

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN *MIXER*-01 (*M*-01)

Tugas :Mencampur monomer vinil klorida dengan H_2O dengan kecepatan umpan sebesar16563,3744 Kg/jam

Jenis : Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi :

Tekanan: 7 atm

Suhu : 50 °C

NERACA MASSA MIXER-01 (M-01)

1. Umpan Segar VCM

Komponen	***BM***	***Kmol/jam***	***Kg/jam***
C2H3Cl	62,5	61,5533	3847,0839
HCl	36,5	0,5270	19,2354
Total		62,0803	3866,3193

2. Recycle VCM

Trial

Komponen	***BM***	***Kmol/jam***	***Kg/jam***
C2H3Cl	62,5	38,7844	2424,0229
HCl	36,5	12,5868	459,4196
H2O	18	133,5956	2404,720945
Total		184,9668	5288,1634

3. Umpan Pelarut VCM

Komponen	***BM***	***Kmol/jam***	***Kg/jam***
H2O	18	107,3978	1933,1596

4. Total maassa keluar Mixer I

Komponen	***BM***	***Kmol/jam***	***Kg/jam***
C2H3Cl	62,5	100,3377	6271,1067
HCl	36,5	13,1138	478,6550
H2O	18	240,9934	4337,8806
Total		354,4449	11087,6423

1. Neraca Panas

Diketahui Heat Capacity of Liquid masing-masing komponensebagai berikut :

$Cp = A + B\,T + C\,T^2 + D\,T^3$ KJoule/Kmol.K

CpdT = A + (B/2)(T - 298) + (C/3)(T2-298^2)+ (D/4)(T4-298^4), kJ/kmol

H = Q = m ∫ Cp dT , kJoule/jam

Komponen	A	B	C	D
C_2H_3Cl	45,366	0,2879	-1,154E-03	2,164E-06
HCl	74,993	-0,1295	-7,898E-05	2,641E-06
H_2O	92,053	-0,0399	-2,110E-04	5,347E-07

a. Enthalpi umpan segar VCM :

Suhu umpan masuk mixer = 30^oC

Suhu referensi = $25\ ^oC$

Komponen	n	$\int Cp$ dT	H = n$\int Cp$ dT
C_2H_3Cl	263,689	77,46	20425,477
HCl	4,268	149,96	640,047
Jumlah	267,957		21065,524

Panas massa masuk (H1) = 21065,524Kcal/j

b. Enthalpi umpan H_2O

Suhu umpan masuk mixer = 30^oC

Suhu referensi = $25\ ^oC$

Komponen	N	$\int Cp$ dT	H = n$\int Cp$ dT
H_2O	346,2206	627,68	217316,721
Jumlah	346,2206		217316,721

Panas massa masuk (H2) = 217316,721Kcal/j

c. Enthalpi umpan recycle

Suhu keluar mixer = 26^oC

Suhu referensi = $25\ ^oC$

Komponen	N	$\int Cp$ dT	H = n$\int Cp$ dT
C_2H_3Cl	263,689	304,92	80403,3475
HCl	4,268	627,14	2676,62362
H_2O	346,2206	448,56	15302,275
Jumlah	614,1776		238382,246

Panas massa keluar (H3) = 238382,246Kcal/j

d. Enthalpi hasil pencampuran

Suhu keluar mixer = 27,43^oC

Suhu referensi = 25 ^oC

Komponen	N	$\int Cp$ dT	H = n$\int Cp$ dT
C_2H_3Cl	263,689	304,92	80403,3475
HCl	4,268	627,14	2676,62362
H_2O	346,2206	448,56	15302,275
Jumlah	614,1776		238382,246

Panas massa keluar (H3) = 238382,246Kcal/j

Neraca Panas disekitar mixer :

1. Panas dibawa umpan dari mixer pada suhu 30^oC sebesar = 21065,524 Kcal/j

2. Panas dibawa umpan dari mixer pada suhu 30^oC sebesar = 217316,272Kcal/j

3. Panas dibawa umpan dari mixer pada suhu 26^oCsebesar = 217316,272Kcal/j

Jumlah = 238382,246Kcal/j

1. Panas dibawa keluar mixer fase cair pada suhu 27,43^oC sebesar = 238382,246 Kcal/j

Jumlah = 238382,246 Kcal/j

2. Perhitungan Volume dan Ukuran Mixer

Volume cairan :

Komponen	Massa (kg)	ρ, kg/m3	Fv
C_2H_3Cl	11299,0482	860,3388	13,1333
HCl	56,6365	595,2869	0,0951
H2O	4699,8054	1005,8383	4,6725
Jumlah			17,9009

Waktu tinggal = 0,5 jam

Volume Mixer = Fv x t

= 8,9505 m3

Over Design : 20 %

Volume Mixer = 1,2 x8,9505 m3

=10,7406 m3

=379,2568 ft3

= 2837,2202 gal

Dipakai Volume Mixer = 14,57 m^3

Menghitung ukuran mixer :

Mixer berbentuk silinder tegak dengan perbandingan H : D = 1 : 1

$$Vt = \frac{\pi . D^2 . (h/d) . D}{4} + 0{,}1694 \cdot D^2 \cdot D$$

Atau :

$$\text{Diameter (D)} = \left[\frac{Vt}{\frac{\pi}{4}.\left(\frac{h}{d}\right) + 0{,}1694} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{14{,}572}{\frac{\pi}{4}.1{,}5 + 0{,}1694} \right]^{1/3}$$

= 2,3918 m

Tinggi (H) = D

= 2,3918 m

Diperoleh ukuran mixer :

- Diameter = 2,3918 m
- Tinggi = 2,3918 m

Dari perhitungan mixer yang diperoleh, maka dipilih ukuran standar mixer dari Brownell and Young Hal. 346 Appendix E item 3 :

- Diameter = 2,3918 m
- Tinggi = 2,3918 m
- Volume shell = 10,7406 m3
- Volume head = 2,7736 m3
- Volume mixer = 13,5141 m3
- Volume Bottom = 1,3868 m3
- Volume cairan = 9,3538 m3
- Tinggi caian dalam shell = 6,8338 ft

Menghitung tebal shell dan head

Tebal shell :

Tekanan design (p) = 117,6 psi = 8 atm

Allowable stress (S) = 18854,9062 psi

Efisiensi sambungan (e) = 0,85

Faktor korosi (c) = 0,125 in

Jari-jari mixer = 47,0820 in

$$\text{t shell} = \frac{\text{p .ri}}{\text{S .e} - 0.6\text{ .p}} + \text{c}$$

$$= \frac{22{,}05 \text{ x } 60}{18750 \text{ x } 0{,}85 - 0{,}6 \text{ x } 123{,}48} + 0{,}125$$

= 0,208 in

Dipilih tebal shell 1/4 in

Tebal head :

$$\text{t head} = \frac{0{,}885\text{ .p .d}}{2\text{ .S .e} - 0{,}2\text{ .p}} + \text{c}$$

$$= = \frac{0{,}885 \text{ .p .(r x 2)}}{2 \text{ .S .e} - 0{,}2 \text{ .p}} + \text{c}$$

$$= \frac{0{,}885 \text{ x } 22{,}05 \text{ x } 120}{2 \text{ x } 18750 \text{ x } 0{,}85 - 0{,}2 \text{ x } 123{,}48} + 0{,}125$$

= 0,198 in

Dipilih tebal head 1/4 in

3. Menghitung pengaduk dalam Mixer

Dipilih : pengaduk type marine dengan 3 blade

Jumlah buffle 4 buah

Dari tabel 477. Brown diproleh :

Dt/Di = 3

zi/Di = 0,75 – 1,3

W/Di = 0,1

Diameter Impeler (Di) = (diameter / 3) x (100cm / 1m)

= (3,048 m / 3) x (100cm / 1m)

= 101,6 cm = 3,33 ft

Tinggi Impeler (zi) = 101,6 cm = 3,33 ft

Lebar Buffle (W) = 10,16 cm = 0,33 ft

Diambil :

zi/Di = 1

Putaran = 1,5 rps

Efisiensi = 80 %

Tinggi baffle diambil sama dengan tinggi cairan, bilangan Reynold dalam mixer :

$$\text{Re} = \frac{\text{n .Di\^2 .den}}{\text{visc}}$$

$$= \frac{1{,}5 \text{ x } 101{,}6^2 \text{ x } 609{,}55}{0{,}5691}$$

= 16584387,05

Dari fig. 477 Brown diperoleh power number(po) = 0,93

$$po = \frac{P \cdot gc}{n3.den..Di5}$$ (pers. 461 Brown)

$$P = \frac{po \cdot n3 \cdot \rho \cdot Di^5}{gc}$$

$$= \frac{0,93 \cdot (1,5)^3 \cdot 58,703 \cdot (3,33)^5}{550 \times 32,17}$$

= 4,264 Hp

Effisiensi : 80 %

$$Power = \frac{P}{eff} = \frac{4,264}{0,8}$$

= 5,33 Hp

Digunakan motor dengan daya = 7,5 Hp

Spesifikasi Mixer

Tugas : Mencampur monomer vinil klorida dengan H_2O dengan kecepatan umpan sebesar16055,4901 Kg/jam

Jenis : Tangki Alir Berpengaduk

Kondisi Operasi :

Tekanan: 8 atm

Suhu : 30 °C

Diperoleh ukuran mixer :

- Diameter = 2,3918 m
- Tinggi = 2,3918m

Volume shell = 10,7406 m^3

Volume head = 2,7736m^3

Tinggi mixer = 13,5141 m

Dipilih Tebal shell : 1/4 in

Tebal Head : 1/4 in

Dipilih : Pengaduk type Marine dengan 3 blade

Jumlah buffle 4 buah

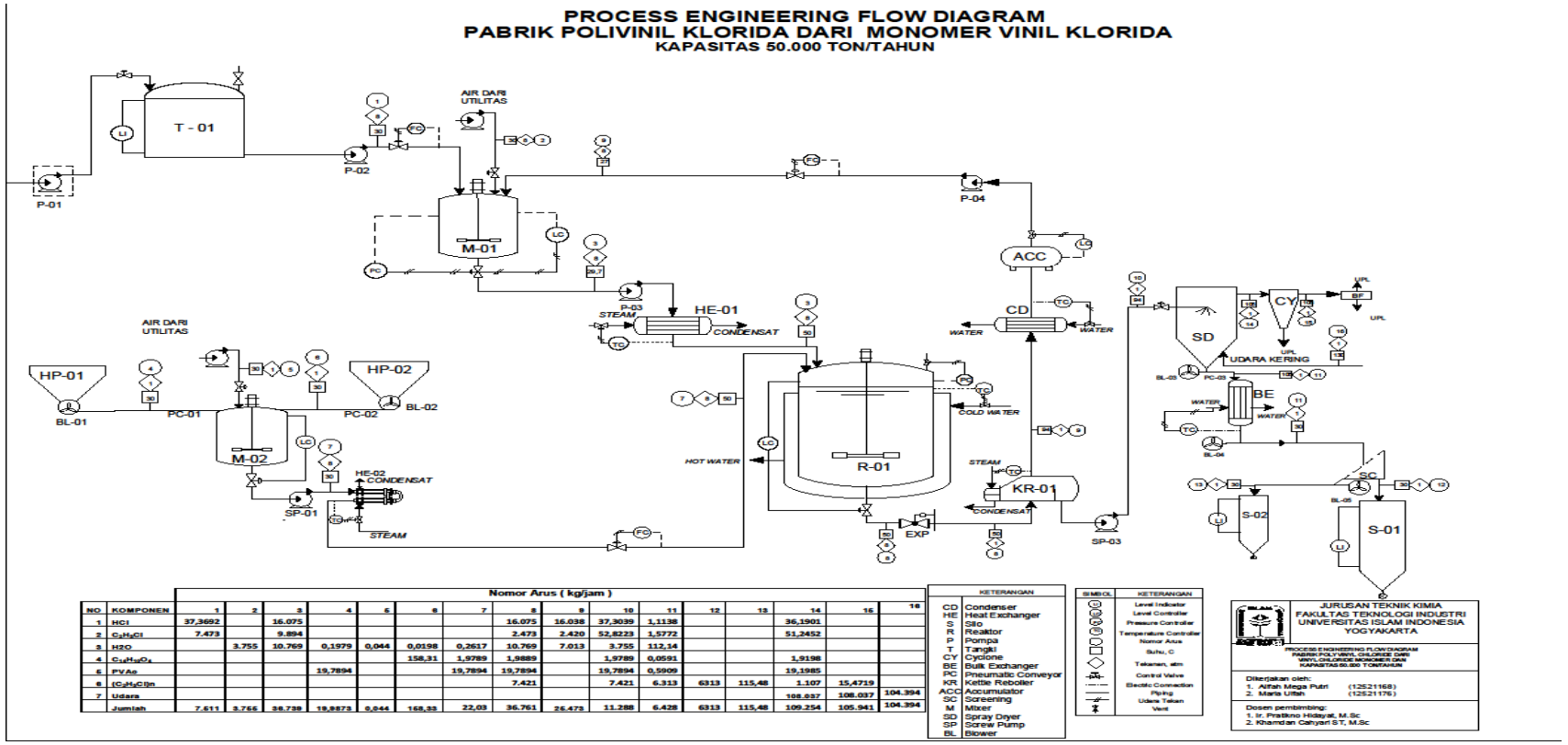
Diameter Impeler = 101,6 cm

Tinggi Impeler = 101,6 cm

Lebar Buffle = 10,16 cm

Digunakan motor dengan daya = 6 Hp

Jenis Bahan Mixer : Steinless Steel

LAMPIRAN C

PROCEES ENGINEERING FLOW DIAGRAM