



universitas
MALIKUSSALEH

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK VINYL ACETATE DARI ACETYLENE DAN
ACETIC ACID DENGAN PROSES ADISI DENGAN KAPASITAS 80.000
TON/TAHUN**

**Disusun Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Malikussaleh**

Disusun Oleh:

WAN RAFLY	NIM. 190140063
TASSA AURORA	NIM. 190140069
MELATI ZALDIA PUTRI TARIGAN	NIM. 190140129

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE**

2023

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Hasil Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik *Vinyl Acetate* dari *Acetylene* dan *Acetic Acid* Dengan Proses Adisi Dengan Kapasitas 80.000 Ton/Tahun” dengan baik. Proposal Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe. Pada kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Herman Fithra, S.T., MT., IPM., ASEAN.Eng selaku Rektor Universitas Malikussaleh.
2. Bapak Dr. Muhammad Daud S.T., M.Sc., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
3. Bapak Dr. Lukman Hakim, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Malikussaleh.
4. Ibu Meriatna, S.T., MT. Sc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Malikussaleh.
5. Ibu Dr. Ir. Rozanna Dewi, S.T., M.Sc. selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
6. Bapak Ir. Ishak, MT selaku Pembimbing Utama yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan hasil tugas akhir ini.
7. Ibu Dr. Suryati, S.T., MT selaku Pembimbing Pendamping yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan hasil tugas akhir ini.
8. Bapak Ir. Syamsul Bahri, M.Sc selaku Ketua Penguji yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan hasil tugas akhir ini.
9. Ibu Dr. Novi Sylvia, S.T, MT selaku Anggota Penguji yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan hasil tugas akhir ini.
10. Bapak dan ibu dosen serta staff akademik yang telah membantu penulis selama mengikuti perkuliahan di Program Studi Teknik Kimia Universitas

Malikussaleh

11. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu-persatu oleh penulis yang selalu memberi dukungan dan membersamai setiap langkah penulis.
12. Seluruh rekan-rekan Teknik Kimia angkatan 2019, adik-adik juga kakak-kakak senior atas dukungan dan motivasinya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Hasil Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan agar pada masa yang akan datang penulis dapat melakukan perbaikan untuk penulisan ilmiah lainnya. Akhirnya kepada Allah jualah kita menyerahkan segalanya. Semoga penulisan ini dapat bermanfaat dan penulis ucapkan terima kasih.

Lhokseumawe, 05 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik.....	2
1.4 Manfaat Perancangan	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Kapasitas Pabrik	2
1.7 Seleksi Pemilihan Proses.....	5
1.7.1 Proses Oksidasi Etilen Dan Asam Asetat.....	5
1.7.2 Proses adisi asam asetat terhadap asetilen.....	7
1.8 Perbandingan Proses.....	8
1.9 Uraian Proses.....	9
1.9.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku	10
1.9.2 Tahap Pembentukan <i>Vinyl Acetate</i>	10
1.9.3 Pemurnian <i>Vinyl Acetate</i>	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Sejarah <i>Vinyl Acetate</i>	12
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	12
2.2.1 Asetilen.....	12
2.2.2 Asam Asetat.....	14
2.2.3 Zinc Acetate.....	15
2.3 Spesifikasi Produk.....	16
2.3.1 <i>Vinyl Acetate</i>	16
2.4 Kegunaan <i>Vinyl Acetate</i>	18
2.5 Lokasi Pabrik.....	18
2.5.1 Faktor utama.....	19
2.5.2 Faktor Khusus.....	20
BAB III NERACA MASSA.....	22

3.1	Neraca Massa.....	22
3.2	Reaktor fixed bed multitube (R-201)	24
3.3	Distilasi (D-301).....	25
3.4	Distilasi (D-302).....	26
3.5	TEE (TEE-101)	27
3.6	<i>Mixer</i> (MIX-101).....	27
BAB IV NERACA ENERGI		28
4.1	Neraca Energi	28
4.2	Hasil Perhitungan Neraca Energi	29
4.2.1	Perhitungan Neraca Energi Heat Exchanger (Heater-101).....	29
4.2.2	Perhitungan Neraca Energi Pada <i>Vaporizer</i> (Vap-101)	30
4.2.3	Perhitungan Neraca Energi pada Reaktor PFR (R-201).....	30
4.2.4	Perhitungan Neraca Energi <i>Condensor</i> (CON-201).....	31
4.2.5	Perhitungan Neraca Energi Pada Distilasi (D-301).....	32
4.2.6	Perhitungan Neraca Energi Distilasi (D-302).....	32
4.2.7	Perhitungan Neraca Energi Pada <i>Condensor</i> (CON-202)	33
4.2.8	Perhitungan Neraca Energi <i>Vaporizer Recycle</i> (Vap-102).....	34
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN.....		35
5.1	Tangki Penyimpanan.....	35
5.1.1	Tangki Penyimpanan Bahan Baku Asam Asetat (T-101)	35
5.1.2	Tangki Penyimpanan Bahan Baku Asetilen (T-102).....	36
5.1.3	Tangki Penyimpanan Produk <i>Vinyl Acetate</i> (T-301).....	36
5.2	Kompresor	37
5.2.1	Kompresor (K-201)	37
5.2.2	Kompresor (K-301)	38
5.3	Pompa.....	38
5.3.1	Pompa (P-101).....	38
5.3.2	Pompa (P-301).....	39
5.4	Heat Exchanger	40
5.4.1	<i>Heater</i> (E-101).....	40
5.4.2	<i>Vaporizer</i> (V-102)	41
5.4.3	<i>Condenser</i> (C-201)	42
5.4.4	<i>Condenser</i> (C-301)	43
5.5	Menara Distilasi.....	44

5.5.1	Menara Distilasi (MD-301)	44
BAB VI TUGAS KHUSUS.....		46
6.1	<i>Vaporizer</i> (-101) (Tassa Aurora/190140069).....	46
6.1.1	<i>Shell and Tube Heat exchanger</i>	47
6.1.2	Pemilihan Fluida Yang Dilewatkan Pada <i>Shell</i> dan <i>Tube</i>	48
6.1.3	Bagian – bagian <i>Shell and Tube Heat exchanger</i>	50
6.1.4	Keuntungan <i>shell & tube exchanger</i>	50
6.2	Reaktor <i>Fixed Bed Multitube</i> (R-100) (Melati Zaldia P.T/190140129)	52
6.2.1	Prinsip Kerja Alat	53
6.2.2	Pemilihan Jenis Reaktor	54
6.3	Menara Distilasi (MD-302) (Wan Rafly/190140063).....	59
6.3.1	Penentuan Tipe Kolom Distilasi.....	60
6.3.2	Penentuan Bahan Kontruksi	61
6.3.3	Tahapan Perancangan Pada Kolom Distilasi	61
6.3.4	Klasifikasi Kolom Distilasi	61
6.3.5	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Operasi Kolom Distilasi.....	62
6.3.6	Dasar Peralatan Distilasi dan Pengoperasiannya.....	63
BAB VII UTILITAS		67
7.1	Kebutuhan Air Bahan Baku.....	Error! Bookmark not defined.
7.2	Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>)	Error! Bookmark not defined.
7.3	Kebutuhan Air Pendingin.....	Error! Bookmark not defined.
7.4	Kebutuhan Air	68
7.4.1	Air Domestik	Error! Bookmark not defined.
7.4.2	Perhitungan kebutuhan air domestik	69
7.5	Kebutuhan <i>Reagent</i>	70
7.6	Pengolahan Air	71
7.7	Pengelolaan <i>Steam</i>	76
7.8	Kebutuhan Bahan Kimia	77
7.9	Kebutuhan Listrik.....	78
7.10	Kebutuhan Bahan Bakar.....	80
7.11	Unit Pengolahan Limbah.....	81
7.12	Spesifikasi Peralatan Utilitas.....	86
7.12.1	Pompa Air Sungai (P-401)	87
7.12.2	Bak Penampungan Air (BS-401).....	87

7.12.3	Bak Penampungan Air (BS-402).....	87
7.12.4	Pompa Menuju Clarifier (P-402).....	87
7.12.5	Tangki Pelarut Alumina Sulfat $Al_2(SO_4)_3$ (TP-401)	88
7.12.6	Pompa Pelarut Alumina Sulfat $Al_2(SO_4)_3$ (P-403)	88
7.12.7	Tangki Pelarut Soda Abu (Na_2CO_3) (TP-402)	88
7.12.8	Pompa Pelarut Soda Abu (Na_2CO_3) (P-404).....	89
7.12.9	<i>Clarifier</i> (CL-401)	89
7.12.10	Pompa <i>Sand filter</i> (P-405).....	89
7.12.11	<i>Sand filter</i> (SF-401)	89
7.12.12	Pompa Tangki Air Utama (P-406)	90
7.12.13	Tangki Air Utama (T-401)	90
7.12.14	Pompa Menuju <i>Cation Exchanger</i> (P-407)	90
7.12.16	Tangki Pelarutan H_2SO_4 (TP-403)	91
7.12.17	Pompa Pelarut H_2SO_4 (P-411)	91
7.12.18	Pompa Penukar Kation (<i>Cation Exchanger</i>) (P-408).....	91
7.12.19	Penukar Anion (<i>Anion Exchanger</i>) (AE-401)	92
7.12.20	Tangki Pelarutan $NaOH$ (TP-404).....	92
7.12.21	Pompa Pelarut $NaOH$ (P-410)	92
7.12.22	Pompa Menuju Penampungan Air Sementara (P-409)	93
7.12.23	Tangki Penampungan Air Sementara (T-402)	93
7.12.24	Pompa Menuju Dearator (P-412)	93
7.12.25	Dearator (DE-401).....	93
7.12.26	Pompa Keluaran Dearator (P-413)	94
7.12.27	<i>Boiler</i> (B-401)	94
7.12.28	Tangki Bahan Bakar (TBB-401)	94
7.12.29	Pompa Masuk <i>Water Cooling Tower</i> (P-414)	94
7.12.30	<i>Water Cooling Tower</i> (WCT-401)	95
7.12.31	Pompa Keluaran <i>Water Cooling Tower</i> (P-415)	95
7.12.32	Tangki Pelarut Kaporit [$Ca(ClO)_2$] (TP-405)	95
7.12.33	Pompa Pelarut Kaporit (P-416)	96
7.12.34	Tangki Penampungan Air Domestik (T-403).....	96
7.12.35	Pompa Keluaran Tangki Penampungan Air Domestik (P-417)	96
7.13	Spesifikasi Peralatan Pengolahan Limbah.....	96
7.13.1	Pompa Limbah Cair Menuju Bak Penampungan (P-501).....	97

7.13.2	Bak Penampungan (B-501)	97
7.13.3	Pompa Menuju Bak Penetralisasi (P-502).....	97
7.13.4	Tangki Sedimentasi (TS-501).....	97
7.13.5	Bak Netralisasi (BN - 502).....	98
7.13.6	Pompa Menuju Bak Pengendapan (P-503).....	98
7.13.7	Bak Pengendapan (B-503).....	98
7.13.8	Pompa Menuju Ke Tangki Sedimentasi (P-504).....	98
7.13.9	Tangki Sedimentasi Akhir (TS-501)	99
7.13.10	Pompa Menuju Ke Tangki Sedimentasi (P-505).....	99
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK		100
8.1	Lokasi Pabrik.....	100
8.2	Tata Letak Pabrik	102
8.3	Perincian Luas Tanah	104
8.4	Tata Letak Peralatan Proses.....	108
BAB IX ORGANISASI PERUSAHAAN		111
9.1	Bentuk Perusahaan	111
9.2	Bentuk Badan Usaha	112
9.3	Struktur Organisasi.....	114
9.3.1	Bentuk Organisasi Garis.....	114
9.3.2	Bentuk Organisasi Fungsional.....	115
9.3.3	Bentuk Organisasi Garis dan <i>Staff</i>	115
9.3.4	Bentuk Organisasi Fungsional dan <i>Staff</i>	116
9.4	Uraian Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab	116
9.4.1	Rapat Umum Pemegang Usaha (RUPS)	116
9.4.2	Dewan Komisaris	117
9.4.3	Direktur Utama	117
9.4.4	Staff Ahli	120
9.4.5	Sekretaris	120
9.5	Manajemen	120
9.6	Sistem Kerja	122
9.7	Perincian Jumlah Tenaga Kerja.....	123
9.8	Kesejahteraan Masyarakat.....	124
9.9	Pengaturan Gaji Karyawan.....	124
9.10	Tingkat Pendidikan dan Tenaga Kerja	126

BAB X INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	129
10.1 Intrumentasi.....	129
10.2 Sistem Kontrol.....	132
10.2.1 Tujuan Sistem Pengontrolan.....	132
10.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Pada Pabrik Vinil Asetat	133
10.3.1 Sebab – Sebab Terjadi Kecelakaan	135
10.3.2 Alat Pelindung Diri (APD).....	136
10.3.3 Macam-macam Alat Perlindungan Diri (APD).....	137
10.4 Potensi Bahaya di Pabrik <i>Vinyl Acetate</i>	137
10.5 Identifikasi Bahaya di Pabrik <i>Vinyl Acetate</i>	138
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	141
11.1 Modal yang Ditanamkan (<i>Capital Investment</i>)	141
11.2 Biaya Produksi (<i>Producti on Cost</i>).....	141
11.3 Analisa Keuntungan dan Kerugian.....	142
11.3.1 Laba Kotor dan Laba Bersih.....	142
11.3.2 <i>Internal Rate Of Return</i> (IRR).....	142
11.3.3 <i>Pay Out Time</i> (POT).....	143
11.3.4 Laju Pengembalian Modal.....	143
11.3.5 <i>Break Event Point</i> (BEP).....	143
11.4 Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi	143
BAB XII PENUTUP.....	145
DAFTAR PUSTAKA	146
LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	LA-1
LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA ENERGI.....	LB-1
LAMPIRAN C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT.....	LC-1
LAMPIRAN D PERHITUNGAN TUGAS KHUSUS.....	LD-1
LAMPIRAN E UTILITAS.....	LE-1
LAMPIRAN F PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	LF-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan Impor per tahun <i>Vinyl Acetate</i> di Indonesia	3
Gambar 1.2 Proses Dasar Etilen, Asam Asetat Dan Oksigen(wells,1991).....	6
Gambar 1.3 Proses Adisi Asam Asetat Terhadap Asetilen (Wells,1991).....	7
Gambar 1.4 Uraian Proses adisi menggunakan <i>software aspen hysys</i>	9
Gambar 2.1 Ikatan Asam Asetat	14
Gambar 2.2 Ikatan <i>Vinyl Acetate</i>	16
Gambar 2.3 Peta Lokasi Pabrik.....	19
Gambar 3.1 Diagram Neraca Massa	22
Gambar 3.2 Sketsa Reaktor <i>fixed bed multitube</i> (R-201)	24
Gambar 3.3 Distilasi (D-301).....	25
Gambar 3.4 Distilasi (D-302).....	26
Gambar 4.1 Sketsa <i>Heat Exchanger</i> (Heater-101).....	30
Gambar 4.2 Sketsa <i>Vaporizer</i> (Vap-101).....	30
Gambar 4.3 Sketsa Reaktor PFR (R-201).....	31
Gambar 4.4 Sketsa <i>Condensor</i> (CON-201)	31
Gambar 4.5 Sketsa Distilasi (D-301)	32
Gambar 4.6 Sketsa Distilasi (D-302)	33
Gambar 4.7 Sketsa <i>Condensor</i> (CON-302)	33
Gambar 4.8 Sketsa <i>Vaporizer Recycle</i> (Vap-102)	34
Gambar 6.1 Sketsa <i>Heat exchanger</i>	46
Gambar 6.2 Reaktor <i>Fixed Bed Multitube</i>	56
Gambar 6.3 Skema Aliran Menara Distilasi (MD-302).....	59
Gambar 6.4 Skema Distilasi yang Sederhana	64
Gambar 6.5 Sketsa <i>Bottom</i> Distilasi.....	64
Gambar 6.6 Sketsa <i>Top</i> Distilasi.....	65
Gambar 8.1 Peta Lokasi Pabrik (Google Maps, 2023).	101
Gambar 8.2 Layout Pabrik Vinyl Asetat.....	108
Gambar 8. 3 Tata Letak Peralatan Proses	109
Gambar 8. 3 Tata Letak Peralatan Proses	110

Gambar 9.1 Struktur Organisasi Pabrik Vinyl Asetat..... 121

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Kapasitas Impor <i>Vinyl Acetate</i> di Indonesia.....	3
Tabel 1.2 Data Ekstrapolasi <i>Vinyl Acetate</i> Kebutuhan Impor di Indonesia.....	4
Tabel 1.3 Data Impor <i>Vinyl Acetate</i> di berbagai negara kawasan Asia	4
Tabel 1.4 Uji Ekonomi Awal Proses Hidrasi	6
Tabel 1.5 Uji Ekonomi Awal Proses adisi asam asetat terhadap asetilen.....	8
Tabel 1.6 Perbandingan beberapa Proses Pembuatan <i>Vinyl Acetate</i>	8
Tabel 2.1 Sifat Fisika Etilen.....	13
Tabel 2.2 Sifat Fisika Asam Asetat.....	14
Tabel 2.3 Sifat fisika dan kimia <i>Zinc Acetate</i>	15
Tabel 2.4 Sifat Fisika <i>Vinyl Acetate</i>	17
Tabel 3.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	23
Tabel 3.2 Neraca Massa pada Reaktor <i>fixed bed multitube</i> (R-201) dari hasil perhitungan Lampiran A	24
Tabel 3.3 Neraca massa Masuk Destilasi Dan Keluar Distilasi (D-301) dari hasil perhitungan Lampiran A ...	25
Tabel 3.4 Neraca massa Masuk Destilasi Dan Keluar Distilasi (D-302) dari hasil perhitungan Lampiran A	26
Tabel 3.5 Neraca massa TEE (TEE-101) dari hasil Lampiran A.....	27
Tabel 3.6 Neraca massa <i>Mixer</i> (MIX-101) dari hasil perhitungan Lampiran A..	27
Tabel 4.1 Kapasitas Panas Cair, $CP(l) = A + BT + CT^2 + DT^3$ (J/mol.K)	29
Tabel 4.2 Kapasitas Panas Gas, $CP(g) = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$ (J/mol.K).....	29
Tabel 4.3 Neraca Energi Total <i>Heat Exchanger</i> dari perhitungan Lampiran B....	30
Tabel 4.4 Neraca Energi Total <i>Vaporizer</i> dari perhitungan Lampiran B.....	30
Tabel 4.5 Neraca Energi Total Reaktor PFR dari perhitungan Lampiran B	31
Tabel 4.6 Neraca Energi Total <i>Condensor</i> dari perhitungan Lampiran B	31
Tabel 4.7 Neraca Energi Total Distilasi (D-301) dari perhitungan Lampiran B ..	32
Tabel 4.8 Neraca Energi Total Distilasi (D-302) dari perhitungan Lampiran B ..	33
Tabel 4.9 Neraca Energi Total <i>Condensor</i> dari perhitungan Lampiran B	33
Tabel 4.10 Neraca Energi Total <i>Vaporizer</i> dari perhitungan Lampiran B.....	34
Tabel 6.1 Spesifikasi <i>Shell dan Tube Heat exchanger</i> pabrik vinil asetat.....	50

Tabel 6.2 Spesifikasi pada reaktor	56
Tabel 6.3 Spesifikasi Distilasi Pada Prarancangan <i>Vinyl Acetate</i>	65
Tabel 7.1 Kebutuhan Steam di Pabrik Vinyl Asetat	67
Tabel 7.2 Kebutuhan Air Pendingin Pada Alat	Error! Bookmark not defined.
Tabel 7.3 Total kebutuhan air Pabrik Vinil Asetat	70
Tabel 7.4 Kebutuhan Listrik Pada Unit Proses	79
Tabel 7.5 Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas	79
Tabel 7.6 Kebutuhan Listrik Pada Unit Penunjang.....	80
Tabel 8.1 Perincian Penggunaan lahan	104
Tabel 9.1 Pembagian Kerja <i>Shift</i> tiap regu.....	123
Tabel 9.2 Perincian Gaji Karyawan	124
Tabel 9.3 Jabatan Karyawan Berdasarkan Tingkat Pendidikan.....	127
Tabel 10.1 Daftar Penggunaan Instrumentasi pada Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat Menggunakan Proses adisi dengan bahan baku asam asetat dan asetilen	132
Tabel 11.1 Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi	143

ABSTRAK

Prarancangan pabrik pembuatan vinyl asetat direncanakan memiliki kapasitas 80.000 ton/tahun. Proses pembuatan metanol akan menggunakan proses adisi dengan katalis zink klorida. Kebutuhan bahan baku asetilen dengan laju alir 129.715,7374 kg/jam dan asam asetat dengan laju alir 130.106,8401 kg/jam. Reaksi akan berlangsung dalam fase gas di dalam reaktor *Flug Flow Reactor* (PFR) konversi 90% dengan suhu 170°C dan tekanan 1.5 atm. Selanjutnya akan dilakukan proses pemisahan menggunakan dua menara distilasi untuk mendapatkan produk vinyl asetat. Bentuk perusahaan adalah perseroan terbatas (PT) dengan bentuk perusahaan garis dan staff. Tenaga kerja yang dibutuhkan dalam pengoperasian pabrik ini berjumlah 243 orang. Lokasi pabrik direncanakan akan didirikan di Tanjunganom, Kab. Nganjuk Jawa Timur. Dari hasil analisa pada aspek ekonomi diperoleh POT (*Pay Out Time*) selama 2,6 tahun dengan BEP (*Break Event Point*) sebesar 50%. IRR (*Internal Rate Of Return*) sebesar 35,74%. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak didirikan.

Kata Kunci: *Vinyl Asetat, Asetilen, Asam Asetat, Katalis, Zinc chloride, Fixed Bed Multitube*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan di bidang industri kimia di Indonesia semakin pesat perkembangannya. Hal ini dibuktikan dengan didirikannya beberapa pabrik kimia di Indonesia. Kegiatan pengembangan industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri akan bahan kimia dan juga sekaligus ikut memecahkan masalah ketenagakerjaan.

Banyak industri bahan *intermediet* yang berpengaruh terhadap industri kimia di Indonesia, beberapa diantaranya adalah industri *Vinyl Acetate*. Salah satu penggunaan utama vinil asetat di dalam industri adalah sebagai bahan baku produksi polimer, seperti poly *Vinyl Acetate* yang secara luas banyak digunakan untuk menghasilkan barang-barang plastik sintetis. Mengingat kemajuan industri yang sangat pesat di Indonesia dewasa ini banyak hasil produk yang menggunakan vinil asetat. Sampai saat ini untuk memenuhi kebutuhan vinil acetate negara kita masih mengimpor dari beberapa negara seperti Jepang, Amerika Serikat, Prancis, Singapura, dan Jerman. (BPS 2012 “Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia”)

Dengan didirikan industri *Vinyl Acetate* diharapkan dapat memberikan keuntungan antara lain:

1. Dapat menghemat devisa negara, dengan adanya pabrik *Vinyl Acetate* didalam negeri maka impor dapat dikurangi dan jika berlebih dapat di ekspor.
2. Pendirian pabrik ini akan membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi masalah pengangguran.
3. Selain pendirian pabrik *Vinyl Acetate* juga akan memicu pertumbuhan industri di Indonesia terutama industri parfum, bahan sintesis, dan sebagainya.

1.2 Rumusan Masalah

Mengingat kebutuhan di Indonesia akan *Vinyl Acetate* mengalami peningkatan setiap tahun dan produksi *Vinyl Acetate* di Indonesia tidak mencukupi, maka pabrik pembuatan *Vinyl Acetate* sangat berpotensi untuk didirikan di Indonesia.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan perancangan pabrik pembuatan *Vinyl Acetate* ini adalah menerapkan ilmu disiplin teknik kimia khususnya dibidang rancangan, proses, dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pendirian suatu pabrik *Vinyl Acetate* dengan proses dasar asetilen dan asam asetat pada fase gas.

1.4 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat perancangan pabrik ini sebagai berikut :

1. Memacu pertumbuhan industri yang menggunakan bahan baku *Vinyl Acetate*.
2. Terciptanya tenaga kerja di Indonesia.
3. Menghemat devisa karena *Vinyl Acetate* diperoleh dari industri lokal.
4. Dapat memenuhi kebutuhan *Vinyl Acetate* dalam negeri dan menurunkan ketergantungan impor.

1.5 Batasan Masalah

Prarancangan pabrik *Vinyl Acetate* ini, dibatasi dengan bahan baku utama yaitu asetilen dan asam asetat menggunakan **Proses Adisi Asetilen dan Asam Asetat pada fase gas** Adapun pembuatan *flowsheet* prarancangan pabrik ini dibatasi menggunakan *software Aspen Hysys*.

1.6 Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi suatu pabrik akan mempengaruhi tingkat perhitungan teknik dan nilai keuntungan yang dihasilkan oleh pabrik. Pendirian pabrik dengan kapasitas tertentu antara lain bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri,

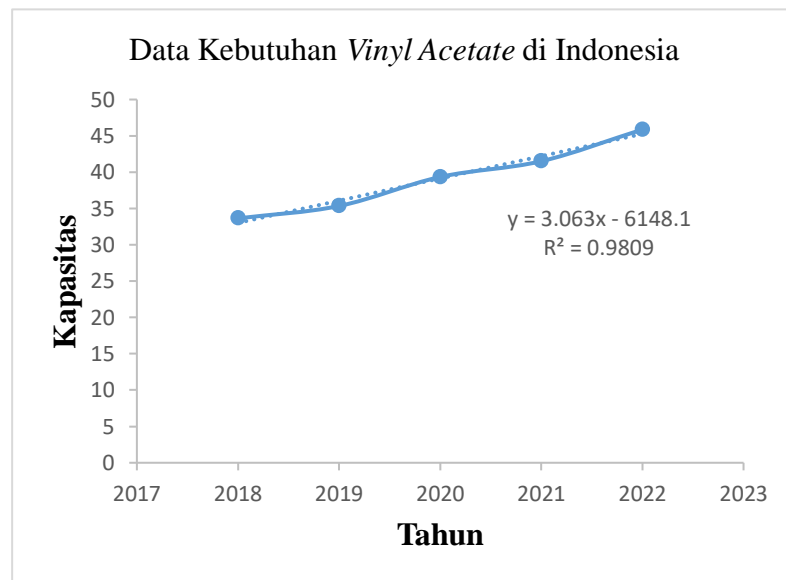
membantu perkembangan industri lain yang menggunakan produk tersebut. Kebutuhan impor *Vinyl Acetate* pada tahun 2018-2027 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Kapasitas Impor *Vinyl Acetate* di Indonesia

Kebutuhan Impor (tahun)	Kapasitas (Ton/ Tahun)
2018	33.641
2019	35.343
2020	39.345
2021	41.509
2022	45.873

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023

Berdasarkan Tabel 1.2 maka dapat dibuat suatu persamaan linier agar dapat memperkirakan kebutuhan *Vinyl Acetate* di Indonesia seperti pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Kebutuhan Impor per tahun *Vinyl Acetate* di Indonesia

Pada gambar 1.1 disimpulkan bahwa grafik kebutuhan konsumen akan *Vinyl Acetate* terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan *Vinyl Acetate* pada masa yang akan datang juga akan terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan industri yang menggunakan *Vinyl Acetate* sebagai bahan bakunya. Untuk menghitung kebutuhan akan *Vinyl Acetate* pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode ekstrapolasi. Kebutuhan akan *Vinyl Acetate* dapat diketahui dengan persamaan 1.1 :

$$y = a(x) + b \dots\dots\dots (1.1)$$

$$y = 3,063x - 6148,1$$

$$y = 3,063(2027) - 6148,1$$

$$y = 60,601$$

Dari hasil perhitungan dapat diperkirakan kebutuhan *Vinyl Acetate* di Indonesia pada tahun 2027 adalah sebesar 60,601 ton/tahun, sehingga hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Ekstrapolasi *Vinyl Acetate* Kebutuhan Impor di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/ Tahun)
2023	48,349
2024	51,412
2025	54,475
2026	57,538
2027	60,601

Berdasarkan data hasil ekstrapolasi prediksi kebutuhan *Vinyl Acetate* pada tahun 2027 yaitu 60,601 ton/tahun, maka pabrik *Vinyl Acetate* direncanakan akan beroperasi dengan memenuhi kebutuhan *Vinyl Acetate* di Indonesia sebanyak 80% yaitu sebesar 64,000 ton/tahun dimana kapasitas pabrik yang akan direncanakan beroperasi adalah 80,000 ton/tahun sehingga 16,000 ton sisanya akan diekspor ke negara-negara yang membutuhkan.

Tabel 1.3 Data Impor *Vinyl Acetate* di berbagai negara kawasan Asia

Negara	Tahun	Impor (kg)
Philipina	2021	9.698,58
	2022	12.402,25
Taiwan	2021	26.134,09
	2022	33.419,48
Thailand	2021	99.852,19
	2022	127.687,98
Singapura	2021	81.206,90
	2022	103.844,94

Sumber: UN data, 2023

Kapasitas perancangan pabrik *Vinyl Acetate* ini ditetapkan sebesar 80.000 ton/tahun dengan harapan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan *Vinyl Acetate* dalam negeri yang terus meningkat setiap tahun.
2. Dapat memberikan kesempatan bagi berdirinya industri-industri lain yang menggunakan *Vinyl Acetate* sebagai bahan baku. Diharapkan dampak positif dari berkembangnya industri-industri baru tersebut adalah dapat menyerap banyak tenaga kerja dan mengurangi angka pengangguran di Indonesia.
3. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena berkurangnya impor *Vinyl Acetate*.
4. Dapat memenuhi sebagian kebutuhan *Vinyl Acetate* di Asia .

1.7 Seleksi Pemilihan Proses

Macam-macam proses pembuatan *Vinyl Acetate* antara lain:

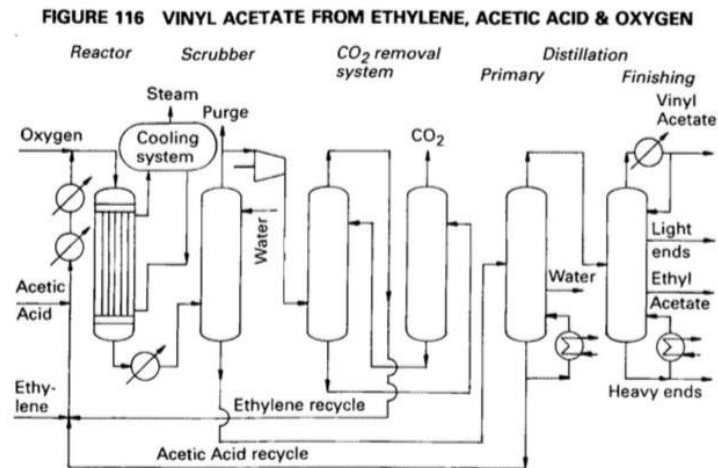
1. Proses Oksidasi Etilen dan Asam Asetat
2. Proses Adisi asam Asetat terhadap Asetilen

1.7.1 Proses Oksidasi Etilen Dan Asam Asetat

Gas etilena dilewatkan melalui asam asetat yang dipanaskan hingga 120°C; campuran yang dihasilkan uap digabungkan dengan oksigen sebelum memasuki reaktor multi-tubular. Itu tabung berisi katalis (terdiri dari paladium dibagi halus dipromosikan dengan potasium asetat) diendapkan pada aluminium trioksida atau aluminium-silikon oksida, yang bertindak sebagai pembawa. Temperatur reaktor dipertahankan pada 100-300°C dengan tekanan 5-10 bar. Panas yang dihasilkan oleh reaksi eksotermik digunakan untuk menghasilkan uap.

Gas meninggalkan reaktor segera didinginkan dalam penukar panas dan campuran gas cair dipisahkan di bawah tekanan. Setelah mencuci secara terpisah dengan glikol dan natrium karbonat, gas dilewatkan melalui penyerap di mana karbon dioksida dihilangkan dan setiap etilen yang tidak bereaksi dikembalikan ke reaktor. Campuran cairan memasuki pemisah kedua di mana tekanan berkurang dan gas terlarut dilepaskan. Gas-gas ini dimasukkan ke dalam kolom distilasi di mana vinil asetat dipisahkan dari ujung yang ringan, terutama asetaldehida. Cairan

didistilasi dalam kolom kedua; asam asetat dipadatkan dan dipisahkan dari produk sampingan lainnya dan air sebelum didaur ulang, dan proses tersebut dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Proses Dasar Etilen, Asam Asetat Dan Oksigen (wells,1991)

Berikut reaksi dari pembuatan *Vinyl Acetate* dengan proses Oksidasi:



1. Uji Ekonomi Awal

Analisa ekonomi awal dilakukan untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya berdiri suatu pabrik. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangi harga produk dengan bahan baku. Adapun informasi berat molekul dan harga bahan diperlihatkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Uji Ekonomi Awal Proses Oksidasi

Bahan	Berat Molekul	Harga (Rp/Kg)
Etilen	28,05	13,549
Udara	32	-
Asam Asetat	60, 05	9,300
<i>Vinyl Acetate</i>	86,09	25,326

Sumber: Alibaba.com, 2023

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 PE &= (BM \text{ Vinyl Acetate} \times \text{Harga Vinyl Acetate}) - (BM \text{ etilen} \times \text{Harga etilen}) + (BM \\
 &\quad \text{Udara} \times \text{Harga Udara}) + (BM \text{ asam asetat} \times \text{Harga asam asetat}) \\
 &= (86,09 \times 25,326) - ((28,05 \times 13,549) + (32 \times 0) + (60,05 \times 9,300))
 \end{aligned}$$

$$= 2.180.315,34 - 938.514,45$$

$$= \text{Rp } 1.241.800,89/ \text{ kg}$$

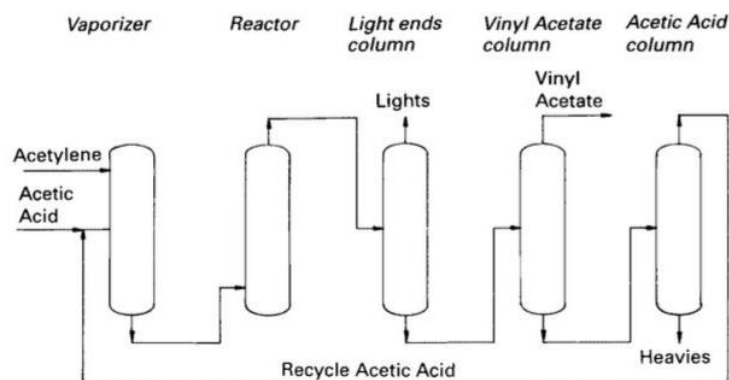
1.7.2 Proses adisi asam asetat terhadap asetilen

Campuran uap asam asetat dan asetilen dilewatkan di atas katalis *fluid-bed* yang terdiri dari seng asetat yang diendapkan pada karbon aktif dalam reaktor tubular. *Acetylene*, yang ada sedikit berlebih, harus bebas dari senyawa belerang dan fosfor. Reaksi eksoterm berlangsung pada 180-220°C dan tekanan 115-162 Kpa, dengan menggunakan proses ini mendapatkan konversi sebesar 90% dan yield sebesar 92-99% dengan kelebihan panas dihilangkan dengan sirkulasi minyak di sekitar tabung.

Setelah pendinginan, efluen dialirkan ke kolom distilasi di mana asetilen yang tidak bereaksi dan produk sampingan dengan titik didih rendah dibuang di atas kepala. Setelah pemurnian asetilena didaur ulang ke reaktor. Vinil asetat dihilangkan dari campuran reaksi dengan distilasi. Asam asetat diperoleh kembali dari dasar kolom dan dikembalikan ke aliran asam masukan. Proses ini dapat dilihat pada gambar 1.3.

Vinyl acetate 365

FIGURE 117 VINYL ACETATE FROM ACETYLENE & ACETIC ACID



Gambar 1.3 Proses Adisi Asam Asetat Terhadap Asetilen (Wells,1991)

Berikut reaksi dari pembuatan *Vinyl Acetate* dengan proses Adisi:



1. Uji Ekonomi Awal

Analisa ekonomi awal dilakukan untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya berdiri suatu pabrik. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangkan harga produk dengan bahan baku. Adapun informasi berat molekul dan harga bahan diperlihatkan pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Uji Ekonomi Awal Proses adisi asam asetat terhadap asetilen

Bahan	Berat Molekul	Harga (Rp/Kg)
Asetilen	26,04	16,342
Asam asetat	60,05	9,300
Vinyl asetat	86,09	25,326

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut: $(BM\ Vinyl\ Acetate \times Harga\ Vinyl\ Acetate) - (BM\ Asetilen \times Harga\ Asetilen) + (BM\ asam\ asetat \times Harga\ asam\ asetat)$

$$\begin{aligned}
 &= (86,09 \times 25,326) - ((26,04 \times 16,342) + (60,05 \times 9.300)) \\
 &= 2.180.315,34 - 984.382,68 \\
 &= R\ 1.195.972,66/ kg
 \end{aligned}$$

1.8 Perbandingan Proses

Perbandingan proses pembuatan *Vinyl Acetate* dapat dilihat dalam Tabel 1.6

Tabel 1.6 Perbandingan beberapa Proses Pembuatan *Vinyl Acetate*

Parameter	Proses	
	Proses oksidasi etilen dan asam asetat	Proses adisi asam asetat terhadap asetilen
Suhu Reaksi (°C)	100 - 300	160 – 200
Tekanan Reaksi	5 - 10	115 – 162 Kpa
Katalis	PdCL ₂ dan AuCL ₂	Zn(OAc) ₂
Yield	90- 95%	92- 99%
Konversi	40%	90%

Sumber: wells,1991

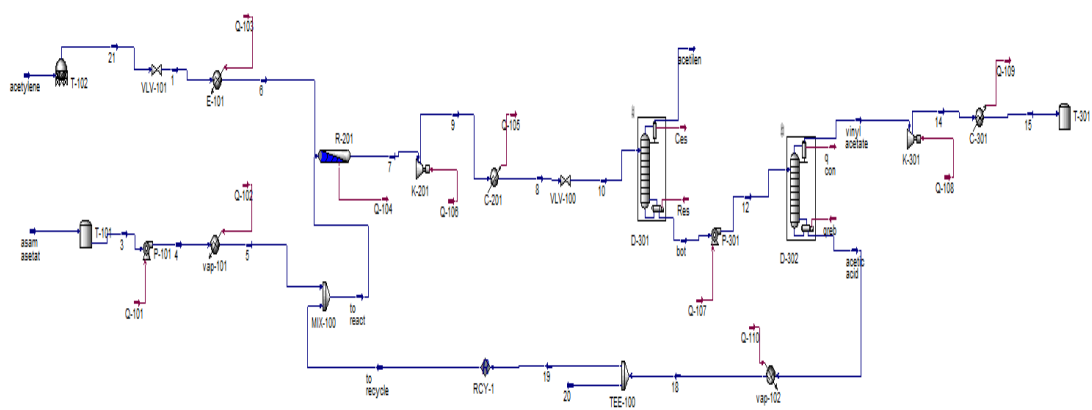
Berdasarkan beberapa proses, maka dapat dibandingkan dari segi bahan

baku maupun kondisi operasi yang digunakan berhubungan dengan proses pembuatan *Vinyl Acetate* tersebut, maka dipilih proses pembuatan *Vinyl Acetate* dengan proses oksidasi langsung dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku mudah didapat di Indonesia sehingga kontinuitasnya dapat terjaga.
2. Proses sederhana dengan tekanan operasi dan suhu yang relatif rendah.
3. Umur katalis panjang.
4. Proses yang digunakan lebih sederhana dan lebih cepat.
5. *Yield* produk yang dihasilkan cukup besar yaitu mencapai 99%

1.9 Uraian Proses

Pembuatan *Vinyl Acetate* dengan proses adisi asetilen dan asam asetat menggunakan reaksi fase gas. Proses tersebut terjadi didalam reaktor *fixed bed multitube*, yang mana bahan baku asam asetat berupa gas dimasukkan secara bersamaan dengan bantuan katalis *zinc acetate* berupa padatan yang sudah berada dalam reaktor tersebut. Reaksi pembuatan *Vinyl Acetate* dengan menggunakan proses adisi dapat dilihat pada persamaan Gambar 1.4



Gambar 1.4 Uraian Proses adisi menggunakan *software aspen hysys*.

Pada pembuatan *Vinyl Acetate* ini dapat dibagi menjadi tiga tahap :

1. Tahap persiapan bahan baku

2. Tahap pembentukan *Vinyl Acetate*
3. Tahap pemurnian *Vinyl Acetate*

1.9.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku

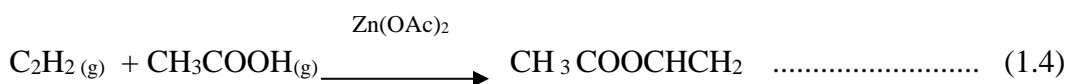
Bahan baku dalam pembuatan *Vinyl Acetate* ini terdiri dari acetylene dan acetic acid. Acetylene disimpan dalam bentuk gas pada temperature 35°C dan tekanan 10 atm dalam tangki spherical T-102. Komposisinya adalah 99,5% acetylene; 0,2% nitrogen; 0,1% karbon monoksida; dan 0,2% hydrogen. Acetylene diekspansikan sampai tekanan 1,5 atm.

Acetic acid disimpan dalam bentuk cair pada temperature kamar 35°C dan tekanan 1 atm dalam tangka silinder tegak T-101. Komposisinya adalah 99,8% acetic acid dan 0,2% H₂O. *acetic acid* dipompa menuju Vaporizer untuk diuapkan dalam kondisi 1,5 atm sehingga didapatkan uap acetic acid yang lewat jenuh pada suhu 170°C Kemudian uap *acetic acid* dan *acetylene* dialirkan ke reactor R-201.

1.9.2 Tahap Pembentukan *Vinyl Acetate*

Proses dimaksudkan untuk menghasilkan *Vinyl Acetate* dengan cara mereaksikan *acetylene* dengan *acetic acid* fase gas dalam reaktor R-201 dengan bantuan katalis *Zinc Acetate*. Reaktor yang digunakan adalah *fixed bed multitube*. Reaksi di dalam *tube reactor*.

Reaksi yang terjadi didalam reaktor yaitu:



Dengan kondisi operasi suhu 170°C dan tekanan 1,5 atm dan reaksi berlangsung secara eksotermis dengan konversi terhadap asam asetat sebesar 90%. Gas hasil keluaran reaktor R-201 pada suhu 175°C dengan tekanan 1,4 atm kemudian dinaikkan tekanan dengan menggunakan kompresor K-201 menjadi 10 atm, didinginkan menggunakan *Cooler-201* sampai suhu 5°C dan sebelum menuju Menara distilasi MD-301 tekanan diturunkan menggunakan *valve* menjadi 1 atm. Umpan tersebut kemudian dipisahkan di menara distillasi MD-301 dengan hasil atas berupa *hydrogen*, karbon monoksida, nitrogen, dan *acetylene*, sedangkan hasil

bawah berupa *Vinyl Acetate* dan sedikit asam asetat, cairan hasil bawah Menara distilasi MD-301 dialirkan ke Menara distilasi MD-302, produk dan bahan baku yang masih tersisa akan dipisahkan asam asetat dan vinil asetat, agar asam asetat bisa digunakan Kembali.

1.9.3 Pemurnian *Vinyl Acetate*

Menara distilasi MD-302 dimaksudkan untuk memisahkan *Vinyl Acetate* dari *Acetic Acid*. Hasil atas yang diperoleh produk utama *Vinyl Acetate* dan sedikit acetylene, produk utama tersebut didinginkan menggunakan *Cooler-303* untuk didinginkan sampai suhu lingkungan untuk disimpan di tangki T-301. Sedangkan keluaran bawah dari Menara distilasi MD-302 berupa asam asetat diuapkan lagi menggunakan Vap-102 untuk di *recycle* menjadi bahan baku.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Vinyl Acetate

Vinyl Acetate pertama kali dibuat oleh Scheele pada tahun 1774 melalui dehidrogenasi ethyl alcohol dan dikenal sebagai suatu persenyawaan baru pada tahun 1800 oleh Foureroy dan Vauquelin. Pada tahun 1835, Liebig menetapkan persenyawaan baru tersebut dengan nama *aldehyde* yang berasal dari bahasa latin al (alcohol) dehyd (*rogenated*). Kutscherow pada tahun 1881 menyelidiki pembentukan *Vinyl Acetate* melalui adisi oleh air menjadi asetilen.

Secara umum, proses produksi *Vinyl Acetate* meliputi: oksidasi atau dehidrogenasi etanol, hidrasi asasetilendan oksidasi hidrokarbon jenuh atau asetilen. Produksi *Vinyl Acetate* mencapai puncaknya pada tahun 1969 dengan jumlah 1,65 milyar *pound*, produksi tersebut 42% dibuat dari oksidasi asetilen secara langsung.

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Proses pembuatan *Vinyl Acetate* menggunakan bahan baku yaitu asetilen dan asam asetat dengan metode Adisi . Berikut ini adalah spesifikasi bahan baku:

2.2.1 Asetilen

Asetilen (IUPAC nama: etana) adalah senyawa organik sebuah hidrokarbon dengan rumus C_2H_2 atau $H_2C=CH_2$. Etana atau asetilen ini merupakan senyawa alkena yang paling sederhana setelah asetilena (C_2H_2) karena hanya terdiri dari 2 atom karbon dan 4 atom hidrogen (C_2H_4). Unsur-unsur ini terhubung oleh ikatan rangkap. Adanya ikatan rangkap perubungan inilah etana juga disebut sebagai olefin atau hidrokarbon tak jenuh (Perry's, 1998).

1. Sifat Fisika

Asetilen memiliki sifat fisika yang sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat Fisika Etilen

Rumus Molekul	C ₂ H ₂
Berat Molekul	26,038g/mol
Titik didih pada 1 atm	189 K
Suhu Kritis	308,32 K
Tekanan Kritis	60,587 atm
Densitas Cair	0,377 g/cm ³
Kemurnian	99,5%

Sumber: Perry, 1998

2. Sifat Kimia

Adapun sifat-sifat kimia yang terkandung dalam Asetilen adalah:

1) Hidrogenasi

Acetylene dapat mengalami reaksi hidrogenasi menjadi *ethylene* dan *ethane*. Reduksi *acetylene* terjadi dalam larutan *amonical* dari *chromous* klorida atau dalam larutan garam *chromous* dalam H₂O₄.

2) Hidrasi

Penambahan air dalam ikatan rangkap tiga dari *acetylene* menghasilkan *acetaldehyde*, dengan reaksi:



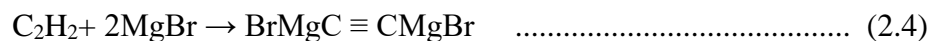
3) Vynilation

Acetylene ditambah dengan asam lemah akan menghasilkan turunan yang sangat banyak. Alkohol dan *phenol* menghasilkan turunan *vinyl ether*, sedangkan asam karboksilat menghasilkan *vinyl ester*.

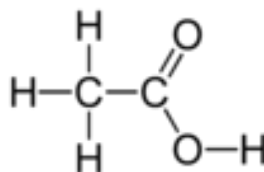


4) Reagen *Acetylen Grignard*

Reagen *Acetylen Grignard* yang berguna untuk sintesis lebih lanjut, dibentuk dari reaksi *acetylene* dengan *alkyllmagnesium bromide*, reaksi:



2.2.2 Asam Asetat



Gambar 2.1 Ikatan Asam Asetat

Asam asetat adalah salah satu senyawa organik yang berada dalam golongan asam alkanoat. Asam asetat pekat (disebut *asam asetat glasial*) adalah cairan higroskopis tak berwarna, dan memiliki titik beku 16,7°C. Asam asetat adalah komponen utama cuka (3–9%) selain air. Asam asetat berasa asam dan berbau menyengat. Selain diproduksi untuk cuka konsumsi rumah tangga, asam asetat juga diproduksi sebagai prekursor untuk senyawa lain seperti polivinil asetat dan selulosa asetat. Meskipun digolongkan sebagai asam lemah, asam asetat pekat bersifat korosif dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit. Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana, setelah asam format.

1. Sifat Fisika

Asam asetat memiliki sifat fisika yang sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2.2 .

Tabel 2.2 Sifat Fisika Asam Asetat

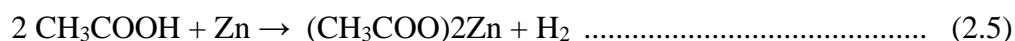
Rumus Molekul	C ₂ H ₄ O ₂
Berat Molekul	60,05 g/mol
Titik didih pada 1 atm	391 K
Suhu kritis	592,71 K
Tekanan kritis	56,807 atm
Kemurnian	99,8%

Sumber: Perry, 1998

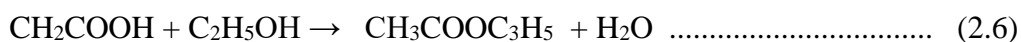
2. Sifat Kimia

- 1) Keasaman: Asam asetat merupakan asam organik yang lemah. Ia melepaskan ion H⁺ (*hydrogen*) dalam larutan air, namun tidak sepenuhnya disosiasi. Ini berarti ia dapat bertindak sebagai donor proton dalam reaksi kimia.
- 2) Reaksi dengan logam: Asam asetat dapat bereaksi dengan logam seperti seng (Zn) dan besi (Fe) untuk membentuk garam asetat dan melepaskan gas hidrogen.

Contohnya adalah reaksi antara asam asetat dengan seng:



- 3) Esterifikasi: Asam asetat dapat mengalami reaksi esterifikasi dengan alkohol, di mana gugus asam karboksilat (-COOH) pada asam asetat bereaksi dengan gugus hidroksil (-OH) alkohol. Reaksi ini menghasilkan ester dan air. Contohnya adalah pembentukan etil asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) melalui esterifikasi asam asetat dengan etanol:



- 4) Perkaratan logam, seperti besi



- 5) Reaksi oksidasi: Asam asetat dapat mengalami reaksi oksidasi dengan zat pengoksidasi kuat, seperti permanganat (KMnO_4) atau kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Dalam reaksi ini, asam asetat diubah menjadi senyawa oksidasi yang lebih tinggi, seperti karbondioksida (CO_2) dan air.

- 6) Kelarutan: Asam asetat larut dalam air dengan baik. Larutan asam asetat yang paling umum adalah cuka, yang merupakan larutan asam asetat dalam air.

2.2.3 Zinc Acetate

Adapun *safety data sheet* (SDS) dari *Zinc Acetate* dapat dilihat pada tabel

2.3

Tabel 2.3 Sifat fisika dan kimia *Zinc Acetate*

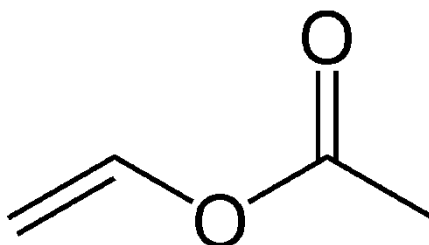
SIFAT FISIKA DAN KIMIA	
Rumus	$\text{Zn}(\text{AOc})_2$
Titih Leleh ($^{\circ}\text{C}$)	253
Titik didih ($^{\circ}\text{C}$)	258
Berat Molekul (g/mol)	183,48
Densitas (25°C)	1,84 g/mL
Kelarutan dalam air (25°C)	435 g/l
Warna	Putih
TINDAKAN PERTOLONGAN PERTAMA AKIBAT BAHAYA BAHAN	
Kontak mata	Bilas dengan air. Jangan menggosok mata. Lepaskan semua lensa kontak dan buka kelopak mata lebar-lebar. Dapatkan perhatian medis jika ketidaknyamanan berlanjut.

Inhalasi	Pindahkan orang yang terkena ke udara segar dan tetap hangat dan istirahat dalam posisi yang nyaman pernafasan. Pertahankan jalan napas terbuka. Longgarkan pakaian ketat seperti kerah, dasi atau ikat pinggang. Ketika sulit bernapas, personel yang terlatih dengan baik dapat membantu orang yang terkena dampak dengan pemberian oksigen. Dapatkan perhatian medis. Tempatkan orang yang tidak sadar di sisinya dalam pemulihan posisi dan memastikan pernapasan dapat berlangsung.
Kontak kulit	Bilas dengan air
Tertelan	Bilas mulut secara menyeluruh dengan air. Berikan beberapa gelas kecil air atau susu untuk diminum. Berhenti jika orang yang terkena merasa sakit karena muntah mungkin berbahaya. Jangan pernah memberikan apapun melalui mulut kepada orang yang tidak sadar. Tempatkan orang yang tidak sadar di sisinya dalam posisi pemulihan dan memastikan pernapasan dapat terjadi. Jauhkan orang yang terkena dampak di bawah pengawasan. Dapatkan pertolongan medis.
IDENTIFIKASI BAHAYA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemicu Iritasi 2. Karsinogenik 	

(Sumber: *safety data sheet*, 2022)

2.3 Spesifikasi Produk

2.3.1 Vinyl Acetate



Gambar 2.2 Ikatan Vinyl Acetate

Vinyl Acetate Monomer (VAM) adalah cairan bening yang tidak dapat larut (immiscible), namun dapat larut secara perlahan dalam air, selain itu VAM merupakan cairan yang mudah terbakar. Pada jumlah yang sedikit memiliki bau

manis seperti buah, namun pada level lebih tinggi memiliki bau yang menyengat dan dapat menyebabkan iritasi. Vinil asetat merupakan bahan kimia antara yang dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan polivinil asetat, vinil asetat kopolimer, polivinil alkohol, dan vinil klorida.

1. Sifat Fisika

Vinyl Acetate memiliki sifat fisika dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Sifat Fisika *Vinyl Acetate*

Rumus Kimia	C ₄ H ₆ O ₂
Berat Molekul	86,09 g/mol
Titik Lebur	-93 °C
Titik Didih	72,7 °C
Penampilan	Cairan tak berwarna
Densitas	1,3501 g/m ³
Tekanan Kritis	41,944 atm
Kemurnian	≥ 99,8%
Impuritas	≤ 0,15% H ₂ O ≤ 0,02% CH ₃ COOH

(Sumber: Perry, 1998).

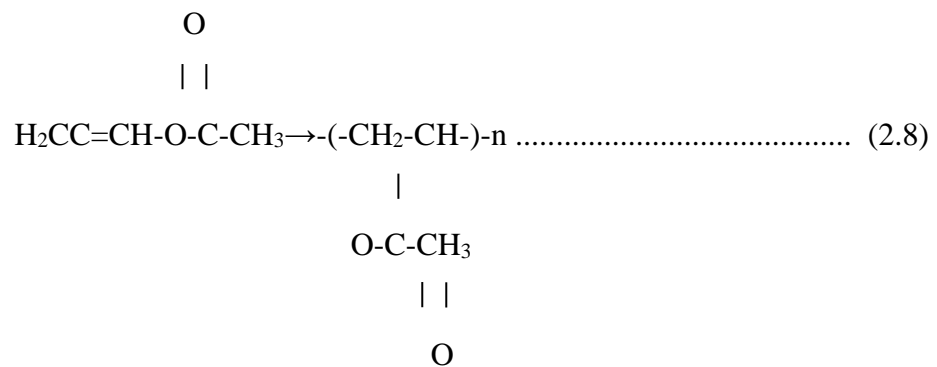
2. Sifat Kimia

Adapun beberapa sifat kimia dari *Vinyl Acetate* adalah sebagai dibawah ini:

1) Polimerisasi

merupakan reaksi terpenting pada *Vinyl Acetate* sebagai monomer, salah satunya adalah pembentukan *polyVinyl Acetate*.

reaksi :



2) Hidrolisa

Vinyl Acetate terhidrolisa dengan katalis asam atau basa membentuk vinyl

alcohol tidak stabil, kemudian membentuk asetaldehid

2.4 Kegunaan *Vinyl Acetate*

Perkembangan industri kimia Indonesia saat ini terus mengalami peningkatan, baik industri yang menghasilkan produk jadi maupun industri antara. Salah satunya adalah *Vinyl Acetate*. Kebutuhan bahan ini dari tahun ke tahun terus meningkat. *Vinyl Acetate* merupakan bahan kimia produk antara (*Intermediate Product*) yang dipakai dalam pembuatan *polyVinyl Acetate*, *Vinyl Acetate copolymer*, *polyvinyl alcohol* dan *vinyl chlorid*. *Vinyl Acetate* dalam bentuk polimer sangat luas kegunaannya antara lain dalam industri cat, sebagai *adhesive*, pelapis, lem, film, tinta dan tekstil (www.dow.com). Sedangkan bentuk kopolimernya misalnya dengan *acrylonitrile* dipakai untuk industri *acrylic fibers*.

Sampai saat ini kebutuhan *Vinyl Acetate* dan kopolimernya masih dipenuhi dengan impor. Oleh karena itu dengan didirikannya pabrik ini di Indonesia diharapkan dapat memberikan keuntungan antara lain:

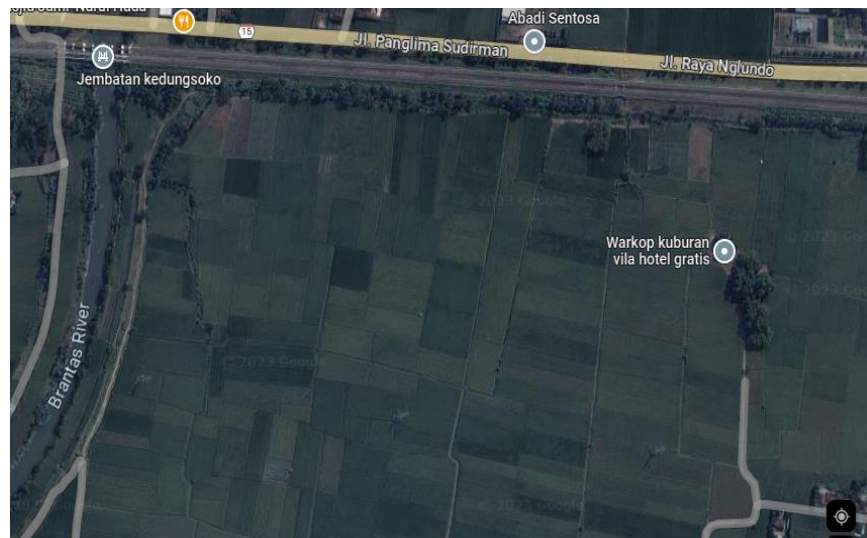
1. Dapat mengurangi impor *Vinyl Acetate* sehingga kebutuhan dalam negeri dapat dipenuhi
2. Membuka peluang didirikannya pabrik dengan bahan baku *Vinyl Acetate* sehingga dapat menambah pendapatan negara
3. Membuka kesempatan kerja dengan menciptakan lapangan kerja,

2.5 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik akan berpengaruh dalam penentuan kelangsungan produksi serta keberhasilan pabrik. Lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan akan menentukan harga jual produk yang dapat memberikan keuntungan dalam jangka panjang. Sehingga jika pabrik mendapatkan keuntungan secara terus menerus, maka dapat memperluas pabrik untuk peningkatan kapasitas produksi.

Rencana pembangunan pabrik *Vinyl Acetate* didirikan di Kec. Tanjunganom, Kab. Nganjuk Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini bertujuan agar mendapat keuntungan dari segi teknis maupun ekonomis. Tersedia lahan yang

cukup luas sehingga dapat memungkinkan apabila terjadi pengembangan dan perluasan pabrik.



Gambar 2.3 Peta Lokasi Pabrik

2.5.1 Faktor utama

Faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usahah pabrik. Tujuan ini meliputi proses produksi dan distribusi, adpaun faktor-faktor utama yang berpebgaruh secara langsung dalam penilihan lokasi pabrik adalah :

1. Bahan baku

Bahan baku acetylene direncanakan diperoleh dari PT. Aneka Gas Industri yang terletak di Sidoarjo, Jawa Timur. Selain di Jawa Timur, PT. Aneka Gas Industri juga mempunyai pabrik *acetylene* di Medan, Sumatra Utara, dan di Makassar, Sulawesi Selatan. Sedangkan *acetic acid* diperoleh dari PT. Acidatama yang terletak di daerah Karanganyar, Jawa Tengah. Sebagian kebutuhan *acetic acid* diperoleh melalui impor dari Celanase, Jurong, Singapura. Pabrik *Vinyl Acetate* ini direncanakan didirikan di Kawasan Industri Nganjuk mendekati bahan baku *acetylene*

2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam suatu industri. Berhasil atau tidaknya pemasaran merupakan penentuan keuntungan yang didapatkan dari industri tersebut. Selain itu letak pabrik yang strategis serta berdekatan dengan pasar menjadi salah satu pertimbangan yang sangat penting untuk kemudahan

konsumen dalam mendapatkannya. Dengan prioritas utama pasar dalam negeri, maka diharapkan hasil penjualan optimal serta sebagian akan diekspor ke luar negeri.

3. Utilitas

Pada suatu pabrik unit utilitas sangatlah penting, dimana unit utilitas merupakan sarana kelancaran untuk proses produksi. Unit utilitas terbagi atas air, listrik dan bahan bakar. Air merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi suatu industri. Nganjuk merupakan daerah kawasan industri, maka kebutuhan utilitas seperti air pendingin diperoleh dari Sungai Brantas dan listrik diperoleh dari PLN serta generator.

4. Tenaga kerja

Tenaga kerja dapat dipenuhi dengan mudah dari daerah sekitar lokasi pabrik maupun luar lokasi pabrik sesuai dengan kebutuhan dan kriteria perusahaan, saat ini banyak tenaga kerja terampil dan terdidik yang membutuhkan lapangan pekerjaan. Hal ini juga dapat mengurangi jumlah penganggur yang ada di daerah sekitar industri.

2.5.2 Faktor Khusus

Faktor khusus sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor khusus terdiri dari :

1. Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat penting untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Transportasi bahan baku menuju Nganjuk cukup mudah karena dekat dengan jalan utama.

2. Limbah pabrik

Setiap proses produksi akan menghasilkan buangan. Buangan yang dihasilkan dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan sehingga kualitas lingkungan menurun sampai tingkat tertentu dan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya, misalnya pencemaran air menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air sehingga berbahaya untuk sumber makanan, kesehatan manusia, hewan, perikanan, pertanian ataupun rekreasi. Untuk menghindarinya perlu dilakukan suatu pengolahan lingkungan. Adapun hirarki dari pengolahan lingkungan adalah:

- 1) Pengurangan buangan disumbernya
- 2) Pemanfaatan buangan di luar
- 3) Pembuangan terkontrol
- 4) Pengolahan buangan

Pada pabrik *Vinyl Acetate*, limbah yang dihasilkan berupa limbah cair. Limbah cair dikenal sebagai entitas pencemar air. Sesuai dengan namanya, yang disebut sebagai limbah cair adalah limbah yang mempunyai bentuk cair. Limbah industri cair ini tidak mungkin langsung dibuang ke saluran air seperti selokan, sungai bahkan lautan, Maka dari itu diperlukan penanganan agar limbah tersebut tidak berdampak pada lingkungan sekitar.

Limbah cair ini sifatnya ada yang berbahaya dan ada pula yang dapat dinetralsir secara cepat. Limbah industri yang berbahaya yang dibuang langsung ke saluran seperti sungai (ekosistem sungai), laut, maupun selokan tanpa dinetralsir terlebih dahulu pada akhirnya akan mencemari saluran- saluran tersebut sehingga akan menyebabkan ekosistem air menjadi rusak, bahkan banyak makhluk hidup yang akan mati dibuatnya. Limbah asetilen dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam berbagai aplikasi, seperti pembakaran dalam pabrik untuk menghasilkan panas atau energi, atau sebagai bahan bakar dalam mesin pembakaran internal

3. Kebijakan pemerintah dan peraturan perundang-undangan

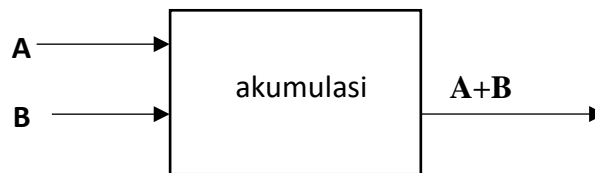
Pendirian suatu pabrik perlu mempertimbangkan faktor kepentingan pemerintah yang terkait didalamnya seperti kebijakan pengembangan industri, hubungan dengan pemeratan kesempatan kerja serta hasil-hasil pembangunan dan mengetahui ketentuan-ketentuan mengenai perundang-undangan yang berlaku di area setempat.

BAB III

NERACA MASSA

3.1 Neraca Massa

Neraca massa merupakan cabang keilmuan yang mempelajari kesetimbangan massa dalam sebuah sistem. Dalam neraca massa, sistem adalah sesuatu yang diamati atau dikaji. Neraca massa adalah konsekuensi logis dari hukum kekekalan massa atau disebut hukum *Lavoiser*. Dalam neraca massa, jumlah massa yang masuk ke dalam sistem harus sama dengan jumlah massa yang keluar dari sistem. Alur diagram neraca massa dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan persamaan neraca massa umum terdapat pada persamaan 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Neraca Massa

Neraca massa dibuat untuk suatu alat atau suatu unit proses dengan batasan batasan tertentu. Bahan-bahan yang perlu dirincikan jumlahnya adalah bahan-bahan yang masuk dan bahan-bahan yang keluar dengan batasan yang ditetapkan. Berdasarkan hukum kekekalan massa, banyaknya bahan yang masuk sama dengan jumlah bahan yang keluar ditambah bahan yang terakumulasi dalam alat proses, atau dapat dirumuskan pada persamaan 3.1.

$$\text{Massa Masuk} = \text{Massa Keluar} + \text{Akumulasi Massa} \dots\dots\dots (3.1)$$

Persamaan ini dapat diterapkan pada proses kontinyu dengan berdasarkan pada interval waktu tentu. Jika bahan yang masuk atau keluar berupa campuran beberapa komponen, maka neraca massa dibuat untuk massa keseluruhan dan untuk masing-masing komponen. Proses dalam keadaan mantap (*Steady*) adalah proses dimana semua laju aliran dan komposisi yang masuk dan keluar tetap (tidak tergantung pada waktu). Prinsip umum neraca massa adalah membuat sejumlah persamaan-persamaan yang saling tidak tergantung satu sama lain, dimana persamaan-persamaan tersebut jumlahnya sama dengan jumlah

komposisi massa yang tidak diketahui.

Perhitungan neraca massa pada prarancangan pabrik *Vinyl Acetate* dari Asetilen dan Asam Asetat dengan proses Adisi adalah sebagai berikut:

Produk	: <i>Vinyl Acetate</i> (C ₄ H ₆ O ₂)
Basis perhitungan	: 1 jam operasi
Satuan operasi	: kg/jam
Waktu operasi	: 24 jam
Waktu kerja pertahun	: 330 hari
Kapasitas produksi	: 80.000 ton/tahun
Kapasitas produksi perjam	: $80.000 \frac{\text{Ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1 \text{ Tahun}}{330 \text{ Hari}} \times \frac{1 \text{ Hari}}{24 \text{ Jam}} \times \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Ton}}$
	: 10.101,010 Kg/Jam
Mol flow limit reactan	: $\frac{\text{kapasitas produksi perjam}}{\text{BM C}_4\text{H}_6\text{O}_2}$
	: $\frac{10.101,010}{86,09} = 117,3308 \text{ kmol/jam}$

Adapun spesifikasi bahan baku dan produk dijelaskan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

Komponen	Kemurnian (%)	Berat Molekul (kg/mol)
Bahan Baku		
-Asetilen (C ₂ H ₂)	99,5	26,04
Impuritis:		
-Nitrogen (N ₂)	0,2	28
-Karbon Monoksida (CO)	0,1	28,0
-Hidrogen (H ₂)	0,2	2,016
Bahan Baku		
- Asam Asetat (C ₂ H ₄ O ₂)	99,8	60,05
Impuritis:		
-Air (H ₂ O)	0,2	18,02
Produk		
<i>Vinyl Acetate</i> (C ₄ H ₆ O ₂)	99,8	86,09

Kemurnian Produk : 99,8 %

Konversi Reaksi : 90 %

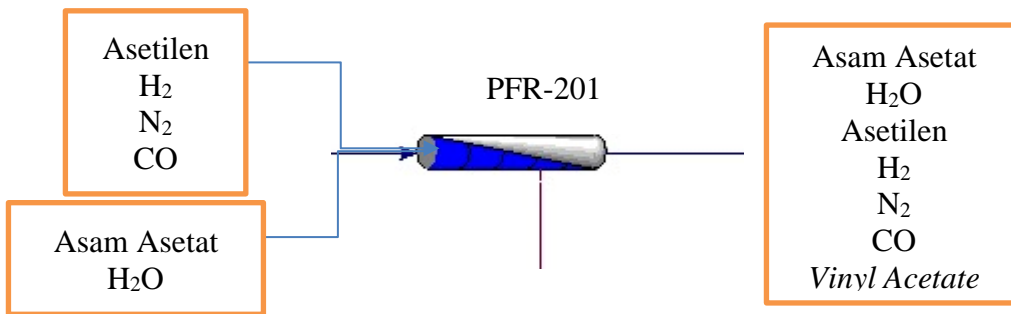
Kapasitas produksi perjam = 10.101,010 Kg/Jam

BM *Vinyl Acetate*(C₄H₆O₂) = 86,09 kg/mol

$$\begin{aligned} \text{Mol Vinyl Acetate}(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2) &= \frac{\text{Massa C}_4\text{H}_6\text{O}_2}{\text{BM C}_4\text{H}_6\text{O}_2} \\ &= \frac{10.101,010}{86,09} = 117,3308 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

3.2 Reaktor *fixed bed multitube* (R-201)

Tempat berlangsungnya reaksi Adisi Asetilen dengan Asam Asetat menjadi *Vinyl Acetate*.



Gambar 3.2 Sketsa Reaktor *fixed bed multitube* (R-201)

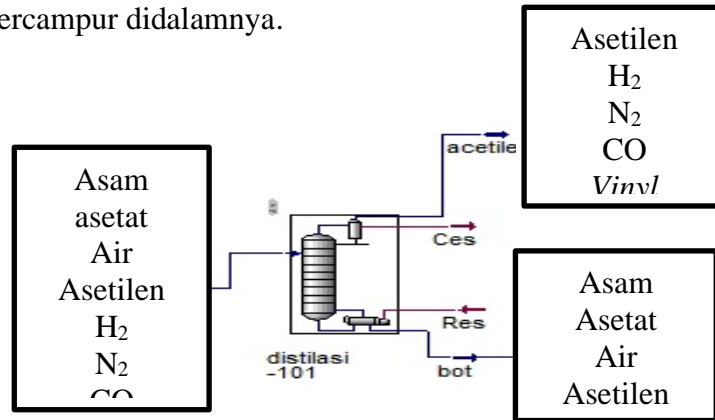
Neraca massa pada *reactor fixed bed multitube* yang didapat pada perhitungan dari lampiran A dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Neraca Massa pada Reaktor *fixed bed multitube* (R-201) dari hasil perhitungan Lampiran A

Komponen	Massa Masuk (kg/jam)		Massa Keluar (kg/jam)
	F ³	F ⁴	F ⁵
Asam Asetat	7812,9158		767,2001
H ₂ O	4,693232		4,69323
Asetilen		3377,798	322,50330
H ₂		0,524078	0,52407
N ₂		7,300584	7,30058
CO		3,651596	3,65159
<i>Vinyl Acetate</i>			10101,0101
TOTAL	11206,8830		11206,8830

3.3 Distilasi (D-301)

Memisahkan *Vinyl Acetate* dengan bahan baku yang tersisa dan impuritis yang masih tercampur didalamnya.



Gambar 3.3 Distilasi (D-301)

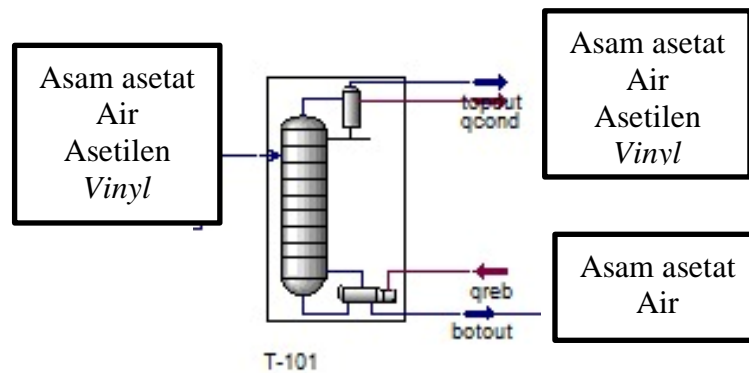
Massa Masuk = Massa Keluar

Tabel 3. 3 Neraca massa Masuk Destilasi Dan Keluar Distilasi (D-301) dari hasil perhitungan Lampiran A

Komponen	MASUK		KELUAR			
	Masuk		Atas		Bawah	
	Feed (kg/jam)	Fraksi Mol	Feed (kg/jam)	Fraksi Mol	Feed (kg/jam)	Fraksi Mol
Asam Asetat	767,2001438	0,068457942			767,2001438	0,070567277
H ₂ O	4,69323271	0,000418781			4,69323271	0,000431685
Asetilen	322,5033078	0,028777253	322,5000827	0,962725779	0,003225033	0,0000003
H ₂	0,524077653	4,67639E-05	0,524077653	0,001564474		
N ₂	7,300584216	0,000651438	7,300584216	0,021793671		
CO	3,651595784	0,000325835	3,651595784	0,010900727		
<i>Vinyl Acetate</i>	10101,0101	0,901321988	1,01010101	0,003015349	10100,00000	0,929000741
Sub Total	11206,88304	1	334,9864414	1	10871,8966	1
Total	11206,88304		11206,88304			

3.4 Distilasi (D-302)

Memisahkan *Vinyl Acetate* dengan bahan baku yang tersisa dan impuritis yang masih tercampur didalamnya agar lebih murni. Neraca massa dari Lampiran A



Gambar 3.4 Distilasi (D-302)

Massa Masuk = Massa Keluar

Tabel 3.4 Neraca massa Masuk Destilasi Dan Keluar Distilasi (D-302) dari hasil perhitungan Lampiran A

Komponen	MASUK		KELUAR			
	Masuk		Atas		Bawah	
	Feed (kg/jam)	Fraksi Mol	Feed (kg/jam)	Fraksi Mol	Feed (kg/jam)	Fraksi Mol
Asam Asetat	767,2001438	0,070567277	1,534400288	0,000151827	765,6657435	0,999987741
H ₂ O	4,69323271	0,000431685	4,683846245	0,000463462	0,009386465	0,000012
Asetilen	0,003225033		0,00322503	0,000000319		
<i>Vinyl Acetate</i>	10100,00000	0,929000741	10100,0000	0,999384392		
Sub Total	11206,88304	1	10106,22147	1	765,67513	1
Total	11206,88304		10871,8966			

3.5 TEE (TEE-101)

Berfungsi untuk mengurangi Asam Asetat yang akan di *recycle*, untuk dikembalikan ke reaktor. Neraca massa (TEE-101) dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Neraca massa TEE (TEE-101) dari hasil Lampiran A

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/jam	Kg/jam
Asam Asetat	76,56657435	689,0991692
Air	0,000938647	0,008447819

3.6 Mixer (MIX-101)

Berfungsi untuk mencampurkan bahan baku dari tangki dan bahan baku hasil *recycle*, dan bahan baku ini untuk dikembalikan ke reaktor supaya tidak ada bahan baku yang terbuang secara percuma. Neraca massa *Mixer* (MIX-101) dari hasil perhitungan Lampiran A dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Neraca massa *Mixer* (MIX-101) dari hasil perhitungan Lampiran A

Komponen	Laju Alir Masuk (kg/jam)		Laju Alir Keluar (kg/jam)
	F1	Rec	F3
Rec Asam Acetat		689,0991692	
Rec H ₂ O		0,00844782	
Asam Asetat	7123,816581		7812,91575
H ₂ O	4,684784892		4,69323271
Sub Total	7128,501366	689,107617	
Total	7817,608983		7817,608983

BAB IV

NERACA ENERGI

4.1 Neraca Energi

Perumusan dari neraca energi suatu sistem mirip dengan perumusan neraca massa. Namun, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu suatu sistem dapat berupa sistem tertutup namun tidak terisolasi (tidak dapat terjadi perpindahan massa namun dapat terjadi perpindahan panas) dan hanya terdapat satu neraca energi untuk suatu sistem (tidak seperti neraca massa yang memungkinkan adanya beberapa neraca komponen).

Menurut Hukum Termodinamika I yang mencakup prinsip kekekalan energi dinyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat diubah menjadi bentuk lain. Neraca energi merupakan persamaan matematis yang menyatakan hubungan antara panas masuk dengan panas keluar dari suatu sistem. Adapun konsep dari neraca energi sama dengan neraca massa, dapat dilihat pada persamaan 4.1.

$$E = E_i - E_o \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana:

E = Akumulasi panas

E_i = Panas masuk

E_o = Panas keluar

Persamaan energi pada proses-proses industri biasanya dapat disederhanakan untuk proses-proses tanpa terakumulasi, sehingga persamaan 4.1 di atas menjadi lebih sederhana, yaitu (Himmelblue,1982) dapat dilihat pada persamaan 4.2.

$$E_i = E_o \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

Jumlah panas masuk dan jumlah panas keluar pada suatu peralatan dapat dihitung dengan persamaan (Reklaitis, 1983):

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta t \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana:

Q = Jumlah panas yang dihasilkan (kj/jam)

m = Massa (kg/jam) C_p = Panas spesifik (kJ/kmol.K)

Δt = Perubahan temperatur (K)

Adapun kapasitas Panas Cair dari beberapa komponen dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kapasitas Panas Cair, $CP (l) = A + BT + CT^2 + DT^3$ (J/mol.K)

Komponen	A	B	C	D
C ₂ H ₄ O ₂	-16.944	1.10E+00	-2.69E-03	2.93E-06
C ₄ H ₆ O ₂	63.91	7.07E-01	-2.26E-03	3.18E-06
H ₂ O	92.053	-4.00E-02	-2.11E-04	5.35E-07
H ₂	50.607	-6.11E+00	3.09E-01	-4.15E-03
CO	125.595	-1.70E+00	1.07E-02	4.19E-06
N ₂	76.452	-3.52E-01	-2.67E-06	5.01E-05

Sumber: (Yaws,1999)

Adapun kapasitas Panas Gas dari beberapa komponen dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kapasitas Panas Gas, $CP (l) = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$ (J/mol.K)

Komponen	A	B	C	D	E
C ₂ H ₄ O ₂	34.85	3.76E-02	2.83E-04	-3.08E-07	9.26E-11
C ₂ H ₂	19.36	1.15E-01	-1.24E-04	7.24E-06	-1.66E-11
C ₄ H ₆ O ₂	27.664	2.34E-01	6.21E-05	-1.70E-07	5.79E-11
H ₂ O	33.933	-8.42E-03	2.99E-05	-1.78E-08	3.69E-12
H ₂	25.399	2.02E-02	-3.85E-05	3.19E-08	-8.76E-12
CO	29.556	-6.58E-03	2.01E-05	-1.22E-08	2.26E-12
N ₂	29.342	-3.54E-03	1.01E-05	-4.31E-09	2.59E-13

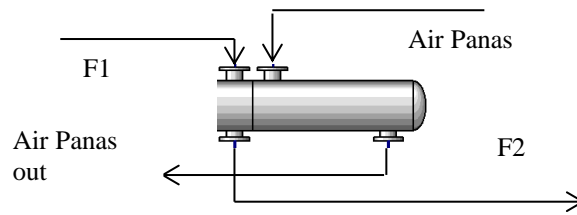
Sumber: (Yaws,1999)

4.2 Hasil Perhitungan Neraca Energi

Perhitungan neraca energi dilakukan untuk keadaan proses sudah mencapai keadaan *steady state*. Laju alir panas dihitung untuk setiap 1 jam.

4.2.1 Perhitungan Neraca Energi Heat Exchanger (Heater-101)

Heat Exchanger (Heater-101) berfungsi untuk menaikkan suhu bahan baku asam asetat (CH₃COOH) sebelum direaksikan ke dalam reaktor. Contoh sketsa dari alat tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.



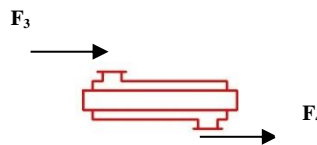
Gambar 4.1 Sketsa *Heat Exchanger* (Heater-101)

Tabel 4.3 Neraca Energi Total *Heat Exchanger* dari perhitungan Lampiran B

Komponen	Qmasuk (kJ/jam)	Qkeluar (kJ/jam)
	F2	F4
C ₂ H ₂	318671	8738031
H ₂	76	1033
N ₂	76	1063
CO	38	665
Q _{supply}	8865190	-
Q _{loss}	-	443260
Total	9.184.051	9.184.051

4.2.2 Perhitungan Neraca Energi Pada *Vaporizer* (Vap-101)

Vaporizer berfungsi untuk mengubah fasa bahan baku dari *liquid* menjadi *vapour*. Contoh sketsa *Vaporizer* dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Sketsa *Vaporizer* (Vap-101)

Tabel 4.4 Neraca Energi Total *Vaporizer* dari perhitungan Lampiran B

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
	F1	F3
C ₂ H ₄ O ₂	195286	1315879
H ₂ O	197	1280
Qpenguapan	-	4055832
Q _{steam}	7021389	2035079
Total	7216871	7216871

4.2.3 Perhitungan Neraca Energi pada Reaktor PFR (R-201)

Reaktor PFR berfungsi sebagai tempat terjadinya reaksi adisi *Vinyl Acetate*. Adapun contoh sketsa dari reaktor dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Sketsa Reaktor PFR (R-201)

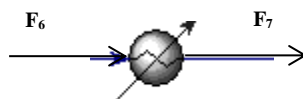
Neraca energi dari *Reactor Fixed Bed Multitube* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Neraca Energi Total Reaktor PFR dari perhitungan Lampiran B

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)
	F3	F4	F5
C ₂ H ₄ O ₂	1395117	-	141247
C ₂ H ₂	1289	-	-76485
H ₂ O	-	8073827	1142
H ₂	-	1097	1142
N ₂	-	1104	573
CO	-	554	2014392
C ₄ H ₆ O ₂	-	-	852773
Q _{reaksi}	567983	-	-
Q _{Steam}	-	-	7028371
Total	10040972		10040972

4.2.4 Perhitungan Neraca Energi *Condensor* (CON-201)

Condensor berfungsi untuk mengubah fasa bahan dari *vapour* menjadi *liquid* dari suhu 255°C menjadi 5°C. Contoh sketsa dari alat *condenser* pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Sketsa *Condensor* (CON-201)

Neraca energi daripada alat *condenser* dapat dilihat pada tabel 4.6.

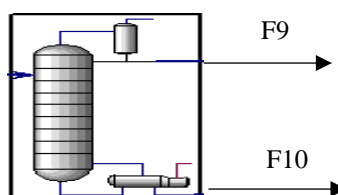
Tabel 4.6 Neraca Energi Total *Condensor* dari perhitungan Lampiran B

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
	F6	F7
C ₂ H ₄ O ₂	239008	37988
H ₂ O	2067	395
C ₂ H ₂	1782981	56192
H ₂	1746	-393055
N ₂	1759	6273

CO	885	1705
C ₄ H ₆ O ₂	3349787	591681
Q _{pengembunan}	4604900	-
Q _{serap}	-	9681953
Total	9983132	9983132

4.2.5 Perhitungan Neraca Energi Pada Distilasi (D-301)

Menara Distilasi berfungsi untuk memurnikan produk *Vinyl Acetate*. Contoh sketsa alat dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Sketsa Distilasi (D-301)

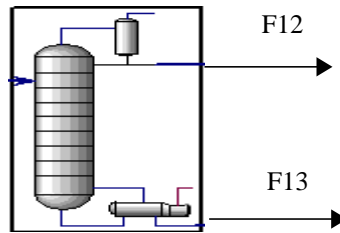
Neraca energi pada alat Distilasi (D-301) dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Neraca Energi Total Distilasi (D-301) dari perhitungan Lampiran B

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	
	F8	F9	F10
C ₂ H ₄ O ₂	48607	-	97018
H ₂ O	520	-	960
H ₂	-498531	645	-
N ₂	7989	855	-
CO	2182	434	-
C ₄ H ₆ O ₂	773089	-40	937206
C ₂ H ₂	68303	-150887	2
Q _{kondensor}	-	1184177	
Q _{reboiler}	1668212	-	
Total	2070370	2070370	

4.2.6 Perhitungan Neraca Energi Distilasi (D-302)

Menara Distilasi berfungsi untuk memurnikan produk *Vinyl Acetate*. Contoh sketsa alat dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Sketsa Distilasi (D-302)

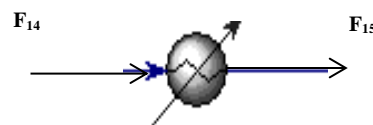
Neraca energi pada alat tersebut dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Neraca Energi Total Distilasi (D-302) dari perhitungan Lampiran B

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	
	F11	F12	F13
C ₂ H ₄ O ₂	97017.59	82	220944
H ₂ O	959.96	422	4
C ₄ H ₆ O ₂	937205.77	588360	-
C ₂ H ₂	1.75	2	-
Qkondensor	-	367918.24	
Qreboiler	142547.65	-	
Total	1177732.72	1177732.72	

4.2.7 Perhitungan Neraca Energi Pada *Condensor* (CON-202)

Condensor berfungsi untuk mengubah fasa bahan dari *vapour* menjadi *liquid* dari suhu 76.28 °C menjadi 30°C. Contoh sketsa alat tersebut dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Sketsa *Condensor* (CON-302)

Neraca energi pada alat ini dapat dilihat pada tabel 4.9.

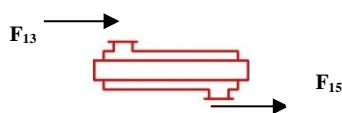
Tabel 4.9 Neraca Energi Total *Condensor* dari perhitungan Lampiran B

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
	F14	F15
C ₂ H ₄ O ₂	88	19
H ₂ O	451	98
C ₄ H ₆ O ₂	629844	92769

C_2H_2	2	0
$Q_{\text{pengembunan}}$	3972706	-
Q_{serap}	-	4510205
Total	4603091	4603091

4.2.8 Perhitungan Neraca Energi Vaporizer Recycle (Vap-102)

Vaporizer berfungsi untuk mengubah fasa bahan baku dari *liquid* menjadi *vapour*. Contoh sketsa alat dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Sketsa Vaporizer Recycle (Vap-102)

Neraca energi alat tersebut dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Neraca Energi Total Vaporizer dari perhitungan Lampiran B

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
	F14	F15
$C_2H_4O_2$	220944	128698
H_2O	4	3
$Q_{\text{penguapan}}$	-	396544
Q_{steam}	428490	124194
Total	649439	649439

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

Peralatan-peralatan yang digunakan sebagai alat proses (*manufacturing*) pada prarancangan pabrik Vinil Asetat ini direncanakan dengan ukuran dan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan. Pemberian kode pada masing-masing alat berdasarkan literatur dan disesuaikan dengan nama alat dan ukuran. Kode dengan huruf menunjukkan kode peralatan dan kode angka masing-masing menunjukkan unit proses pada angka pertama, urutan alat pada angka kedua dan ketiga.

5.1 Tangki Penyimpanan

5.1.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Asam Asetat (T-101)

Spesifikasi alat Tangki Penyimpanan bahan baku asam asetat (T-101) :

Nama	: Tangki penyimpanan bahan baku Asam Asetat
Kode	: T-101
Fungsi	: Menyimpan bahan baku Asam Asetat dalam fase <i>liquid</i> .
Bentuk/Tipe	: Tangki silinder vertikal dengan <i>flat bottoms and head thorispherical</i>
Bahan Konstruksi	: <i>carbon steel SA 283 Grade C</i>
Volume	: 1587,0967 m ³
Tekanan Desain	: 29,87 Psi 2,03 atm
Dimensi	: Tinggi (Ht) = 18,9799 m
	Tebal dinding (t) = 0,015 m
	Diameter Luar (OD) = 10,8578 m
Kondisi Operasi	: Temperatur, T = 35 °C
	Tekanan, P = 1 atm
	Laju alir, W = 7817,6089 kg/jam
Massa Jenis, ρ	= 1048,1952 kg/m ³

Lama Persediaan, t : 7 Hari

Jumlah tangki : 1 unit

5.1.2 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Asetilen (T-102)

Spesifikasi alat tangki penyimpanan bahan baku Asetilen (T-102) :

Nama : Tangki penyimpanan bahan baku asetilen

Kode : T-102

Fungsi : Menyimpan bahan baku asetilen dalam fase gas

Bentuk/Tipe : *Spherical Tank*

Bahan Konstruksi : *carbon steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 221,5363 m³

Tekanan Desain : 234,252 Psi
11,04 atm

Dimensi : Diameter Dalam (ID) = 7,409 m

Tebal dinding (t) = 0,049 m

Diameter Luar (OD) = 7,509 m

Kondisi Operasi : Temperatur, T = 35 °C

Tekanan, P = 10 atm

Laju alir, W = 3389,2740 kg/jam

Massa Jenis, ρ = 1.028 kg/m³

Lama Persediaan, t : 7 Hari

Jumlah tangki : 3 unit

5.1.3 Tangki Penyimpanan Produk Vinyl Acetate (T-301)

Spesifikasi alat penyimpanan produk *Vinyl Acetate* (T-301) :

Nama : Tangki penyimpanan produk vinil asetat

Kode : T-301

Fungsi : Menyimpan produk asam akrilat dalam fase
liquid.

Bentuk/Tipe : Tangki silinder vertikal dengan *flat bottoms and head thorispherical*

Bahan Konstruksi : *carbon steel SA 283 Grade C*

Kapasitas	: 13983,4282 m ³
Tekanan Desain	: 21,40 Psi 1,45 atm
Dimensi	: Tinggi (Ht) = 39,9139 m Tebal dinding (t) = 0,026 m Diameter Luar (OD) = 22,8598 m
Kondisi Operasi	: Temperatur, T = 30 °C Tekanan, P = 1 atm Laju alir, W = 10106,2215kg/jam Massa Jenis, ρ masuk = 145,7021 kg/m ³
Lama Persediaan, t	: 7 Hari
Jumlah tangki	: 1 unit

5.2 Kompresor

5.2.1 Kompresor (K-201)

Spesifikasi alat Kompresor (K-201) :

Nama	: Kompresor
Kode	: K-201
Fungsi	: Menaikkan Tekanan dari keluaran <i>Reactor</i> meunju ke <i>Condensor</i> (C-201), dari 1,4 atm menjadi 10 atm.
Bentuk/Tipe	: <i>Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower</i>
Bahan Konstruksi	: <i>carbon steel SA 283 Grade C</i>
Dimensi	: Efisiensi Kompresor = 75% Daya Blower = 673582,9398 hp Daya Pompa = 122,9680 hp <i>P actual</i> = 163.9574 hp
Kondisi Operasi	: Tekanan Masuk = 1,4 atm Tekanan Keluar = 10 atm Laju alir = 11206,8830 kg/jam Massa Jenis, ρ masuk = 2,9704 kg/m ³
Jumlah	: 1 unit

5.2.2 Kompresor (K-301)

Spesifikasi alat Kompresor (K-301) :

Nama	: Kompresor
Kode	: K-301
Fungsi	: Menaikkan Tekanan Keluaran dari Menara distilasi menuju tangki penyimpana produk, dari 1 atm menjadi 1,1 atm.
Bentuk/Tipe	: <i>Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower</i>
Bahan Konstruksi	: <i>carbon steel SA 283 Grade C</i>
Dimensi	: Efisiensi Kompresor = 75%
	Daya Blower = 7001,9185 hp
	Daya Pompa = 12,0923 hp
	P_{actual} = 16,1231 hp
Kondisi Operasi	: Tekanan Masuk = 1 atm
	Tekanan Keluar = 1,1 atm
	Laju alir = 10106,2215 kg/jam
	Massa Jenis, ρ masuk = 2.9963 kg/m ³
Jumlah	: 1 unit

5.3 Pompa

5.3.1 Pompa (P-101)

Spesifikasi alat Pompa (P-101) :

Nama	: Pompa
Kode	: P-101
Fungsi	: Mengalirkan asam asetat dari tangki (T-101) menuju ke Vaporizer (V-101)
Jumlah pompa	: 2 unit (1 <i>ready</i> 1 <i>stand by</i>)
Bahan Konstruksi	: <i>carbon steel SA 283 Grade C</i>
Tipe/jenis pompa	: <i>Centrifugal Pump</i>

Spesifikasi pompa

Efisiensi pompa	: 75 %
Power pompa	: 7,9981 hp/5,9666 kW

Kondisi Operasi

Suction	: Temperatur, T1 = 3,5°C Tekanan, P1 = 1 atm
Discharge	: Temperatur, T2 = 35,04 °C Tekanan, P2 = 1,5 atm
Nominal pipe size (NPS)	: 3 in
Schedule number (Sch)	: 40
Inside Diameter (ID)	: 2,469 in
Outside Diameter (OD)	: 2,875 in
Densitas	: 1048,1954 kg/m ³

5.3.2 Pompa (P-301)

Spesifikasi alat Pompa (P-301) :

Nama	: Pompa
Kode	: P-301
Fungsi	: Mengalirkan produk dari Menara distilasi pertama (MD-301) menuju Menara distilasi kedua (MD-302)
Jumlah pompa	: 2 unit (1 <i>ready</i> 1 <i>stand by</i>)
Bahan Konstruksi	: <i>carbon steel SA 283 Grade C</i>
Tipe/jenis pompa	: <i>Centrifugal Pump</i>

Spesifikasi pompa

Efisiensi pompa	: 75 %
Power pompa	: 10,9556 hp/8,1729 kW

Kondisi Operasi

Suction	: Temperatur, T1 = 73,95 °C Tekanan, P1 = 1 atm
Discharge	: Temperatur, T2 = 73,95 °C Tekanan, P2 = 1,1 atm
Nominal pipe size (NPS)	: 3 in
Schedule number (Sch)	: 40
Inside Diameter (ID)	: 0,06271 in
Outside Diameter (OD)	: 0,07303 in
Densitas	: 3,2573 kg/m ³

5.4 Heat Exchanger

5.4.1 Heater (E-101)

Spesifikasi alat *Heater* (E-101) :

Nama	: <i>Heater</i>
Kode	: E-101
Fungsi	: Meningkatkan suhu asetilen sebelum masuk reaktor pada suhu 35°C menjadi 170°C
Jumlah unit	: 1 unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-51670</i>
Tipe/jenis HE	: <i>2 – 4 shell and tube heat exchanger</i>

Spesifikasi Shell & Tube

Fluida shell side	: Asetilen
Fluida tube side	: <i>Steam</i>
Length Tube	: 16 ft
ID Shell	: 21 ¼ in
OD Tube	: ¾ in
ID Tube	: 0,62 in
BWG	: 16
Tube Patern	: <i>Square</i>
Jumlah Tube	: 255
Pitch	: 1 in
Baffles spacing	: 18 in
Jumlah <i>Passes</i>	: <i>Shell Side = 2 Passes</i> <i>Tube Side = 4 Passes</i>

Kondisi Operasi

Fluida Panas	: <i>Steam</i>
	: Suhu Masuk, T_1 = 400°C = 752°F
	: Suhu keluar, T_2 = 105°C = 221°F
Fluida Dingin	: Asetilen
	: Suhu masuk, t_1 = 35°C = 95°F
	: Suhu keluar, t_2 = 170°C = 338°F

5.4.2 Vaporizer (V-102)

Spesifikasi alat *Vaporizer* (V-102) :

Nama	: <i>Vaporizer</i>
Kode	: V-102
Fungsi	: Mengubah fasa asam asetat recycle dari liquid menjadi gas sebelum masuk ke reactor
Jumlah unit	: 1 unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-51670</i>
Tipe/jenis HE	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>

Spesifikasi *Double Pipe*

Annulus :

IPS	: 2 in
Sch No. 40	
OD	: 2,38 in
ID	: 2,067 in
<i>Pressure Drops</i>	: 1,46 psi

Inner Pipe :

IPS	: 1,25 in
Sch No. 40	
OD	: 1,66 in
ID	: 1,38 in
<i>Pressure Drops</i>	: 11,42 psi
Jumlah <i>Hairpin</i>	: 4 Buah
Panjang 1 Pipa	: 12 ft

Kondisi Operasi

Fluida Panas	: Air
	: Suhu Masuk, T_1 = 400°C = 752°F
	Suhu keluar, T_2 = 200°C = 392°F
Fluida Dingin	: <i>Acetylene</i>
	: Suhu masuk, t_1 = 131,3°C = 268,34°F
	Suhu keluar, t_2 = 170°C = 338°F

5.4.3 Condenser (C-201)

Spesifikasi alat *Condenser* (C-201) :

Nama	: <i>Condenser</i>
Kode	: C-201
Fungsi	: Mendinginkan Keluaran Reaktor pada suhu 255,4°C menjadi 5°C
Jumlah unit	: 1 unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-51670</i>
Tipe/jenis HE	: <i>2-4 Shell & Tube</i>

Spesifikasi Shell & Tube

Fluida shell side	: <i>Cooling Water</i>
Fluida tube side	: <i>Light Organics</i>
Length Tube	: 16 ft
ID Shell	: 23 ¼ in
OD Tube	: ¾ in
ID Tube	: 0,62 in
BWG	: 16
Tube Patern	: <i>Square</i>
Jumlah Tube	: 256
Pitch	: 1 in
Baffles spacing	: 24,65 in
Jumlah <i>Passes</i>	: <i>Shell Side = 2 Passes</i> <i>Tube Side = 4 Passes</i>

Kondisi Operasi

Fluida Panas	: <i>Light Organics</i>
	: Suhu Masuk, T_1 = 255,4°C = 491,72°F
	: suhu keluar, T_2 = 5°C = 41°F
Fluida Dingin	: <i>Cooling Water</i>
	: Suhu masuk, t_1 = 3°C = 37,4°F
	: Suhu keluar, t_2 = 90°C = 194°F

5.4.4 Condenser (C-301)

Spesifikasi alat *Condenser* (C-301) :

Nama	: <i>Condenser</i>
Kode	: C-301
Fungsi	: Mendinginkan vinyl acetate dari suhu 76,28 °C menjadi 30°C
Jumlah unit	: 1 unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-51670</i>
Tipe/jenis HE	: <i>2 – 4 shell and tube heat exchanger</i>

Spesifikasi Shell & Tube

Fluida shell side	: <i>Cooling Water</i>
Fluida tube side	: <i>Light Organics</i>
Length Tube	: 18 ft
ID Shell	: 25 in
OD Tube	: $\frac{3}{4}$ in
ID Tube	: 0,62 in
BWG	: 16
Tube Patern	: <i>Square</i>
Jumlah Tube	: 239
Pitch	: 1 in
Baffles spacing	: 18 in
Jumlah <i>Passes</i>	: <i>Shell Side = 2 Passes</i> <i>Tube Side = 4 Passes</i>

Kondisi Operasi

Fluida Panas	: <i>Light Organics</i>
	: Suhu Masuk, T_1 = 255,4°C = 491,72°F
	: suhu keluar, T_2 = 5°C = 41°F
Fluida Dingin	: <i>Cooling Water</i>
	: Suhu masuk, t_1 = 3°C = 37,4°F
	: Suhu keluar, t_2 = 90°C = 194°F

5.5 Menara Distilasi

5.5.1 Menara Distilasi (MD-301)

Spesifikasi alat Menara Distilasi (MD-301) :

Nama	: Menara Distilasi
Kode	: MD-101
Fungsi	: Memisahkan antara produk dengan asetilen
Jumlah unit	: 1 unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Tipe/jenis HE	: <i>Sieve Tray</i>

Spesifikasi Menara Distilasi

Diameter Tray	: 1,5 m
Diameter Lubang (dh)	: 0,005 m
<i>Hole Pitch</i>	: 0,01325 m
Jumlah <i>Hole</i>	: 2.052
<i>Tray Spacing</i>	: 0,55 m
<i>Tray Thickness</i>	: 0,003 m
Panjang <i>Weir</i>	: 1,2 m
Tinggi <i>Weir</i>	: 0,012 m
Jumlah <i>Tray</i>	: 10 buah
Tinggi Menara	: 8,71 m 28,59 ft
Tekanan <i>Design</i>	: 17,6351 Psia
Volume Cairan	: 0,05 m ³
Waktu Tinggal	: 5 menit

Kondisi Operasi

Feed Masuk	: Suhu Masuk	= -1,27°C
	: Tekanan Masuk	= 1 atm
Feed Keluar	: Keluaran Atas	
	: Suhu keluar	= -85,61°C
	: Tekanan Keluar	= 1 atm

Keluaran Bawah

Suhu keluar = 73,95°C

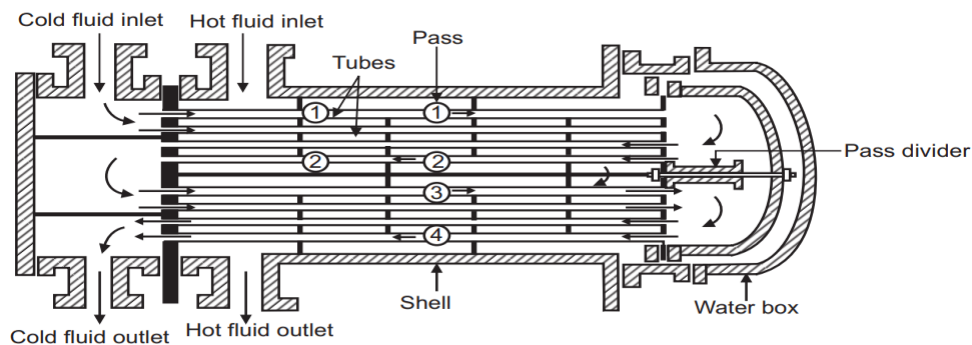
Tekanan Keluar = 1 atm

BAB VI

TUGAS KHUSUS

6.1 Vaporizer (Vap-101) (Tassa Aurora/190140069)

Vaporizer adalah alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengubah temperatur dan fasa suatu jenis fluida. Proses tersebut terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan kalor dari fluida bersuhu tinggi menuju fluida bersuhu rendah. Sebagai alat untuk penukaran panas dari fluida dengan temperatur tinggi ke fluida dengan temperatur rendah, suatu *vaporizer* diharapkan mempunyai efektivitas yang tinggi. Secara teoritis kenaikan kecepatan aliran akan menaikkan efektivitas. Namun, hal ini membuat waktu kontak menjadi singkat. Dari hasil penelitian didapat bahwa efektivitas naik seiring dengan kenaikan kecepatan hingga suatu harga tertentu dan kemudian akan turun. Efektivitas *Shell- and-Tube Heat Exchanger* lebih tinggi jika udara panas mengalir dengan kecepatan tinggi (di sisi *tube*) dan udara dingin mengalir dengan kecepatan rendah (di sisi *shell*). Prinsip kerja pada *Shell And Tube Heat Exchanger* dapat dilihat pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Sketsa *Heat exchanger*

Di dalam dunia industri peran dari *vaporizer* sangat penting. Misal dalam industri pembangkit tenaga listrik, *vaporizer* berperan dalam peningkatan efisiensi sistem. Contohnya adalah ekonomizer, yaitu alat penukar kalor yang berfungsi memanaskan *feed water* sebelum masuk ke boiler menggunakan panas dari *exhaust gas* (gas buang). Selain itu *vaporizer* juga merupakan komponen utama dalam sistem mesin pendingin, yaitu berupa *evaporator* dan *condenser*.

Kemampuan untuk menerima panas suatu *heat exchanger* dipengaruhi oleh 3 hal :

1. Koefisien overall perpindahan panas (U)
Menyatakan mudah atau tidaknya panas berpindah dari fluida panas ke fluida dingin dan juga menyatakan aliran panas menyeluruh sebagai gabungan proses konduksi dan konveksi.
2. Luas bidang yang tegak lurus terhadap arah perpindahan panas
3. Selisih temperatur rata-rata logaritmik (ΔT LMTD)

LMTD merupakan perbedaan temperatur yang dipukul rata-rata setiap bagian *vaporizer*. Karena perbedaan temperatur di setiap bagian *vaporizer* tidak sama

6.1.1 Shell and Tube Heat exchanger

Shell and Tube Heat exchanger merupakan salah satu jenis *heat exchanger*. Jika aliran yang terjadi sangat besar, maka digunakan *shell and tube heat exchanger*, dimana *exchanger* ini adalah yang biasa digunakan dalam proses industri. *Exchanger* ini memiliki aliran yang kontinyu. Banyak *tube* yang dipasang secara paralel dan di dalam *tube-tube* ini fluida mengalir. *Tube-tube* ini disusun secara paralel berdekatan satu sama lain di dalam sebuah *shell* dan fluida yang lain mengalir di luar *tube-tube*, tetapi masih dalam *shell*.

Ada dua sisi utama dalam *design* STHE, *Shell Side* dan *Tube Side*. Berdasarkan konstruksinya, STHE dapat dibagi atas beberapa tipe, masing masing tipe diberi kode berdasarkan kombinasi tipe *Front Head*, *Shell*, dan *Rear Head*. Setelah mengetahui karakteristik dari masing masing tipe *shell and tube heat exchanger*, selanjutnya *design* didasarkan atas keperluannya. *Design* yang kompleks biasanya menimbulkan biaya yang lebih mahal dan perawatan yang lebih sulit sehingga biasanya hanya digunakan untuk keperluan yang tidak memungkinkan penggunaan yang lebih simpel. Secara garis besarnya ada dua Tahap *Detail Design* untuk *Shell and Tube Heat Exchanger*, Tahap pertama adalah *Thermal Design* dan selanjutnya diteruskan dengan *Mechanical Design*. *Output* atau hasil yang diperoleh pada *Thermal design* akan menjadi data input untuk *Mechanical design*.

Dari semua tipe *Heat exchanger, shell & tube Heat exchanger* yang paling baik digunakan. hal tersebut dapat dikarenakan:

1. STHE memberikan luas permukaan perpindahan panas yang besar dengan volume yang kecil
2. Memiliki range luas perpindahan panas yang lebar mulai kurang dari 1 meter kuadrat hingga seribuan meter kuadrat dan bahkan lebih
3. Memiliki rancangan *mechanical* yang baik, mampu dioperasikan pada tekanan tinggi
4. Dapat dirancang dengan menggunakan berbagai jenis material
5. Mudah dibersihkan baik dengan *chemical* maupun *mechanical cleaning*
6. Memiliki prosedur *thermal* dan *mechanical design* yang baik.
7. Mudah melakukan penggantian untuk komponen atau bagian-bagian yang cukup mudah rusak seperti gasket dan *tube*.
8. Dalam sistem *shell & tube heat exchanger* besar kecilnya perpindahan panas dalam *Heat exchanger* dipengaruhi oleh:
 - 1). Luas permukaan perpindahan panasnya
 - 2). Proses konduksi (tergantung konduktifitas termal bahan materialnya)
 - 3). Proses konveksinya (tergantung koefisien konveksi , dimana $h = k.Nu/d$)
 - 4). $Nu =$ bilangan Nuselt (tergantung banyak parameter tergantung rumusnya siapa yang dipakai), untuk rumus sederhananya Nu tergantung Bilangan Reynold (Re) dan Bilangan Prandtl (Pr) fluidanya dan konstantanya.
 - 5). Re tergantung kecepatan aliran fluida (u), diameter saluran (d), dan kekentalan fluidanya.

6.1.2 Pemilihan Fluida Yang Dilewatkan Pada *Shell* dan *Tube*

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan aliran fluida dalam *shell side* dan *tube side* untuk *shell and tube exchanger* adalah :

1. Kemampuan untuk dibersihkan (*Cleanability*)

Jika dibandingkan cara membersihkan *Tube* dan *Shell*, maka pembersihan sisi *shell* jauh lebih sulit. Untuk itu fluida yang bersih biasanya dialirkan di sebelah *shell* dan fluida yang kotor melalui *Tube*.

2. Korosi

Masalah korosi atau kebersihan sangat dipengaruhi oleh penggunaan dari paduan logam. Paduan logam tersebut mahal, oleh karena itu fluida dialirkan melalui *Tube* untuk menghemat biaya yang terjadi karena kerusakan *shell*. Jika terjadi kebocoran pada *Tube*, *heat exchanger* masih dapat difungsikan kembali. Hal ini disebabkan karena *Tube* mempunyai ketahanan terhadap korosif, relatif murah dan kekuatan dari small diameter *Tube* melebihi *shell*.

3. Tekanan

Shell yang bertekanan tinggi dan diameter yang besar akan memerlukan dinding yang tebal, hal ini akan memakan biaya yang tidak murah atau mahal. Untuk mengatasi hal itu apabila fluida bertekanan tinggi lebih baik dialirkan melalui *Tube*.

4. Temperatur

Biasanya lebih ekonomis meletakkan fluida dengan temperatur lebih tinggi pada *Tube side*, karena panasnya ditransfer seluruhnya ke arah permukaan luar *Tube* atau ke arah *shell* sehingga akan diserap sepenuhnya oleh fluida yang mengalir di *shell*. Jika fluida dengan temperatur lebih tinggi dialirkan pada *shell side*, maka transfer panas tidak hanya dilakukan ke arah *Tube*, tapi ada kemungkinan transfer panas juga terjadi ke arah luar *shell* (ke lingkungan).

5. Viskositas

Fluida yang *viscous* atau yang mempunyai *low transfer rate* dilewatkan melalui *shell* karena dapat menggunakan *baffle*. Koefisien *heat transfer* yang lebih tinggi dapat diperoleh dengan menempatkan fluida yang lebih *viscous* pada *shell side* sebagai hasil dari peningkatan turbulensi akibat aliran *crossflow* (terutama karena pengaruh *baffles*). Biasanya fluida dengan viskositas > 2 cSt dialirkan di *shell side* untuk mengurangi luas permukaan perpindahan panas yang diminta. Koefisien perpindahan panas yang lebih tinggi terdapat pada *shell side*, karena aliran turbulen akan terjadi melintang melalui sisi luar *tube* dan *baffle*.

6.1.3 Bagian – bagian Shell and Tube Heat exchanger

Secara keseluruhan komponen utama penyusun *shell and tube heat exchanger* adalah:

1. *Shell*

Biasanya berbentuk silinder yang berisi *tube bundle* sekaligus sebagai wadah mengalirnya zat.

2. *Head stationer*

Head stationer merupakan salah satu bagian ujung dari penukar panas. Pada bagian ini terdapat saluran masuk fluida yang mengalir ke dalam *tube*.

3. *Head* bagian belakang

Head bagian belakang ini terletak diujung lain dari alat penukar panas

4. *Baffle* (sekat)

Baffle adalah yang digunakan untuk membelokkan atau membagi aliran dari fluida dalam alat penukar panas. Untuk menentukan sekat diperlukan pertimbangan teknis dan operasional.

6.1.4 Keuntungan shell & tube exchanger

Keuntungan dari *shell & tube exchanger* adalah :

1. Memiliki permukaan perpindahan panas persatuan volume yang lebih besar.
2. Mempunyai susunan mekanik yang baik dengan bentuk yang cukup baik untuk operasi bertekanan.
3. Tersedia dalam berbagai bahan konstruksi
4. Prosedur pengopersian lebih mudah
5. Metode perancangan yang lebih baik telah tersedia
6. Pembersihan dapat dilakukan dengan mudah

Adapun rangkuman spesifikasi *Heat exchanger* yang digunakan pada prarancangan pabrik *vinyl acetate* dapat dilihat pada tabel 6.1.

Tabel 6.1 Spesifikasi *Shell dan Tube Heat exchanger* pabrik vinil asetat

Alat	<i>vaporizer</i>
------	------------------

Kode	101	
Fungsi	Untuk menaikkan mengubah fasa bahan baku dengan menaikkan suhu dengan memanfaatkan panas keluaran reaktor.	
Jenis	STHE 4-8	
<i>Shell</i>	IDs	31 in
	ODs	31,26 in
	Baffle Space	23,25 in
	Pt	1,88 in
	Passes	4
	Panjang <i>Shell</i>	192 in
	Tebal <i>shell</i>	0,26213 in
<i>Tube</i>	OD	1,50 in
	ID	1,37 in
	Jenis	16 BWG
	L	192 in
	Nt	160
Volume <i>Heat Exchanger</i>	Volume	2,37353 m ³
<i>Nozzle Tube in</i>	Size of nozzle	3/4 in
	OD	1,313 in
	ID	0,269 in
	Sch. No.	40
<i>Nozzle Shell in</i>	Size of nozzle	1 1/2 in
	OD	1,9 in
	ID	1,61 in
	Sch. No.	40
<i>Nozzle Tube out</i>	Size of nozzle	4 in
	OD	4,5 in
	ID	4026 in
	Sch. No.	40
<i>Nozzle Shell out</i>	Size of nozzle	0,8 in
	OD	1,313 in
	ID	0,493in
	Sch. No.	40
Diameter gasket	N (gasket minimum)	0,060 in
	G (gasket rata-rata)	31 in
Menghitung Berat Vaporizer		
Berat Shell	V <i>Shell</i>	2,835 ft ³
	Berat <i>Shell</i>	108.8885,65 kg
Berat Tube	V Tube	0,03106 ft ³
	Berat Tube	24.351 kg
Berat <i>Baffle</i>	L Penampang tube	1,9624 ft ²
	L Tube <i>Sheet</i>	5,2265 ft ²
	L <i>Baffle Cut</i>	1,3066 ft ²
	Berat <i>Baffle</i>	2.505.885,16 kg

Total Berat Head	bd	3,379 ft
	V head atas	645,875 ft ³
	V head bawah	1.290,83 ft ³
	Berat head atas	316.470,20 lb
	Berat head bawah	632.507,68 lb
	Total berat head	948.977,88 lb
WS	12.272.108,95 lb	5.566.530 kg
Volume	144.841,920 in ³	2,37353 m ³
Laju Alir Volumetrik	7,45955 m ³ h	
Waktu tinggal (t)	0,00008838 jam	0,3181 detik
Berat Total	40.490,49 kg	
Perhitungan Berat Beban	bo	0,0302 in
	Wm2	91,3113 lb
	Hp	324,6539 lb
	H	16.694,41 lb
	Wm1	17.019,07 lb
<i>Minimum Bolting area</i>	Am1	0,5149 in ²
	Root Area	0,5510 in
	Bs	3.000
	Jumlah baut minimum	25 buah
	BC	34,322 in
	Flange OD	35,385 in
	Ab actual	13,775 in
	Nmin	0,331 in
Perhitungan Moment		
<i>Bolting Up Condition</i>	W	111.614,48 lb
	hG	1,63 in
	Ma	1182.048,64 lb.in
Untuk kondisi saat beroperasi	H _D	16.912,09 lb
	h _D	15,858 in
	M _D	268.203,17 lb.in
	H _G	324,653 lb
	M _G	529,51 lb.in
	H _T	16.576,97 lb
	h _T	7,1138 in
	M _T	117.925,37 lb.in
M _o	120.317,41 lb.in	
Tebal <i>Flange</i>	2 in	
	K	1,1318
	t	1,827 in

6.2 Reaktor *Fixed Bed Multitube* (R-100) (Melati Zaldia P.T/190140129)

Reaktor adalah suatu alat proses yang merupakan tempat terjadinya suatu

reaksi berlangsung, baik itu reaksi kimia atau nuklir namun bukan secara fisika. Reaktor kimia adalah segala tempat terjadinya reaksi kimia baik dalam ukuran kecil seperti tabung reaksi sampai ukuran yang besar seperti reaktor skala industri. Salah satu reaktor yang mekanismenya cukup sederhana dibandingkan dengan reaktor-reaktor yang digunakan pada industri kimia adalah reaktor alir pipa. Reaktor tipe ini termasuk jenis reaktor kimia khusus, yaitu *fixed bed multitube reactor* yang mana terdiri dari lebih dari satu pipa yang berisi tumpukan katalis dan dioperasikan secara vertikal.

Reaktor jenis ini biasanya digunakan untuk reaktan dalam fasa gas. Reaksi kimia terjadi di sepanjang pipa, jadi semakin panjang pipa maka konversinya juga akan semakin tinggi. Reaktor ini memiliki karakteristik dalam mekanisme reaksi yang pada umumnya seperti:

1. Dapat digunakan untuk mereaksikan dua gas sekaligus.
2. Kapasitas produksi yang cukup tinggi.
3. Pemakaiannya tidak terbatas pada kondisi reaksi tertentu (eksotermis dan endotermis) sehingga pemakaian lebih *flexible*.
4. Aliran fluida mendekati *plug flow*, sehingga dapat diperoleh hasil konversi yang tinggi.
5. Reaktan berdifusi ke permukaan katalis serta reaksi terjadi pada permukaan katalis.
6. *Pressure drop* rendah

6.2.1 Prinsip Kerja Alat

Reaktor *fixed bed multitube* merupakan reaktor dimana gas bereaksi dengan cara melewati *tube* (pipa) dengan kecepatan tinggi. Reaktor *fixed bed multitube* pada hakikatnya hampir sama dengan pipa dan relatif cukup mudah dalam perancangannya. Produk secara selektif ditarik dari reaktor sehingga keseimbangan dalam reaktor secara kontiniu bergeser membentuk lebih banyak produk. Dalam reaktor *fixed bed multitube*, satu atau lebih reaktan dipompakan kedalam suatu pipa. Beberapa hal penting dalam reaktor alir pipa adalah:

1. Perhitungan dalam reaktor *fixed bed multitube* mengasumsikan tidak teradinya pencampuran dan reaktan bergerak secara aksial bukan radial.
2. Katalisator dapat dimasukkan melalui titik yang berbeda dari titik masukan dimana katalisator ini diharapkan dapat mengoptimalkan reaksi dan terjadi penghematan.
3. Umumnya reaktor *fixed bed multitube* memiliki konversi yang lebih besar dibandingkan dengan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dalam volume yang sama, artinya dengan waktu tinggal yang sama reaktor alir pipa memberikan hasil yang lebih besar dibandingkan RATB.

Reaktor *fixed bed multitube* pada perancangan ini berfungsi untuk mengubah asetilen dan asam asetat menjadi vinyl asetat. Adapun langkah yang dilakukan dalam, perancangan reaktor adalah:

1. Menentukan kondisi operasi.
2. Melakukan perhitungan Neraca Massa.
3. Menghitung densitas, laju alir volumetrik serta kinetika reaksi.
4. Menghitung waktu tinggal serta volume reaktor.
5. Menghitung dimensi reaktor (diameter reaktor, tinggi reaktor, tebal *shell*, tebal *head*, tinggi *head*, serta tinggi dan berat keseluruhan).

6.2.2 Pemilihan Jenis Reaktor

Dipilih tipe reaktor *fixed bed multitube* dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Reaksi yang berlangsung adalah fase gas dengan katalis padat.
2. Kapasitas produksi cukup tinggi.
3. Dapat digunakan untuk mereaksikan dua macam gas sekaligus.
4. Tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor.
5. Kemampuan reaktor untuk menyediakan luas permukaan untuk perpindahan panas cukup besar.
6. *Pressure drop* rendah yaitu 0,025 psi.
7. Umur katalis panjang yaitu 1-2 tahun.
8. Pengendalian suhu relatif mudah karena dipakai tipe *multitube*

6.2.2.1 Menentukan Jenis Reaktor

Dipilih tipe *reactor fixed bed multitube* dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Reaksi yang berlangsung adalah fase gas dengan katalis padat.
2. Kapasitas produksi cukup tinggi.
3. Dapat digunakan untuk mereaksikan dua macam gas sekaligus.
4. Tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor
5. Kemampuan reaktor untuk menyediakan luas permukaan untuk perpindahan panas cukup besar.
6. *Pressure drop* rendah yaitu 0,025 psi.
7. Umur katalis panjang yaitu 1-2 tahun.
8. Pengendalian suhu relatif mudah karena dipakai tipe *multitube*

6.2.2.2 Menentukan Bahan Konstruksi Reaktor

Bahan konstruksi yang digunakan adalah *Stainless steel SA 167 grade 11 type 316* dengan pertimbangan:

1. Tahan terhadap korosi, faktor korosi (C) = 0,025 in/tahun
2. Mempunyai *allowable stress* yang cukup tinggi yaitu 12.650 psi
3. Bisa digunakan pada temperatur diatas 300°C
4. Tipe pengelasan yaitu *Double Welded Bult Joint* (E = 0,80)

6.2.2.3 Reaktor *Fixed Bed Mutitube*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi adisi asetilen dengan asam asetat menjadi vinyl asetat

Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Fase : Gas

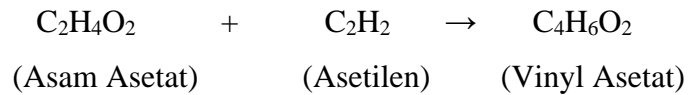
Kondisi Operasi : Suhu = 170 °C
Tekanan = 1,5 atm

Katalisator : *Zink Acetate*

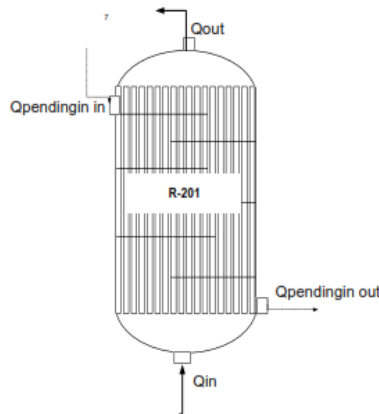
Jenis Reaksi : Eksotermis

Konversi : 90%

Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah:



Adapun gambar reaktor *fixed bed multitube* yang mereaksikan asam asetat dengan asetilen menjadi vinyl asetat dapat dilihat pada gambar 6.2



Gambar 6.2 Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Adapun rangkuman spesifikasi reaktor yang digunakan pada prarancangan pabrik vinyl asetat dengan proses adisi dari asetilen dan asam asetat dapat dilihat ada tabel 6.2.

Tabel 6.2 Spesifikasi pada reaktor

Fungsi	Tempat berlangsungnya reaksi adisi asetilen dan asam asetat menjadi vinyl asetat	
Kode	R-100	
Alasan pemilihan	a. Reaksi yang berlangsung merupakan reaksi dalam fasa gas. b. Reaksi bersifat eksotermis	
Jenis	Reaktor <i>fixed bed multitube</i>	
Kondisi Operasi	Tekanan	: 1.5 atm
	Temperatur	: 170°C
Dimensi Tube	Diameter luar pipa (ODt)	: 1,71 in
	Diameter dalam pipa (IDt)	: 1,38 in
	Jumlah tube	: 568 buah
	Jenis pitch	: <i>Triangular pitch</i>

Dimensi Reaktor	Diameter luar <i>shell</i> Diameter dalam <i>shell</i> Tinggi <i>shell</i> Tipe <i>Head</i> Tebal <i>head</i> Jarak <i>baffle</i> Jumlah <i>baffle</i> Waktu tinggal reaktor Jumlah	: 40,54 in : 39,92 in : 7,3152 m = 287,99 in : <i>Torispherical flanged and dished head</i> : 0,3148 in : 11,97 in : 24 buah : 3.2635 detik : 1
Nozzle umpan	Ukuran pipa nominal OD pipa Ketebalan <i>nozzle flange</i> (n) Diameter lubang (DR) <i>Length offside</i> (L) Lebar pelat penguat (W) Jarak, cangkang ke <i>flange</i> menghadap keluar (J) Jarak, cangkang ke <i>flange</i> menghadap kedalam (K) <i>Regular, type H</i> <i>Low, type C</i>	: 8 in : 8.6250 in : 0.5 in : 8.75 in : 20.25 in : 25 in : 8 in : 6 in : 13 : 10.1250 in
Nozzle produk	Ukuran pipa nominal: OD pipa Ketebalan <i>nozzle flange</i> (n) Diameter lubang (DR) <i>Length offside</i> (L) Lebar pelat penguat (W) Jarak, cangkang ke <i>flange</i> menghadap keluar (J) Jarak, cangkang ke <i>flange</i> menghadap kedalam (K) <i>Regular, type H</i> <i>Low, type C</i>	: 8 in : 8.6250 in : 0.5 in : 8.75 in : 20.25 in : 25 in : 8 in : 6 in : 13 : 10.1250 in

Nozzle pemanas masuk	Ukuran pipa nominal	: 3 in
	OD pipa	: 3.50 in
	Ketebalan <i>nozzle flange</i>	: 0.30 in
	(n)	: 3.625 in
	Diameter lubang (DR)	: 10 in
	<i>Length offside</i> (L)	: 12.625 in
	Lebar pelat penguat (W)	
	Jarak, cangkang ke <i>flange</i> menghadap keluar (J)	: 6 in
	Jarak, cangkang ke <i>flange</i> menghadap kedalam (K)	: 6 in
	<i>Regular, type H</i>	: 8
<i>Low, type C</i>	: 5 in	
Rancangan Alat	Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA 167 grade 11 type 316</i>
	Posisi Alat	: Vertikal
Katalis	Jenis	: $ZnC_4H_6O_4$
	Bentuk	: pellet
	Diameter katalis	: 2.88 mm = 0,113 in
	ρ Bulk	: 600 kg/m ³

Selain dari beberapa spesifikasi diatas maka didapat :

1. Volume reaktor : 11,20 m³
2. Berat Shell : 1.453,47 kg
3. Berat *Head* dan *Bottom* : 2.564,96 kg
4. Berat *Tube* : 18,5 kg
5. Berat *Nozzle* umpan : 17,68 kg
6. Berat *Nozzle* produk : 17,68 kg
7. Berat *Nozzle* pendingin : 4,5 kg
8. Berat material : 16,6 kg
9. Berat katalis : 1.538 kg
10. Berat pendingin : 699 kg

Jadi, total berat Reaktor yang akan dirancang adalah sebesar 6.349 kg dan tinggi menara reaktor 7,8144 m. Dari hasil perhitungan, menara yang didapat cukup tinggi sehingga perlu dicek pengaruh angin dan gempa terhadap ketebalan *shell* dan tinggi menara. Maka dari itu untuk desain penyangga yang digunakan dan paling

aman untuk menjaga *vertical vessel* adalah penyangga jenis *skirt* dengan tinggi 3 m dan tebal 6 inch.

6.3 Menara Distilasi (MD-302) (Wan Rafly/190140063)

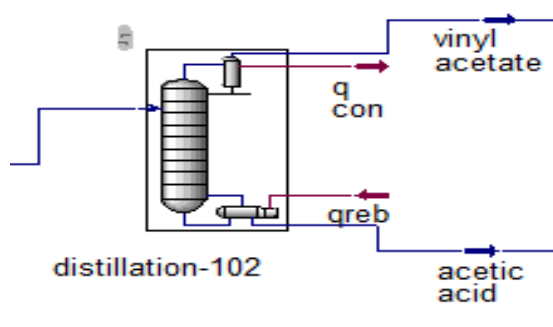
Menara distilasi adalah struktur tegak berupa kolom yang digunakan dalam proses pemisahan komponen cairan. Fungsinya utama adalah memanfaatkan perbedaan titik didih antara berbagai komponen untuk memurnikan atau memisahkan campuran menjadi fraksi-fraksi yang berbeda. berikut adalah spesifikasi alat Menara destilasi yang telah dirancang pada Lampiran D :

Nama alat : Distilasi

Kode alat : MD-302

Fungsi : Untuk memisahkan *Vinyl acetate* dari campuran yang masih terkandung didalamnya

Tipe : *Plate Tower* (Menara Distilasi dengan *sieve tray*)



Gambar 6.3 Skema Aliran Menara Distilasi (MD-302)

Keterangan gambar:

F12 : Umpan Masuk

Vinil Asetat : Hasil Atas

Asam asetat : Hasil Bawah

Distilasi adalah suatu proses pemisahan suatu campuran bahan kimia berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam distilasi, campuran zat dididihkan sehingga menguap dan uap kemudian dikondensasi kedalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Metode ini merupakan termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan

menguap pada titik didihnya. Model ideal distilasi didasarkan pada Hukum Raoult dan Hukum Dalton (Van, 1967).

Prinsip kerja distilasi yaitu kolom distilasi merupakan bejana tegak yang berdiri pada *skirt* dan pondasi beton. *Feed* dialirkan ke dalam kolom distilasi yang memiliki *plate* yang tersusun secara seri. Pada operasi normal uap bergerak ke atas melalui lubang-lubang *tray* yang terdispersi oleh *liquid* yang mengalir di atasnya. Akibat adanya kontak tersebut sejumlah liquid diuapkan, kemudian sebagai produk (distilat) dan sebagian dikembalikan ke dalam kolom distilasi sebagai *reflux*. Hasil bawah akan dikeluarkan sebagai *bottom* produk.

Pengoperasian distilasi yaitu campuran *liquid* yang akan diproses dikenal sebagai *feed* dan diumpankan pada bagian tengah kolom pada sebuah *tray* yang dikenal sebagai *feedtray*. *Feed tray* dibagi menjadi kolom atas (*enriching or rectification*) dan kolom bawah (*stripping*). *Feed* mengalir ke bawah kolom dikumpulkan pada bagian bawah *reboiler*. Panas disuplay ke *reboiler* untuk menghasilkan uap. Sumber panas dapat berasal dari fluida, tetapi kebanyakan juga digunakan *steam*. Pada penguapan, sumber panas didapat dari aliran keluar dari kolom lain. Uap yang terbentuk pada *reboiler* diumpankan kembali pada bagian *bottom*. *Liquid* yang keluar dari *reboiler* dikenal sebagai produk *bottom*.

Aliran uap bergerak ke atas kolom, didinginkan oleh kondensor. *Liquid* yang dikondensasi ditampung pada *vessel* yang dikenal sebagai *reflux drum*. Sebagian *liquid* direcycle kembali ke *top* yang dikenal *reflux*. *Liquid* yang terkondensasi dikeluarkan dari sistem dikenal sebagai destilat atau produk *top*.

6.3.1 Penentuan Tipe Kolom Distilasi

Perancangan pabrik Aseton menara Distilasi yang dipilih adalah jenis *sieve Tray* dengan mempertimbangan beberapa spesifikasi termasuk diameter kolom lebih dari 3 ft (0,91 m) (Walas, 1990). Sedangkan jenis *tray* yang digunakan adalah *sieve tray* dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. *Pressure drop* rendah (0,005 atm) dan efisiensi tinggi,
2. Lebih ringan, dan murah karena pembuatannya lebih mudah,
3. Biaya Perawatan murah karena mudah dibersihkan. (Coulson, 1983)

6.3.2 Penentuan Bahan Kontruksi

Bahan kontruksi yang dipilih adalah jenis *carbon steel* dengan beberapa pertimbangan yaitu:

1. Mempunyai *allowable stress* yang besar,
2. Struktur yang kuat,
3. Tahan terhadap korosifitas tinggi.

6.3.3 Tahapan Perancangan Pada Kolom Distilasi

Adapun tujuan dilakukannya perhitungan untuk mengetahui spesifikasi Kolom Distilasi (MD-302), Meliputi:

1. Kondisi Operasi,
2. Beban Kondensor (CD-001) dan Reboiler (RB-001),
3. Spesifikasi *Shell* (diameter, tinggi, dan tebal) beserta *head* menara,
4. Spesifikasi *plate*,
5. Cek kondisi aliran (flooding dan weeping),
6. Isolasi (ketebalan),
7. Spesifikasi alat penunjang menara distilasi.

6.3.4 Klasifikasi Kolom Distilasi

Distilasi berdasarkan prosesnya terbagi menjadi dua, sebagai berikut:

1. Distilasi Kontinyu
2. Distilasi *Batch*

Berdasarkan basis tekanan operasinya terbagi menjadi tiga yaitu :

1. Distilasi atmosferis (0,4-5,5 atm mutlak)
2. Distilasi vakum (≤ 300 mmHg pada bagian atas kolom)
3. Distilasi tekanan (≥ 80 psia pada bagian atas kolom)

Berdasarkan komponen penyusunnya :

1. Distilasi sistem biner
2. Distilasi sistem multi komponen

Berdasarkan sistem operasinya terbagi dua, sebagai berikut :

1. *Single-stage Distillation*
2. *Multi-stage Distillation*

6.3.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Operasi Kolom Distilasi

Kinerja kolom distilasi ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya :

1. Kondisi *Feed* (q)

Keadaan campuran dan komposisi *feed* (q) mempengaruhi garis operasi dan jumlah *stage* dalam pemisahan dan mempengaruhi lokasi *feed tray*.

2. Kondisi Refluks

Pemisahan semakin baik jika sedikit *tray* yang digunakan untuk mendapatkan tingkat pemisahan. *Tray* minimum dibutuhkan dibawah kondisi total refluks, yakni tidak ada penarikan distilat. Sebaiknya *reflux* berkurang, garis operasi untuk seksi rektifikasi bergerak terhadap garis kesetimbangan.

3. Kondisi Aliran Uap

Kondisi aliran uap yang merugikan dapat menyebabkan :

1) *Foaming*

Mengacu pada ekspansi *liquid* melewati uap atau gas. Walaupun menghasilkan kontak antar fasa *liquid*-uap yang tinggi, *Foaming* berlebihan sering mengarah pada terbentuknya *liquid* pada *tray*.

2) *Entrainment*

Mengacu pada *liquid* yang terbawa uap menuju *tray* di atasnya dan disebabkan laju alir uap yang tinggi menyebabkan efisiensi *tray* berkurang. Bahan yang sukar menguap terbawa menuju *plate* yang menahan *liquid* dengan bahan yang mudah menguap dapat mengganggu kemurnian distilat. *Entrainment* berlebihan dapat menyebabkan flooding.

3) *Weeping/Dumping*

Fenomena ini disebabkan aliran uap yang rendah. Tekanan yang dihasilkan uap tidak cukup untuk menahan *liquid* pada *tray*. Karena itu *liquid* mulai merembes melalui perforasi.

4) *Flooding*

Terjadi karena aliran uap berlebih menyebabkan *liquid* terjebak pada uap di atas kolom. Peningkatan tekanan dari uap berlebih menyebabkan kenaikan *liquid* yang tertahan pada *plate* di atasnya. *Flooding* ditandai dengan adanya penurunan tekanan diferensial dalam kolom dan penurunan yang signifikan pada efisiensi pemisahan.

Jumlah *tray* aktual yang diperlukan untuk pemisahan khusus ditentukan oleh efisiensi *plate* dan *packing*. Semua faktor yang menyebabkan penurunan efisiensi *tray* juga akan mengubah kinerja kolom. Efisiensi *tray* dipengaruhi oleh *fooling*, korosi dan laju dimana ini terjadi bergantung pada sifat *liquid* yang diproses. Material yang sesuai harus dipakai dalam pembuatan *tray*.

Kebanyakan kolom distilasi terbuka terhadap lingkungan atmosfer. Walaupun banyak kolom diselubungi, perubahan kondisi cuaca tetap dapat mempengaruhi operasi kolom. Reboiler harus diukur secara tetap untuk memastikan bahwa dihasilkan uap yang cukup selama musim dingin dan dapat dimatikan selama musim panas.

6.3.6 Dasar Peralatan Distilasi dan Pengoperasiannya

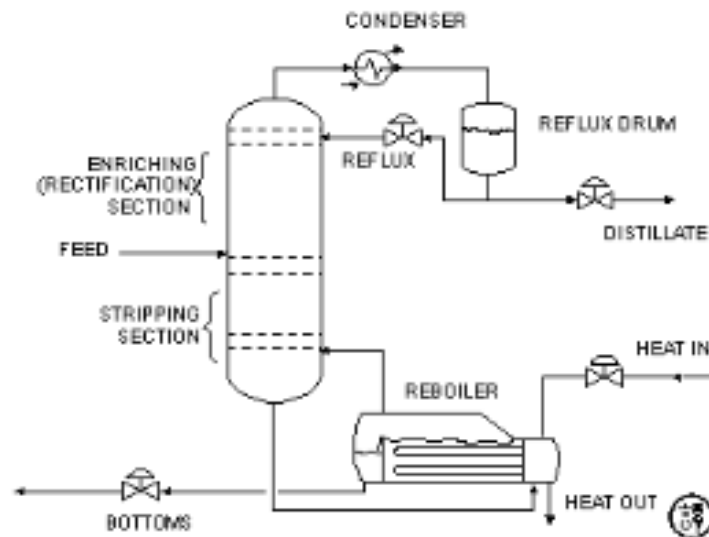
Distilasi adalah proses pemisahan komponen cairan berdasarkan perbedaan titik didih mereka. Dalam pengoperasian distilasi, peralatan yang digunakan memiliki peran penting dalam mencapai pemisahan yang efisien.

Berikut penjelasan komponen dan pengoperasian alat Distilasi :

1. Komponen Utama Kolom Distilasi

Sistem distilasi umumnya mengandung beberapa komponen utama yaitu :

- 1) *Shell* vertikal dimana pemisahan komponen *liquid* terjadi, terdapat pada bagian dalam kolom (*internal column*) seperti *tray* atau *plate* dan *packing* yang digunakan untuk meningkatkan derajat pemisahan komponen.
- 2) Sebuah Reboiler untuk menyediakan penguapan yang cukup pada proses distilasi.
- 3) Kondenser untuk mendinginkan dan mengkondensasikan uap yang keluar dari atas kolom.
- 4) *Reflux drum* untuk menampung uap yang terkondensasi dari *top* kolom sehingga *liquid (reflux)* dapat di *recycle* kembali ke kolom.

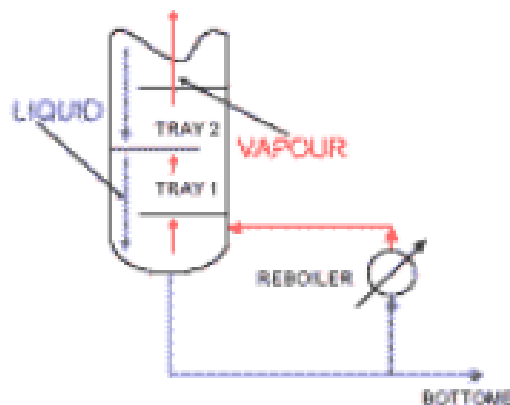


Gambar 6.4 Skema Distilasi yang Sederhana

Rumah shell vertikal bagian dalam kolom beserta Kondenser dan Reboiler membentuk sebuah kolom distilasi. Gambaran unit distilasi dengan satu *feed* dan dua aliran produk adalah sebagai berikut:

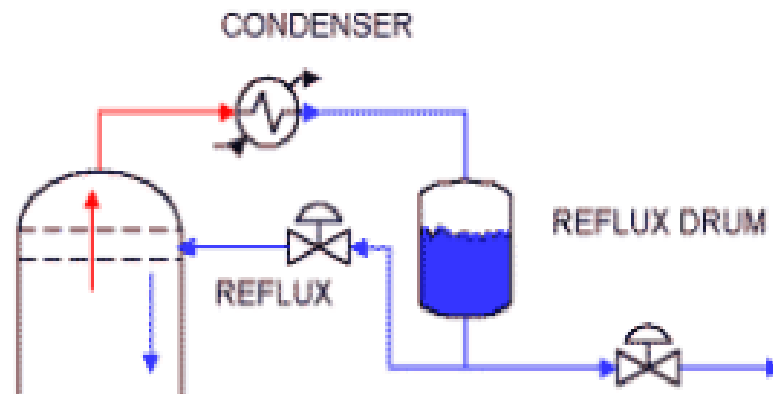
2. Pengoperasian Distilasi

Campuran liquid yang akan diproses dikenal sebagai *feed* dan di input pada bagian tengah kolom pada sebuah *tray* yang dikenal sebagai *feed tray*. *Feed tray* dibagi menjadi kolom atas (*enriching or rectification*) dan kolom bottom (*stripping*). *Feed* mengalir ke bawah kolom dikumpulkan pada bagian bawah reboiler dapat dilihat pada gambar 6.5.



Gambar 6.5 Sketsa *Bottom* Distilasi

Panas di suplai ke reboiler untuk menghasilkan uap. Sumber panas dapat berasal dari fluida, tetapi kebanyakan juga digunakan steam. Pada penguapan, sumber panas di dapat dari aliran keluar dari kolom lain. Uap terbentuk pada reboiler di input kembali pada bagian bottom. Liquid dikeluarkan dari reboiler dikenal sebagai produk bottom dapat dilihat pada gambar 6.7.



Gambar 6.6 Sektsa *Top* Distilasi

Spesifikasi alat Menara Distilasi (MD-302) yang dirancang pada Lampiran D dapat dilihat pada tabel 6.3.

Tabel 6.3 Spesifikasi Distilasi Pada Prarancangan *Vinyl Acetate*

Fungsi	Untuk memisahkan Vinil asetat dari campuran yang masih terkandung didalamnya	
Kode	MD-302	
Jenis	<i>Sieve Tray</i>	
Kondisi Operasi	Kolom Bagian Atas: Suhu : 72,74°C Tekanan : 1 atm Kolom Bagian Bawah: Suhu : 131,88°C Tekanan : 1,5 atm	
Dimensi	<i>Tray spacing</i>	0,55 m
	Diameter menara, Dc	1,48 m
	Tinggi weir	0,05 m
	<i>Tray thickness</i>	0,005 m

	Panjang weir	1,13 m
	Tinggi total menara	9,82 m
	Jumlah tray	14 plate (tanpa reboiler)
	Tinggi skirt	2,46 m
	Ketebalan skirt	0,0003 m
Rancangan Alat	Bahan konstruksi	Carbon Steel SA-285 Grade C

BAB VII

UTILITAS

Utilitas merupakan unit penunjang utama dalam memperlancar jalannya proses produksi. Oleh karena itu, segala sarana dan prasarannya harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik. Unit Utilitas yang terdapat pada pabrik pembuatan Vinyl Asetat diantaranya:

1. Kebutuhan uap (*steam*)
2. Kebutuhan air
3. Kebutuhan bahan kimia
4. Kebutuhan listrik
5. Kebutuhan bahan bakar
6. Unit pengolahan limbah

7.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water System*)

Air sangat dibutuhkan untuk bias menjalankan sebuah pabrik, baik dari segi kebutuhan untuk proses maupun kebutuhan domestik. Kebutuhan air pada pabrik pembuatan vinyl asetat dapat dilihat sebagai berikut.

7.1.1 Kebutuhan Air Proses

Kebutuhan air proses meliputi kebutuhan air pendingin dan air umpan ketel uap. Unit ini berfungsi menyediakan pendingin yang akan digunakan sebagai media pendingin. Kebutuhan pendingin yang digunakan pada pabrik Vinyl Asetat ini dapat dilihat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Kebutuhan Air Pendingin di Pabrik Vinyl Asetat

Nama Alat	Jumlah air (kg/jam)
Condensor 1 (CON-101)	3.983,63
Condensor 2 (CON-102)	1.856
Condenser Distilasi 1 (D-101)	712,93
Condenser Distilasi 2 (D-102)	2.819,88
Reaktor PFR (R-100)	7.381,86
Jumlah	17.204,0353

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan air pendingin} &= 17.204,0353 \text{ kg/jam} \\ \text{Make up air pendingin 20\%} &= 20\% \times 17.204,0353 \text{ kg/jam} \\ &= 3.440,8071 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel 7. 2 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Nama Alat	Kebutuhan <i>Steam</i> (kg/jam)
Heater (E-101)	4.256,1014
Vaporizer (Vap-102)	2.806,5412
Vaporizer <i>Recycle</i> (Vap-103)	153,7792
Reboiler Distilasi 1 (D-101)	4.957,1350
Reboiler Distilasi 2 (D-102)	1.058,0441
Jumlah	13.231,6009

$$\begin{aligned} \text{Make up 10\%} &= 10\% \times 13.231,6009 \text{ kg/jam} \\ &= 1.323,1601 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan steam} &= \text{Make up 10\%} + \text{total kebutuhan steam} \\ &= 1.323,1601 \text{ kg/jam} + 13.231,6009 \\ &= 14.554,7610 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Air pembangkit *steam* adalah 1,2 kali kebutuhan *steam* sebenarnya sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Kondensat} &= 1,2 \times 14.554,7610 \text{ kg/jam} \\ &= 17.465,9522 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Asumsi bahwa *boiler* hanya dapat *merecovery* 80% sehingga *make up water*

$$\begin{aligned} \text{Make up} &= 80\% \times 14.554,7610 \text{ kg/jam} \\ &= 2.910,9522 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

7.2 Kebutuhan Air

Dalam proses produksi, air memegang peranan penting, baik untuk kebutuhan proses maupun kebutuhan domestik. Kebutuhan air pada pabrik pembuatan Vinyl Asetat adalah sebagai berikut :

7.2 1 Air Domestik

Air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi juga merupakan air tawar. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan dan taman. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa

syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia dan syarat bakteriologis.

1. Syarat fisik

- 1) Suhu dibawah suhu udara luar
- 2) Warna jernih
- 3) Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau
- 4) Tidak berbusa
- 5) pH netral

2. Syarat kimia

- 1) Tidak mengandung zat organik maupun anorganik seperti Pb, As, Cr, Cd.
- 2) Tidak mengandung zar-zat kimia beracun

3. Syarat bakteriologis

- 1) Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang *pathogen*.

7.2 2 Perhitungan Kebutuhan Air Domestik

Berikut beberapa kebutuhan air domestik :

1) Air untuk perkantoran

Menurut Metcalf et al. (1991) kebutuhan air domestic untuk tiap orang/*shift* adalah 40-100 liter/hari.

Diambil 60 liter/hari = 2,5 kg/jam

Jumlah Karyawan = 243 Orang

Total Kebutuhan = 2,5 kg/jam x 243 = 607 kg/jam

2) Air untuk laboratorium

Kebutuhan air untuk laboratorium adalah 1000-1800 ltr/jam (Metcalf dan Eddy, 1991).

Maka diambil 1800 ltr/hari = 75,0 kg/jam

3) Kebutuhan air kantin dan tempat ibadah

Kebutuhan air untuk kantin dan rumah ibadah adlah 40-120 liter/hari (Metcalf dan Eddy, 1991).

Diambil 120 L/hari = 5 kg/jam

Pengunjung rata-rata = 150 orang

Total Kebutuhan Air = 5 kg/jam x 150 orang
= 750 kg/jam

4) Kebutuhan air poliklinik

Kebutuhan air untuk poliklinik adalah 400-600 L/hari (Metcalf dan Eddy, 1991). Maka diambil 600 L/hari = 25 kg/jam

5) Air untuk perumahan

Perumahan karyawan pabrik sebanyak 200 rumah, masing-masing dihuni sekitar 5 orang dan kebutuhan air untuk perumahan diperkirakan sebesar 100 ltr/hari tiap 1 orang.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air untuk perumahan} &= 200 \times 5 \times 100 \\ &= 100.000 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Maka, kebutuhan air untuk perumahan} = 4.166,67 \text{ kg/jam}$$

6) Air pemadam kebakaran

$$\text{Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran} = 2.000 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Over design 10\%} &= 10\% \times 2000 \text{ kg/jam} \\ &= 200 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total air pemadam kebakaran} &= 2000 \text{ kg/jam} + 200 \text{ kg/jam} \\ &= 2.200 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Sehingga total untuk keperluan umum adalah = 7.724 kg/jam

$$\text{Over design 20\%} = 1.544 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Total keperluan umum} &= (7.724 \text{ kg/jam} + 1.544 \text{ kg/jam}) \\ &= 9.269,00 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Dari data-data jumlah air diatas maka jumlah total kebutuhan air pada pabrik vinyl asetat yang harus disediakan oleh unit penyedia air dapat dilihat pada tabel 7.3.

Tabel 7. 3 Kebutuhan Air Pabrik

No	Jenis Kebutuhan air	Jumlah (Kg/jam)
1	Air Pendingin	3.440,8071
2	Air Pembangkit <i>Steam</i>	2.910,9622
3	Air Keperluan Umum	9.269,00
	Total	15.620,7593

7.3 Kebutuhan Reagent

Adapun kebutuhan reagent yang digunakan dalam unit *water treatment plant utility* sebagai berikut.

Total kebutuhan air = 15.620,75 kg/jam

Larutan Alumina = $(50 \times 10^{-6}) \times 15.620,75$ kg/jam

= 0,7810 kg/jam

Perbandingan alumina dan soda abu adalah 1 : 0,54 sehingga,

= $0,54 \times 0,7810$ kg/jam

= 0,4217 kg/jam

Untuk penggunaan 2 ppm kaporit (Alaerts, 1984) maka,

1. Kebutuhan air yang memerlukan proses klorinasi adalah 9.269,00 kg/jam
2. Kaporit yang digunakan mengandung klorin sebesar 70%
3. Kebutuhan klorin 2 ppm
4. Total kebutuhan kaporit (Ca (ClO₂))

$$= \frac{(2 \text{ ppm} / 1000) \times 9.269,00 \text{ kg/jam}}{70\% \times 10} = 0,0264 \text{ kg/jam}$$

7.4 Pengolahan Air

Untuk menjamin kelangsungan penyediaan air, maka dilokasi pengambilan air dibangun fasilitas penampungan air (*water intake*) yang juga merupakan tempat pengolahan awal air sungai. Pengolahan ini meliputi penyaringan sampah dan kotoran yang terbawa bersama air. Selanjutnya air dipompakan kelokasi pabrik untuk diolah dan digunakan sesuai dengan keperluannya. Pengolahan air dipabrik terdiri dari beberapa tahap.

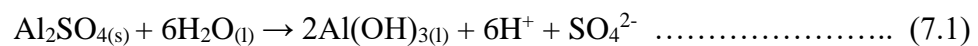
1. Pengendapan (Sedimentasi)

Pengendapan merupakan tahap awal dari pengolahan air. Pada *screening*, partikel-partikel padat yang besar akan tersaring tanpa bantuan bahan kimia. Sedangkan partikel-partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan selanjutnya. Diameter padat dalam air berkisar antara 10^{-4} m (Alaerts, 1984). Untuk membunuh kuman-kuman dalam air dilakukan proses klorinasi yaitu dengan mereaksikan air dengan klor. Klor yang digunakan biasanya berupa kaporit (Ca(ClO)₂).

2. Klarifikasi (Koagulasi dan Flokulasi)

Klarifikasi merupakan proses penghilangan kekeruhan didalam air. Air dari proses pengendapan dialirkan ke bak *Clarifier* (CL-101). *Clarifier* berfungsi

sebagai tempat pengolahan air tahap pertama yaitu proses penjernihan air untuk menghilangkan zat padat dalam bentuk suspensi yang dapat menyebabkan kekeruhan (*turbidity* sekitar 20 ppm) terhadap air dengan jalan netralisasi, sedimentasi, koagulasi, dan filtrasi. Al dan larutan soda abu Na_2CO_3 . Larutan alum berfungsi sebagai koagulan utama dan soda abu sebagai koagulan tambahan yang berfungsi sebagai bahan pembantu untuk mempercepat pengendapan dan penetralan pH. Setelah pencampuran yang disertai pengadukan maka akan terbentuk flok-flok yang akan mengendap ke dasar *clarifier* karena gaya gravitasi, sedangkan air jernih akan keluar melimpah (*overflow*) yang selanjutnya akan masuk kepenyaring pasir (SF-101) untuk penyaringan. Reaksi yang terjadi seperti pada persamaan:



Pemakaian larutan alum umumnya hingga 50 ppm terhadap jumlah air yang akan diolah, sedangkan perbandingan pemakaian alum dan soda abu adalah 1:0,54 (Baron, 1982).

Pemakaian larutan alum umumnya hingga 50 ppm terhadap jumlah air yang akan diolah.

Kebutuhan air = 15.620,7593 kg/jam

Pemakaian larutan alum = 50 ppm

Pemakaian larutan soda abu = $0,54 \times 50 = 27$ ppm

Larutan alum dibutuhkan = $15.620,75 \times 10^{-6} \times 50 = 0,7810$ kg/jam

Larutan soda abu dibutuhkan = $15.620,75 \times 10^{-6} \times 27 = 0,4217$ kg/jam

3. Filtrasi

Filtrasi berfungsi untuk memisahkan flok dan koagulan yang masih terikat dengan air. Komponen utama dari saringan pasir adalah pasir yang ukuran berbeda-beda. Pasir ukuran yang besar pada bagian atas, sedangkan yang lebih kecil pada bawah. Saringan pasir bekerja secara kontinyu, jika kotoran-kotoran mengumpul atau lumpur yang sudah terlalu tebal di saringan, maka akan dilakukan *backwash* secara berkala. Penyaring pasir (*sand filter*) yang digunakan terdiri dari 3 lapisan yaitu:

1) Lapisan I terdiri dari pasir hijau (*green sand*) setinggi 24 in = 60,96 cm.

- 2) Lapisan II terdiri dari anterakit setinggi 12,5 in = 31,75 cm
- 3) Lapisan III terdiri dari batu kerikil (*gravel*) setinggi 7 in = 17,78 cm

Bagian bawah alat penyaring dilengkapi dengan *strainer* sebagai panahan. Selama pemakaian data saring *sand filter* akan menurun. Untuk ini diperlakukan regenerasi secara berkala dengan cara pencucian ulang (*back washing*). Dari *sand filter*, air dipompakan kemenera sebelum didistribusikan untuk berbagai kebutuhan. Untuk air proses, masih diperlakukan pengolahan lebih lanjut, yaitu proses demineralisasi dari deaerasi. Untuk air domestik, laboratorium, kantin, dan tempat ibadah serta poliklinik, dilakukan proses klorinasi yaitu mereaksikan air dengan klor untuk membunuh kuman-kuman dalam air.

Klor yang digunakan biasanya berupa kaporit $\text{Ca}(\text{ClO})_2$. Khusus untuk air minum, setelah dilakukan proses klorinasi diteruskan ke penyaring air (*water treatment system*) sehingga air yang keluar merupakan air sehat yang memenuhi syarat-syarat air minum tanpa harus dimasak terlebih dahulu. Air dari *sand filter* ini dibagi menjadi 3 yaitu air domestik, *make up cooling water*, serta air umpan boiler yang nantinya akan diproses kembali pada *demin plant* untuk menghasilkan air yang bebas mineral yang akan digunakan sebagai air umpan boiler.

Total kebutuhan air yang memerlukan proses klorinasi = 9.269,00 kg/jam

Kaporit yang digunakan mengandung klorin 70%

Kebutuhan klorin = 2 ppm dari berat air

Total kebutuhan kaporit = $(2 \cdot 10^{-6} \times 9.269,00 \text{ kg/jam}) / 0,7 = 0,027348 \text{ kg/jam}$

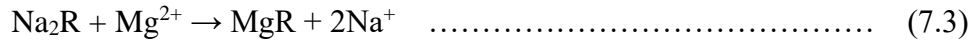
4. Demineralisasi

Air yang nantinya digunakan sebagai umpan boiler harus terbebas dari garam-garam terlarut. Unit ini berfungsi untuk membebaskan air dari unsur-unsur silika, sulfat, klorida dan karbonat dengan menggunakan resin, unit ini terdiri dari:

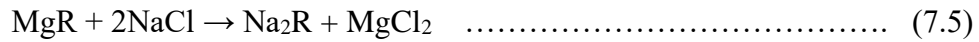
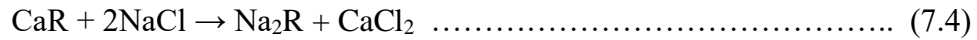
- 1) Penukar Kation (*cation exchanger*)

Penukar kation (CA-101) berfungsi untuk mengikat logam-logam alkali dan mengurangi kesadahan air yang digunakan. Proses yang terjadi adalah pertukaran antara kation Ca, Mg dan kation lain yang terlarut dalam air dengan kation dari resin. Resin yang digunakan bermerek *Daulite C-20*. Reaksi yang terjadi seperti:





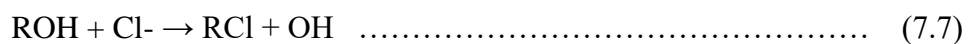
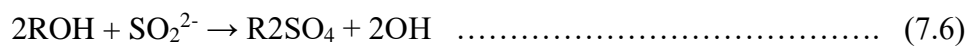
Untuk regenerasi dipakai NaCl berlebih pada persamaan:



2) Penukar Anion (*Anion Exchanger*)

Penukar anion (AE-101) berfungsi untuk menukar anion yang terdapat dalam air dengan ion hidroksida dan resin. Resin yang digunakan bermerk *Dower*

Reaksi yang terjadi seperti:



Untuk regenerasi dipakai larutan NaOH terlihat pada persamaan:



Perhitungan Kesadahan Kation

Air sungai Brantas mengandung kation Cd^{2+} , NO_3 , Cr^{2+} , P^{3+} , Zn^{2+} , SO_4 , Pb^{2+} , minyak lemak, surfaktan anion, masing-masing 0,002 mg/L, 0,2 mg/L, 0,01 mg/L, 0,1 mg/L, 0,008 mg/L, 0,04 mg/L, 0,004 mg/L, 0,2 mg/L, 0,003 mg/L.

$$\begin{aligned} \text{Total kesadahan kation} &= (0,002 + 0,2 + 0,01 + 0,1 + 0,008 + 0,04 + 0,004 \\ &\quad + 0,2 + 0,003) \text{ mg/L} \\ &= 0,567 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air yang diolah} &= 15.620,7593 \text{ kg/jam} \\ &= 4.144,4399 \text{ gal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kesadahan air} &= 0,03288 \text{ gram/gal} \times 4.144,4399 \text{ gal/jam} \\ &= 136,269 \text{ gram/jam} \\ &= 0,1362 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Volume resin yang diperlukan

$$\text{Total kesadahan air} = 0,1362 \text{ kg/jam}$$

Dari Tabel 12.2, *The Nalco Water Hand Book*, 1992; diperoleh :

$$\text{Kapasitas resin} = 20 \text{ kg/ft}^3$$

$$\text{Kebutuhan regenerant} = 6 \text{ lb H}_2\text{SO}_4/\text{ft}^3 \text{ resin}$$

$$\text{Kebutuhan resin} = \frac{0,1362 \text{ kg/jam}}{20 \text{ kg/ft}^3}$$

$$= 0,0068 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume resin} = 0,0068 \text{ ft}^3$$

$$\text{Waktu regenerasi} = \frac{0,0068 \text{ ft}^3 \times 20 \text{ kg/ft}^3}{0,1362 \text{ kg/jam}}$$

$$= 1 \text{ jam}$$

$$\text{Kebutuhan regenerant H}_2\text{SO}_4 = 0,1362 \text{ ft}^3/\text{hari} \times \frac{6 \text{ lb/ft}^3}{20 \text{ kg/ft}^3}$$

$$= 0,0408 \text{ kg/jam}$$

Perhitungan Kesadahan Anion

Air sungai mengandung anion F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Cn⁻ masing-masing 0,001 mg/L, 60 mg/L, 0,028 mg/L, 0,55 mg/L, 16 mg/L dan 0,001 mg/L.

$$\text{Total kesadahan anion} = (0,001 + 60 + 0,028 + 0,55 + 16 + 0,001)$$

$$= 76,113 \text{ mg/L}$$

$$= 4,4146 \text{ gram/gal}$$

$$\text{Jumlah air diolah} = 9.269,00 \text{ kg/jam}$$

$$= 2.459 \text{ gal/jam}$$

$$\text{Kesadahan air} = 4,4146 \text{ gram/gal} \times 2.459 \text{ gal/jam}$$

$$= 10.855,50 \text{ gram/jam} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gram}}$$

$$= 10.8555 \text{ kg/jam}$$

Volume resin yang diperlukan

$$\text{Total kesadahan air} = 10.8555 \text{ kg/hari}$$

Dari Tabel 12.2, *The Nalco Water Hand Book*, 1992 diperoleh:

$$1) \text{ Kapasitas resin} = 12 \text{ kg/ft}$$

$$2) \text{ Kebutuhan regenerant} = 5 \text{ lb NaOH/ft}^3 \text{ resin}$$

$$3) \text{ Kebutuhan resin} = \frac{10.8555 \text{ kg/jam}}{12 \text{ kg/ft}^3}$$

$$= 0,9047 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$4) \text{ Volume resin} = 0,9047 \text{ ft}^3$$

$$5) \text{ Waktu regenerasi} = \frac{0,9047 \text{ ft}^3 \times 12 \text{ kg/ft}^3}{10,8555 \text{ kg/jam}}$$

$$= 1 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 6) \text{ Kebutuhan } \textit{regenerant} \text{ NaOH} &= 10.8555 \text{ kg/jam} \times \frac{5 \text{ lb/ft}^3}{12 \text{ kg/ft}^3} \\
 &= 4.5235 \text{ lb/jam} \times \frac{1 \text{ kg}}{2,205 \text{ lb}} \\
 &= 2,0514 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

5. Daerator

Daerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan boiler. Pada deaerator dipanaskan hingga supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O₂ dan CO dapat dihilangkan, sebab gas-gas tersebut menyebabkan korosi. Pemanasan digunakan dengan menggunakan koil pemanas dalam deaerator.

7.5 Pengelolahan *Steam*

Bahan baku pembuatan steam adalah air umpan boiler, steam yang dibutuhkan dalam proses. Zat – zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat merusakkan boiler adalah:

1. Kadar zat terlarut (*soluable matter*) yang tinggi.
2. Zat padat terlarut (*suspended solid*)
3. Garam – garam kalsium dan magnesium
4. Zat organik (*organic matter*)
5. Silika, sulfat asam bebas dan oksida.

Syarat – syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler:

- 1) Tidak boleh berbuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya *solid matter*, *suspended matter* dan kebasaaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa:

- (1) Kesulitan pembacaan tinggi *liquid* dalam boiler
- (2) Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya *solid – solid* yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

- 1) Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler dapat menyebabkan:

- (1) Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- (2) Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu – waktu , sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapatkan tekanan yang kuat.
- (3) Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

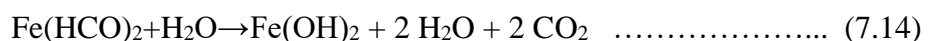
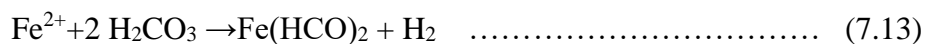
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik , serta gas – gas H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:



Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO_2 , karena pemanasan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat, asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam karbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk CO_2 kembali, reaksi yang terjadi:



7.6 Kebutuhan Bahan Kimia

Berikut beberapa kebutuhan bahan kimia yang diperlukan untuk unit utiitas :

1. Alumina Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Berfungsi untuk membentuk gumpalan dari partikel yang tersuspensi dalam air. Bila alum dikontakkan dengan air maka akan terjadi hidrolisa yang menghasilkan alumunium hidroksida ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan asam sulfat. Reaksi yang terjadi adalah:



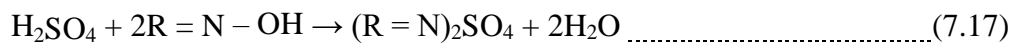
2. Kaustik Soda (NaOH)

Kaustik soda berfungsi untuk menetralkan asam akibat reaksi pada proses sebelumnya. Konsentrasi *caustic soda* yang ditambahkan bergantung pada keasaman larutan pH diharapkan antara 6 - 8. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



3. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Berfungsi untuk menyerap atau mengikat ion-ion negatif yang terdapat dalam air yang keluar dari demineraliser. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



4. Kaporit ($\text{Ca}(\text{Cl})_2$)

Kaporit berfungsi untuk mensterilkan air dengan membunuh kuman, bakteri dan virus alam air. Reaksi yang terjadi adalah:



7.7 Kebutuhan Listrik

Pada prarancangan pabrik vinyl asetat kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari PLTA dan generator sebagai cadangan. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan:

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

Generator yang digunakan adalah jenis generator AC (*Alternating Current*), 3 *phase* yang mempunyai keuntungan :

1. Tenaga listrik stabil dengan
2. Memiliki daya kerja yang lebih besar
3. Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit
4. Motor 3 *phase* harga relatif lebih murah dan sederhana

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi :

1. Listrik untuk keperluan proses dan pengolahan air (utilitas)
2. Listrik untuk penerangan dan AC.

3. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi.

Kebutuhan listrik unit proses, utilitas dan penunjang dapat dilihat pada Tabel 7.4, Tabel 7.5, dan Tabel 7.6.

Tabel 7.4 Kebutuhan Listrik Pada Unit Proses

Nama Alat	Kebutuhan Daya Listrik (Hp)
Kompresor (K-101)	122,968
Kompresor (K-102)	12,0923
Pompa (P-101)	7,98
Pompa (P-102)	0,1464
Total	91,7948

Tabel 7.5 Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas

No	Alat	Kebutuhan Daya (hp)
1.	Pompa Air Sungai (P-101)	2,9225
2.	Pompa Menuju <i>Clarifier</i> (P-102)	2,9225
3.	Pompa Pelarut Alum (P-103)	$5,77091 \times 10^{-5}$
4.	Pompa Pelarut Soda Abu (P-104)	$3,10809 \times 10^{-5}$
5.	Pompa Masuk Sand Filter (P-105)	2,9225
6.	Pompa Tangki Air Utama (P-106)	2,9225
7.	Pompa Masuk <i>Cation Exchanger</i> (P-107)	0,05352
8.	Pompa Pelarut H ₂ SO ₄ (P-108)	$9,88563 \times 10^{-6}$
9.	Pompa Masuk Anion <i>Exchanger</i> (P-109)	0,05352
11.	Pompa Masuk Penampungan Air Sementara (P-111)	3,2280
12.	Pompa Masuk Dearator (P-112)	2,8522
13.	Pompa Keluar Dearator (P-113)	2,4819
14.	Pompa Masuk <i>Water Cooling Tower</i> (P-114)	0,388
15.	Pompa Keluar <i>Water Cooling Tower</i> (P-115)	0,3881
16.	Pompa Pelarut Kaporit (P-116)	$3,6542 \times 10^{-5}$
17.	Pompa Keluar Tangki Penampungan Air Domestik (P-117)	0,15023
18.	Pompa limbah ke bak penampungan (P-201)	0,09785
19.	Pompa menuju ke bak penetralisasi (P-202)	0,09785
20.	Pompa menuju bak pengendapan (P-203)	0,09785
21.	Pompa menuju tangki sedimentasi akhir (P-204)	0,09785
22.	Pompa <i>recycle</i> bak aerasi (P-205)	0,09785
	Total	205,1459

Tabel 7.6 Kebutuhan Listrik Pada Unit Penunjang

Nama Alat	Kebutuhan Daya Listrik (Hp)
Ruang kontrol dan laboratorium	30
Penerangan dan kantor	30
Bengkel	40
Perumahan	100
Pengolahan limbah	30
Total	230

Tabel 7.7 Total Kebutuhan Listrik

Kebutuhan	kW
Listrik untuk keperluan proses dan Utilitas	284,9958
Listrik untuk penerangan	294,0308
Listrik untuk AC	12
Listrik untuk instrumentasi	10
Total	601,0267

Generator yang digunakan sebagai sumber energy listrik mempunyai efisiensi 80% sehingga generator yang disiapkan harus mempunyai *output* sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Output Generator} &= 610,4289 \text{ kW} / 0,8 \\ &= 763,0362 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dipilih menggunakan generator dengan daya 1000 kW dengan efisiensi 80%, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 198,9732 kW

7.8 Kebutuhan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk ketel uap dan pembangkit tenaga listrik (generator). Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar industri yang diperoleh dari PT. Pertamina dan untuk generator yang digunakan dengan tipe *Caterpillar Generator* DE 200 GC dari PT. Trankindo. Perhitungan kebutuhan bahan bakar sebagai berikut :

1. Nilai bakar solar = 19860 Btu/lbm
2. ρ bahan bakar solar = 0,89 lb/liter
3. Kebutuhan listrik = 601,0267 kW
4. *Output* generator = 601,0267 kW / 0,8
= 751,2833 kW
5. Daya generator = 751,2833 kW x 0,9478 Btu x 3600
= 2.563.439,00 Btu/jam

Sehingga jumlah bahan bakar yang dibutuhkan generator yaitu:

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Bahan bakar} &= (2.563.439,00 \text{ Btu/jam}/19.86 \text{ Btu/lb}) \\
 &= 58,5873 \text{ lb/jam} \\
 &= 65,8284 \text{ ltr/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan bahan bakar untuk Boiler

$$\begin{aligned}
 7. \text{ Uap yang dihasilkan boiler} &= 2.910,9522 \text{ kg/jam} \\
 8. \text{ Panas laten } \textit{saturated steam} \text{ (250}^\circ\text{C)} &= 1.235,87 \text{ kJ/kg (Reklaitis, 1983)} \\
 9. \text{ Steam yang dibutuhkan} &= 2.910,9522 \text{ kg/jam} \times 1.235,87 \text{ kJ/kg} \\
 &= 3.597.558,50 \text{ kJ/jam} \\
 10. \text{ Effieisiensi} &= 80\% \\
 11. \text{ Panas yang harus disuplai} &= (3.597.558,50 \text{ kJ/jam})/0,8 \\
 &= 4.496.948,12 \text{ kJ/jam} \\
 &= 4.263.106,82 \text{ Btu/jam}
 \end{aligned}$$

Digunakan batubara jenis lignit sebagai bahan bakar pada boiler dengan nilai kalor 7000 Btu/lb.

$$\begin{aligned}
 12. \text{ Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan} &= (4.263.106,82 \text{ Btu/jam}) / 7000 \text{ Btu/lb} \\
 &= 609,0152 \text{ lb/jam} \\
 &= 276,49 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

7.9 Unit Pengolahan Limbah

Limbah dari suatu pabrik harus diolah sebelum dibuang ke badan air atau atmosfer, karena limbah tersebut mengandung bermacam zat yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia itu sendiri. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mengolah limbahnya sebelum di buang ke alam.

Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mempunyai unit pengolahan limbah. Berdasarkan peraturan pemerintah nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menerangkan bahwa pengelolaan kualitas air dilakukan untuk menjamin kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya agar tetap dalam kondisi alamiahnya. Selain itu, pengendalian pencemaran air dilakukan untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air melalui upaya pencegahan dan penanggulangannya.

Limbah yang dihasilkan dari pabrik vinyl asetat sebagai berikut.

1. Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik vinyl asetat antara lain adalah limbah asetilen keluaran dari TEE-101 *recycle*, hasil penyucian peralatan, limbah domestik dan limbah laboratorium yang akan dikumpulkan menjadi satu lalu diproses sebelum dibuang ke lingkungan.

1) Limbah proses

Limbah proses berupa senyawa asetilen keluaran dari TEE-101 *recycle* dan senyawa organik yaitu kondensat bekas yang tidak dapat digunakan kembali limbah akibat zat-zat yang terbuang, bocor, ataupun tumpah, dan air sisa.

2) Limbah cair hasil pencucian peralatan pabrik

Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran-kotoran yang melekat pada peralatan pabrik. Contohnya limbah resin atau penukar ion pada kation dan *anion exchanger* di utilitas.

3) Limbah domestik dan kantor

Limbah ini mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat atau cair. Limbah ini termasuk juga di dalamnya limbah B3 seperti kaporit, baterai bekas, lampu neon, serta produk pembersih dan kosmetik berbahaya.

4) Limbah Laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium ini mengandung bahan – bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang digunakan dan mutu produk yang dihasilkan, serta yang digunakan untuk penelitian dan pengembangan proses. Limbah laboratorium juga termasuk limbah B3 karena buangan bahan-bahan kimia seperti H_2SO_4 , NaOH dan bahan kimia laboratorium yang tidak lagi diperlukan.

5) Limbah Minyak

Limbah yang berasal dari minyak bekas, pelumas dan bahan bakar lainnya yang terkontaminasi oleh zat berbahaya. Contohnya seperti minyak sisa dari domestik dan sisa bahan bakar dari proses dan utilitas. Dalam hal ini, limbah B3 yang dihasilkan tidak diolah sendiri melainkan diolah oleh pihak

ketiga pengolahan limbah cair B3.

Adapun langkah-langkah proses *waste water treatment* adalah sebagai berikut.

1) *Screening*

Dimana limbah sebelum masuk bak penampungan pertama harus dipisahkan dari sampah-sampah yang berat dan besar, seperti sampah plastik, kayu ranting dan sebagainya, sehingga tidak membebani pada proses selanjutnya.

2) Bak penampungan

Limbah utama dimana pada bak penampungan ini air limbah dikumpulkan dan diendapkan untuk berapa saat agar lumpur-lumpur tertinggal pada bak penampungan ini sebelum masuk pada *clarifier*.

3) Bak Netralisasi

Netralisasi ini untuk menghilangkan aciditas atau alkalinitas dikarenakan bakteri dapat hidup pada pH 6,5-8. Limbah cair kandungan asamnya terlalu tinggi maka akan dinetralkan dengan NaOH dan sebaliknya bila pH limbah cairnya basa maka akan dinetralkan menggunakan H₂SO₄.

4) *Clarifier*

Clarifier adalah system untuk melakukan proses netralisasi dan proses sedimentasi dengan metode flokulasi dan koagulasi, fungsi dari clarifier ialah mengurangi kandungan TSS (total suspended solid) dalam air. Dengan menggunakan clarifier ini akan dapat menghasilkan air dengan tingkat kejernihan dan turbiditas yang baik. Koagulasi adalah proses destabilisasi partikel koloid dengan cara penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan, koloid mempunyai ukuran tertentu sehingga gaya tarik menarik antar partikel lebih kecil daripada gaya tolak menolak akibat muatan listrik pada koloid tersebut. Pada kondisi stabil ini, tidak terjadi. Dengan adanya proses koagulasi ini terjadi destabilitas sehingga partikel koloid ini membentuk flok-flok yang banyak dan memperbesar dengan pengadukan sehingga flok tersebut akan jatuh atau bergerak menuju inti bumi dikarenakan gaya gravitasi (sedimentasi).

5) Bak penampungan ke dua

Pada bak penampungan ini menambahkan oksigen (aerasi), aerasi merupakan salah satu proses dari transfer oksigen dari fasa gas ke fasa cair dan memiliki

fungsi untuk memberikan asupan pada mikroorganisme agar dapat dengan mudah menguraikan senyawa organik.

6) Bak Pengendapan Akhir

Yang mana pada bak ini menampung atau tempat uji kelayakan apakah limbah tersebut layak dibuang ke lingkungan atau tidak, dengan mengikuti peraturan pemerintah no. 68 tahun 2016 tentang baku mutu limbah domestik sebagai berikut.

- 1) pH (tingkat keasaman)
- 2) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)
- 3) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

2. Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan berasal dari limbah domestik dan katalis yang sudah habis massa aktifnya. Penanganannya adalah dengan mengemas katalis non aktif tersebut sedemikian rupa sehingga terhindar dari kebocoran dan kemudian dibuang pada tempat pembuangan akhir bahan-bahan berbahaya. Limbah padat juga dihasilkan dari residu pengolahan limbah cair (*waste water treatment plant*) yang sebagian besar komposisi penyusunnya adalah limbah padat organik dari *refinery* atau pemurnian air. Limbah ini tergolong B3 dan tidak diolah sendiri melainkan oleh pihak ketiga industri pengolahan limbah padat B3.

3. Limbah Gas

Limbah gas buangan dari proses dikeluarkan dari *purging* bahan baku yang berfase gas. Hal ini tidak memerlukan penanganan khusus karena tidak berbahaya.

4. Limbah B3

Pengolahan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) penting dilakukan agar limbah tersebut tidak menimbulkan dampak negative bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Di banyak negara, termasuk Indonesia, terdapat peraturan dan regulasi yang mengatur pengolahan limbah B3. Di Indonesia, ada beberapa peraturan terkait pengolahan limbah B3 adalah :

- 1) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup bahwa "Setiap orang yang memasukkan ke dalam wilayah Negara Kesatuan republik Indonesia, menghasilkan, mengangkut,

mengedarkan, menyimpan, memanfaatkan, membuang, mengolah, dan atau menimbun B3 wajib melakukan pengelolaan B3"

- 2) Peraturan Pemerintah No.74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun
- 3) Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2008 tentang Tata Cara Pemberian Simbol dan Label Bahan Berbahaya dan Beracun.
- 4) Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 2010 tentang Penggunaan Sistem Elektronik Registrasi Bahan Berbahaya dan Beracun dalam kerangka *Indonesia National Single Window* di Kementerian Lingkungan Hidup.

Adapun pengelompokan limbah B3 berdasarkan sifatnya-sifatnya:

- 1) Bahan Kimia Berbahaya

Limbah B3 ini mencakup Limbah B3 jenis ini mencakup bahan-bahan kimia yang berpotensi merusak lingkungan atau menyebabkan bahaya kesehatan. Contohnya bahan pelarut organik, asam, logam berat, bahan radioaktif, dan bahan kimia lain yang dapat mencemari air, tanah, atau udara.

- 2) Bahan Infeksius atau Berbahaya Biologis

Limbah B3 ini meliputi bahan-bahan biologis yang berpotensi mengandung patogen atau zat berbahaya lainnya. Ini termasuk limbah laboratorium, bahan-bahan laboratorium yang terkontaminasi atau yang sudah kadaluarsa. Bahan-bahan laboratorium yang termasuk B3 yaitu H_2SO_4 , NaOH, dll.

- 3) Bahan Mudah Terbakar atau Mudah Meledak

Limbah B3 jenis ini melibatkan bahan yang dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan. Termasuk dalam kategori ini adalah bahan yang mudah terbakar seperti bahan pelarut organik, serta bahan yang memiliki sifat reaktif dan dapat melepaskan gas atau panas secara tiba-tiba. Contohnya yaitu propilen, oksigen dan sisa solar.

- 4) Bahan yang Merusak Ekosistem atau Mengganggu Ekologi

Limbah B3 ini mencakup bahan-bahan yang dapat merusak ekosistem dan mengganggu organisme di dalamnya. Contohnya adalah limbah yang mengandung bahan-bahan beracun yang dapat mencemari tanah, air, dan

mempengaruhi keberlanjutan ekosistem.

Identifikasi Limbah B3 pada pabrik vinyl asetat :

- 1) Mudah terbakar, contohnya, $C_4H_6O_2$, H_2SO_4 , Fuel oil
- 2) Pengoksidasi, contohnya, $NaOH$, $Ca(OCl)_2$
- 3) Mudah meledak, contohnya C_2H_2
- 4) Sangat beracun, contohnya $C_4H_6O_2$, oksigen, katalis zink klorida, H_2SO_4
- 5) Korosif, contohnya $C_2H_4O_2$, oksigen, katalis zink klorida, $Al_2(SO_4)_3$,
 $NaOH$, $Ca(OCl)_2$, H_2SO_4 .

Perhitungan untuk sistem pengolahan limbah :

Diperkirakan jumlah air buangan pabrik :

1. Pencucian peralatan pabrik = 60 liter/jam
2. Limbah domestik dari kantor diperkirakan air buangan tiap orang :
 - Domestik = 15 gal/hari
 - Kantor = 30 gal/hari
 - Jumlah karyawan = 243 orang

$$\text{Jadi, jumlah limbah domestik dan kantor} = 243 (15+30) \frac{\text{gal}}{\text{hari}} \times \frac{1 \text{ liter}}{0,22 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 2.071,0227 \text{ liter/jam}$$

$$3. \text{ Laboratorium} = 15 \text{ liter/jam}$$

$$\text{Total air buangan pabrik} = (60 + 2.071,0227 + 15) \text{ liter/jam}$$

$$= 2.146,02 \text{ liter/hari}$$

$$= 0,0894 \text{ m}^3/\text{jam}$$

7.10 Spesifikasi Peralatan Utilitas

Adapun perincian spesifikasi alat utilitas yang digunakan pada pabrik vinyl asetat dapat dilihat pada poin-poin berikut :

7.12.1 Pompa Air Sungai (P-401)

Fungsi	: Memompa air sungai ke bak penampungan air
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>Standby</i>)
Bahan Konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Laju volumetrik	: 0,6363 ft ³ /s
Daya pompa	: 2,9226 Hp

7.12.2 Bak Penampungan Air (BS-401)

Fungsi	: Menampung air sungai untuk mengendapkan partikel-partikel yang besar tanpa bantuan bahan kimia.
Jenis	: Bak dengan permukaan bentuk persegi
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>Standby</i>)
Bahan Kontruksi	: Beton
Panjang	: 11,8720 m
Lebar	: 5,9360 m
Tinggi	: 5,9360 m

7.12.3 Bak Penampungan Air (BS-402)

Fungsi	: Menampung air sungai dari BS-201 mengendapkan partikel- partikel sisa
Jenis	: Bak dengan permukaan bentuk persegi
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>Standby</i>)
Bahan Kontruksi	: Beton
Panjang	: 11,8720 m
Lebar	: 5,9360 m
Tinggi	: 5,9360 m

7.12.4 Pompa Menuju Clarifier (P-402)

Fungsi	: Memompa air dari bak penampungan air ke <i>clarifer</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>standby</i>)
Bahan kontruksi	: <i>Commercial steel</i>

Laju volumetrik : 0,6363 ft³/s

Daya pompa : 2,9226 Hp

7.12.5 Tangki Pelarut Alumina Sulfat Al₂(SO₄)₃ (TP-401)

Fungsi : Membuat larutan alum Al₂(SO₄)₃

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Jumlah : 1 Unit

Bahan Kontruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Kapasitas : 144,45 ft³ (4,0940 m³)

Tinggi : 2,7528 m (39,3877 in)

Diameter : 1,3764 m (39,3877 in)

Jenis Pengaduk : *Flat six turbin impeller*

Jumlah *Buffle* : 4 buah

Daya Motor : 0,0060 Hp

7.12.6 Pompa Pelarut Alumina Sulfat Al₂(SO₄)₃ (P-403)

Fungsi : Memompa alumina dari tangki pelarutan ke *clarifer*

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 Unit (1 *standby*)

Bahan kontruksi : *Commercial steel*

Laju volumetrik : 0,0000232 ft³/det

Daya pompa : 0,000057 Hp

7.12.7 Tangki Pelarut Soda Abu (Na₂CO₃) (TP-402)

Fungsi : Membuat larutan soda abu (Na₂CO₃)

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Jumlah : 1 Unit

Bahan Kontruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Kapasitas : 133,63 ft³ (3,784 m³)

Tinggi : 8,7981 ft (2,6816 in)

Diameter : 4,399 ft (1,3408 in)

Jenis Pengaduk : *Flat six turbin impeller*

Jumlah *Buffle* : 4 buah

Daya Motor : 0,00517 Hp

7.12.8 Pompa Pelarut Soda Abu (Na_2CO_3) (P-404)

Fungsi	: Memompa soda abu dari tangki pelarutan ke <i>clarifier</i>
Jenis	: Pompa injeksi
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>standby</i>)
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Laju volumetrik	: 0,0000128 ft ³ /det
Daya pompa	: 0.000031 Hp

7.12.9 Clarifier (CL-401)

Fungsi	: Memisahkan endapan (flok-flok) yang terbentuk karena pengendapan bahan alumina dan soda abu
Tipe	: <i>Eksternal solid recirculation clarifier</i>
Jumlah	: 1 Unit
Bahan Kontruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas air	: 129.7235 m ³
Tinggi	: 6,817 m
Diameter	: 4,544 m
Kedalaman air	: 8 m

7.12.10 Pompa Sand filter (P-405)

Fungsi	: Memompa air dari clarifier air ke <i>sandfilter</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>standby</i>)
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Laju volumetrik	: 0,6363 ft ³ /det
Daya pompa	: 2,9226 Hp

7.12.11 Sand filter (SF-401)

Fungsi	: Menyaring partikel-partikel yang masih terbawa dalam air yang keluar dari <i>clarifier</i>
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 6,1182 m ³
Tinggi	: 2,4018 m (7,8800 ft)

Diameter : 1,8013 m (5,9100 ft)
 Tebal tangki : 0,00173 m

7.12.12 Pompa Tangki Air Utama (P-406)

Fungsi : Memompa air dari *sandfilter* ke tangki penampungan air utama
 Jenis : Pompa sentrifugal
 Bahan konstruksi : *Commercial steel*
 Laju volumetrik : 0,6363 ft³/det
 Daya pompa : 2,9226 Hp

7.12.13 Tangki Air Utama (T-401)

Fungsi : Tempat menampung air sementara sebelum di distribusikan ke unit lain
 Jenis : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
 Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*
 Jumlah : 1 unit
 Kapasitas : 77,8362 m³
 Diameter : 16,7135 ft (5,0942 m)
 Tinggi : 12,5351 ft (3,8207 m)
 Tebal tangki : 0,37 in

7.12.14 Pompa Menuju *Cation Exchanger* (P-407)

Fungsi : Memompa air dari tangki air ke *cation exchanger*
 Jenis : Pompa sentrifugal
 Bahan konstruksi : *Commercial steel*
 Jumlah : 2 unit (1 *standby*)
 Laju volumetrik : 0,6363 ft³/det
 Daya pompa : 2,9226 Hp

7.12.15 Penukar Kation *Cation Exchanger* (CE-401)

Fungsi : Mengikat senyawa logam yang terdapat dalam air umpan ketel (umpan boiler)
 Bentuk : Silinder tegak dengan atas dan bawah elipsoidal
 Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Jumlah	: 1 Unit
Volume resin	: 0,7396 m ³
Diameter _(silinder)	: 1,4965 m
Tinggi _(Silinder)	: 2,2448 m
Tebal _(silinder)	: 0,1796 in
Tinggi _(tutup)	: 0,3741 m

7.12.16 Tangki Pelarutan H₂SO₄ (TP-403)

Fungsi	: Tempat membuat larutan asam sulfat (H ₂ SO ₄) untuk dialirkan menuju <i>cation exchanger</i>
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Jumlah	: 1 Unit
Bahan Kontruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	: 0,1856 m ³
Tinggi	: 0,8610 m
Diameter	: 0,5740 m
Jenis Pengaduk	: <i>Flat six turbin impeller</i>
Jumlah <i>Buffle</i>	: 4 buah
Daya Motor	: 0,0000099 Hp

7.12.17 Pompa Pelarut H₂SO₄ (P-411)

Fungsi	: Memompa larutan H ₂ SO ₄ dari tangki pelarut H ₂ SO ₄ ke <i>cation exchanger</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan kontruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>Standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,0286 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0532 Hp

7.12.18 Pompa Penukar Kation (*Cation Exchanger*) (P-408)

Fungsi	: Memompa air dari kation ke anion exchanger
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan kontruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>Standby</i>)

Laju volumetrik : 0,0286 ft³/det

Daya pompa : 0,0532 Hp

7.12.19 Penukar Anion (*Anion Exchanger*) (AE-401)

Fungsi : Mengikat senyawa logam yang terdapat dalam air umpan ketel (umpan boiler)

Bentuk : Silinder tegak dengan atas dan bawah elipsoidal

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Jumlah : 1 Unit

Volume resin : 0,7308 m³

Diameter_(silinder) : 1,4965 m

Tinggi_(silinder) : 2,2448 m

Tebal_(silinder) : 0,001389 m = 0,0546 in

Tinggi_(tutup) : 0,3741 m

7.12.20 Tangki Pelarutan NaOH (TP-404)

Fungsi : Tempat pembuatan larutan (NaOH) untuk dialirkan menuju Anion Exchanger

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Jumlah : 1 Unit

Bahan Kontruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Kapasitas : 2,8405 m³

Tinggi : 2,0117 m

Diameter : 1,3411 m

Jenis Pengaduk : Flat six turbin impeller

Jumlah *Baffle* : 4 buah

Daya Motor : 0,00075 Hp

7.12.21 Pompa Pelarut NaOH (P-410)

Fungsi : Memompa larutan NaOH dari tangki pelarut NaOH ke *anion exchanger*

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 Unit (1 *Standby*)

Laju volumetrik : 0,0286 ft³/det

Daya pompa : 0,0532 Hp

7.12.22 Pompa Menuju Penampungan Air Sementara (P-409)

Fungsi : Memompa air dari *anion exchanger* ke tangki penampungan air sementara

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 Unit (1 *Standby*)

Laju volumetrik : 0,0286 ft³/det

Daya pompa : 0,0532 Hp

7.12.23 Tangki Penampungan Air Sementara (T-402)

Fungsi : Menampung air sementara untuk keperluan unit proses lain

Jenis : Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 77,8362 m³

Diameter : 16,7135 ft (5,0942 m)

Tinggi : 12,5351 ft (3,8207 m)

Tebal tangki : 0,37 in

7.12.24 Pompa Menuju Dearator (P-412)

Fungsi : Memompa air dari tangki penampung sementara menuju Dearator

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 unit (1 *standby*)

Laju volumetrik : 0,0286 ft³/det

Daya pompa : 0,0532 Hp

7.12.25 Dearator (DE-401)

Fungsi : Menghilangkan gas-gas yang terlarut dalam air umpan ketel (umpan boiler)

Bentuk	: Silinder horizontal dengan alas dan tutup elipsoidal
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Unit
Volume Silinder	: 18,3807 m ³ (64,11657 ft ³)
Diameter _(silinder)	: 1,4965 m
Tinggi _(silinder)	: 2,2448 m
Tebal _(silinder)	: 0,1796 in
Tinggi _(tutup)	: = 0,3741 m

7.12.26 Pompa Keluaran Dearator (P-413)

Fungsi	: Memompa air dari dearator ke boiler
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,0286 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0532 Hp

7.12.27 Boiler (B-401)

Fungsi	: Menyediakan uap untuk keperluan proses
Jenis	: Ketel uap air (<i>Water Tube Boiler</i>)
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Daya boiler	: 190,2912 Hp

7.12.28 Tangki Bahan Bakar (TBB-401)

Fungsi	: Menampung bahan bakar solar
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Jumlah	: 1 Unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	: 161.846,596 ft ³
Tinggi	: 62,1657 ft (754,9887 in)
Diameter	: 41,4438 ft (497,3258 in)
Tebal	: 1,5060 in

7.12.29 Pompa Masuk Water Cooling Tower (P-414)

Fungsi	: Memompa air dari tangki penampungan sementara menuju <i>Water Coling Tower</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,0338 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0946 Hp

7.12.30 Water Cooling Tower (WCT-401)

Fungsi	: Mendinginkan air sirkulasi dari pabrik agar dapat digunakan kembali.
Jenis	: <i>Mechanical draft cooling tower</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Luas	: 1,0649 ft ²

7.12.31 Pompa Keluaran Water Cooling Tower (P-415)

Fungsi	: Memompa air dari menara air pendingin ke unit proses
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,0338 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0946 Hp

7.12.32 Tangki Pelarut Kaporit [Ca(ClO)₂] (TP-405)

Fungsi	: Tempat pembuatan larutan klorin untuk proses klorinasi air domestik
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 0,00519 m ³
Tinggi	: 0,2460 m = 0,8073 ft
Diameter	: 0,1640 m = 0,5382 ft

Jenis Pengaduk	: <i>Flat six turbin impeller</i>
Jumlah <i>Buffle</i>	: 4 buah
Daya Motor	: 0,00000016 Hp

7.12.33 Pompa Pelarut Kaporit (P-416)

Fungsi	: Memompa larutan klorin dari tangki pelarutan klorin untuk proses klorinasi
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>Standby</i>)
Laju volumetric	: 0,0061 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0284 Hp

7.12.34 Tangki Penampungan Air Domestik (T-403)

Fungsi	: Menampung air dari menara air untuk keperluan domestik
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 18,0773 m ³
Diameter	: 3,1313 m = 10,2735 ft
Tinggi	: 2,3485 m = 7,7051 ft
Tebal tangki	: 0,2368 in

7.12.35 Pompa Keluaran Tangki Penampungan Air Domestik (P-417)

Fungsi	: Memompa air dari tangki air untuk kebutuhan domestik
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,0061 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0284 Hp

7.11 Spesifikasi Peralatan Pengolahan Limbah

Berikut Spesifikasi peralatan pengolahan limbah pada prarancangan pabrik *vinyl acetate* :

7.13.1 Pompa Limbah Cair Menuju Bak Penampungan (P-501)

Fungsi	: Memompa limbah cair dari unit proses menuju bak penampungan
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,02280 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0978 Hp

7.13.2 Bak Penampungan (B-501)

Fungsi	: Menampung air buangan sementara dan menetralkan pH limbah
Bahan konstruksi	: Beton kedap air
Jumlah	: 1 unit
Volume	: 433,8686 m ³
Panjang	: 12,0172 m
Lebar	: 6,0086 m
Tinggi	: 6,0086 m

7.13.3 Pompa Menuju Bak Penetralisasi (P-502)

Fungsi	: Memompa limbah cair dari bak penampungan menuju bak penetralisasi
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,02280 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0978 Hp

7.13.4 Tangki Sedimentasi (TS-501)

Fungsi	: Mengendapkan flok biologis dari bak penampung dan masuk ke bak netralisasi
Bentuk	: Persegi panjang, alas berbentuk kerucut
Bahan konstruksi	: Beton
Volume	: 669,6651 m ³
Diameter	: 9,3311 m

Tinggi : 9,3311 m

7.13.5 Bak Netralisasi (BN - 502)

Fungsi : Tempat penetralan limbah pabrik

Bahan konstruksi : Beton kedap air

Jumlah : 1 unit

Volume : 185,9437 m³

Panjang : 9,0603 m

Lebar : 4,5301 m

Tinggi : 4,5301 m

7.13.6 Pompa Menuju Bak Pengendapan (P-503)

Fungsi : Memompa limbah cair dari bak netralisasi ke bak pengendapan

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 unit (1 *standby*)

Laju volumetrik : 0,02280 ft³/det

Daya pompa : 0,0978 Hp

7.13.7 Bak Pengendapan (B-503)

Fungsi : Mengilangkan padatan dengan cara pengendapan

Jenis : Bak dengan permukaan bentuk persegi

Bentuk : Persegi panjang, alas berbentuk kerucut

Jumlah : 1 unit

Bahan Kontruksi : Beton kedap air

Volume : 123,9624 m³

Panjang : 7,9149 m

Lebar : 3,9574 m

Tinggi : 3,9574 m

7.13.8 Pompa Menuju Ke Tangki Sedimentasi (P-504)

Jenis : Memompa limbah cair dari bak pengendapan ke tangki sedimentasi

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 unit (1 *standby*)

Laju volumetrik : 0,02280 ft³/det

Daya pompa : 0,0978 Hp

7.13.9 Tangki Sedimentasi Akhir (TS-501)

Fungsi : Mengendapkan flok biologis dari tangki aerasi dan sebagian di resirkulaskan kembali ke tangki aerasi

Bentuk : Persegi panjang, alas berbentuk kerucut

Bahan konstruksi : Beton

Volume : 669,6651 m³

Diameter : 9,3311 m

Tinggi : 9,3311 m

7.13.10 Pompa Menuju Ke Tangki Sedimentasi (P-505)

Jenis : Memompa cairan limbah dari bak sedimentasi ke bak aerasi (*recycle*)

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 unit (1 *standby*)

Laju volumetrik : 0,02280 ft³/det

Daya pompa : 0,0978 Hp

BAB VIII

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

Tata letak peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik.

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan. Penentuan lokasi pabrik yang tepat tidak semudah yang diperkirakan, banyak faktor yang dapat mempengaruhi. Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat memberikan keuntungan untuk jangka panjang dan dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas pabrik.

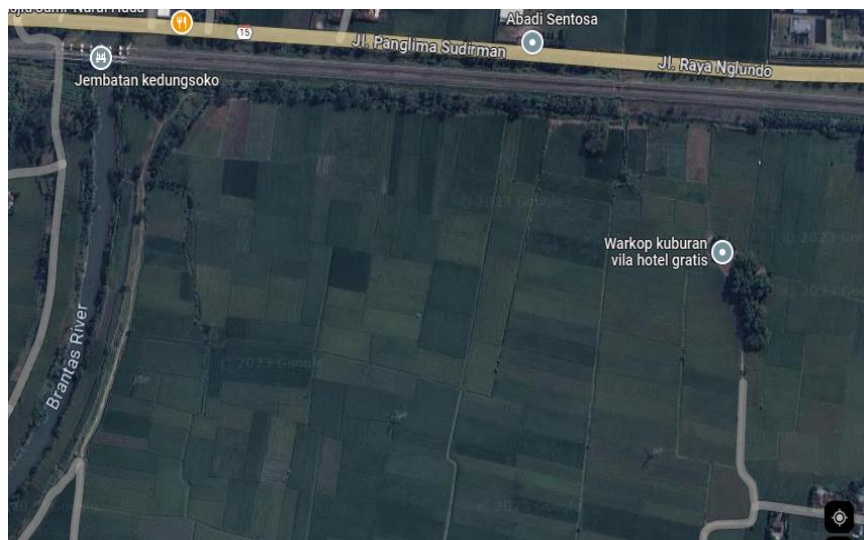
Lokasi pabrik yang baik akan menentukan hal-hal sebagai berikut:

1. Kemampuan untuk melayani konsumen.
2. Kemampuan untuk mendapatkan bahan mentah yang berkesenambungan dan harganya sampai di tempat relatif murah.
3. Kemudahan untuk mendapatkan tenaga karyawan. Oleh karenanya, pemilihan tempat bagi berdirinya suatu pabrik harus memperhatikan beberapa faktor yang berperan yaitu faktor utama dan faktor khusus.

8.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industri, baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang, karena hal ini berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan yang tepat mengenai lokasi pabrik harus memberikan suatu perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi yaitu pertimbangan dalam mempelajari sikap dan sifat masyarakat di sekitar lokasi pabrik.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka Pabrik Vinyl Asetat ini direncanakan berlokasi di Nganjuk, Jawa Timur. Peta perencanaan pendirian pabrik Vinyl Asetat dapat dilihat pada Gambar 8.1.



Gambar 8.1 Peta Lokasi Pabrik (Google Maps, 2023).

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah:

1. Ketersediaan Bahan Baku
Bahan baku pembuatan Vinyl Acetate yaitu acetylene diperoleh dari PT. Aneka Gas Industri yang terletak di Sidoarjo, Jawa Timur dan acetic acid diperoleh dari PT. Acidatama yang terletak di Karanganyar, Jawa Timur.
2. Letak dari Pasar dan Kondisi Pemasaran
Daerah Nganjuk merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena dekat dengan pabrik yang mengolah salah satu bahan baku utama yaitu vinyl asetat. Selain itu, adanya pelabuhan yang memudahkan ekspor vinyl asetat ke luar negeri. Pemilihan lokasi di Nganjuk Jawa Timur adalah tepat, karena daerah ini merupakan kawasan industri.
3. Kebutuhan air, tenaga listrik dan bahan bakar
4. Kebutuhan sarana penunjang seperti listrik dapat dipenuhi dengan adanya transmisi dari sebesar PLN Nusantara Power UP Brantas PLTA Mendalan 4025 MW, sedangkan air dapat diperoleh dari air sungai Brantas. Sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar dipenuhi dari PT Pertamina.

5. Tenaga Kerja

Daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja yang direkrut merupakan tenaga kerja yang produktif dan inovatif dari berbagai tingkatan baik yang terdidik maupun yang belum terdidik dari dalam maupun luar daerah. Pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru, sehingga mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia

6. Fasilitas Transportasi

Lokasi pabrik mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku maupun pemasaran produk serta terdapat transportasi yang lancar baik darat maupun laut. Daerah dekat dengan pelabuhan untuk keperluan transportasi impor-ekspor serta jalan raya yang merupakan jalan Lintas yang memadai sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk.

7. Harga Tanah dan Bangunan

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas, harga tanah dan bangunan untuk pendirian pabrik relatif terjangkau.

8. Kemungkinan Perluasan dan Ekspansi

Ekspansi pabrik Vinyl Asetate ini dimungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas dan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

9. Masyarakat di Sekitar Pabrik

Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan Vinyl Asetate ini karena akan menyediakan lapangan kerja bagi mereka. Selain itu, pendirian pabrik ini diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya.

10. Perizinan

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

8.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan, dan gerakan material proses dari

bahan baku menjadi produk. Tata letak suatu pabrik memainkan peranan penting dalam menentukan biaya konstruksi, biaya produksi, serta efisiensi keselamatan kerja. Oleh karena itu, tata letak pabrik harus disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan di kemudian hari. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan pada penyusunan tata letak pabrik Vinyl Asetate ini adalah:

1. Urutan proses produksi dan kemudahan/aksesibilitas operasi, jika Stirena perlu diolah lebih lanjut maka pada unit berikutnya disusun berurutan sehingga sistem perpipaan dan penyusunan letak pompa lebih sederhana.
2. Penambahan/perluasan lokasi untuk pabrik Vinyl Asetate ini yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
3. Distribusi ekonomis pada bahan baku maupun bahan pelengkap, pengadaan air, steam, tenaga listrik dan bahan bakar, bengkel serta peralatan pendukung lainnya.
4. Adanya pemeliharaan dan perbaikan peralatan secara berkala membuat usia peralatan semakin lama.
5. Keamanan (safety) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
7. Masalah pembuangan limbah cair.
8. *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.
9. Letak tempat, Misalnya di suatu lokasi yang agak tinggi, bila digunakan untuk menempatkan tangki penyimpan katalis maka cairan dalam tangki tersebut dapat dialirkan ketempat yang lebih rendah tanpa menggunakan pompa.
10. Fasilitas jalan, gudang, dan kantor sebaiknya ditempatkan dekat jalan, tujuannya untuk memperlancar arus lalu lintas.
11. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.

12. Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti:

- 1) Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan hasil produksi, sehingga mengurangi biaya material handling.
- 2) Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di blowdown.
- 3) Mengurangi ongkos produksi.
- 4) Meningkatkan keselamatan kerja.
- 5) Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

8.3 Perincian Luas Tanah

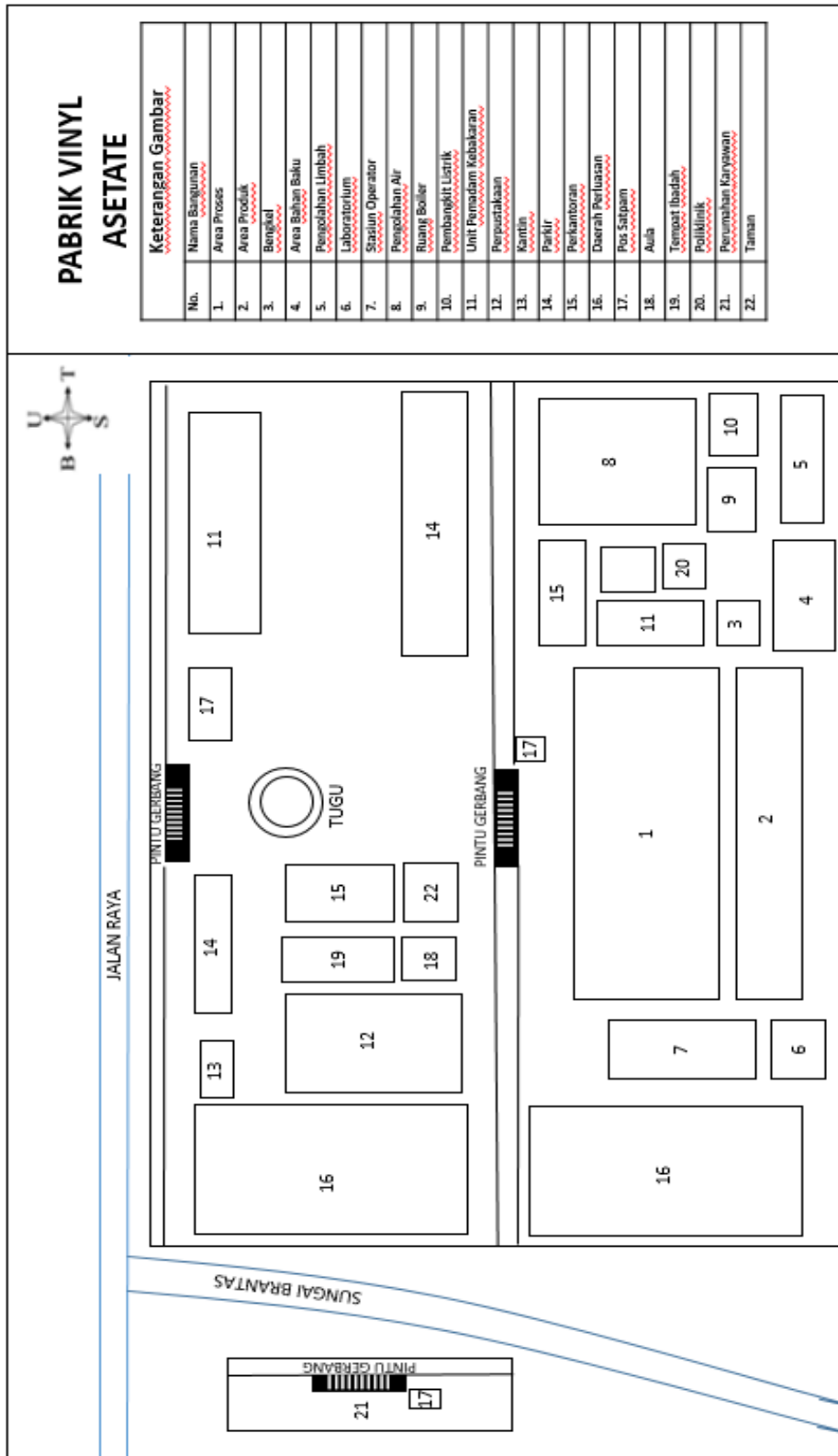
Lay-out tata letak pabrik vinyl asetat dapat dilihat pada Gambar 8.2.

Sedangkan perincian penggunaan tanah (lahan) dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Perincian Penggunaan lahan

No	Nama Bangunan	Luas (m ²)
1.	Area proses	35.000
2.	Areal produk	1.500
3.	Bengkel	300
4.	Area Bahan Baku	10.000
5.	Pengolahan Limbah	800
6.	Laboratorium	350
7.	Stasiun Operator	350
8.	Pengolahan Air Proses	1.750
9.	Ruang Boiler	700
10.	Pembangkit listrik	2.300
11.	Unit Pemadam Kebakaran	1.250
12.	Perpustakaan	1.500
13.	Kantin	500
14.	Parkir	800
15.	Perkantoran	2.500

16.	Daerah Evakuasi	13.000
17.	Pos keamanan	100
18.	Aula	900
19.	Tempat Ibadah	1.500
20.	Poliklinik	100
21.	Perumahan Karyawan	18.500
22.	Taman	600
Total		94.300



Keterangan Gambar

No.	Nama Bangunan
1.	Area Proses
2.	Area Produk
3.	Bengkel
4.	Area Bahan Baku
5.	Pencelahan Limbah
6.	Laboratorium
7.	Stasiun Operator
8.	Pencelahan Air
9.	Ruang Boiler
10.	Pembangkit Listrik
11.	Unit Pemadam Kebakaran
12.	Perpustakaan
13.	Kantin
14.	Parkir
15.	Bekasboran
16.	Daerah Perluasan
17.	Pos Satpam
18.	Aula
19.	Tempat Ibadah
20.	Poliklinik
21.	Perumahan Karyawan
22.	Taman

Gambar 8.2 Layout Pabrik Vinyl Asetat

8.4 Tata Letak Peralatan Proses

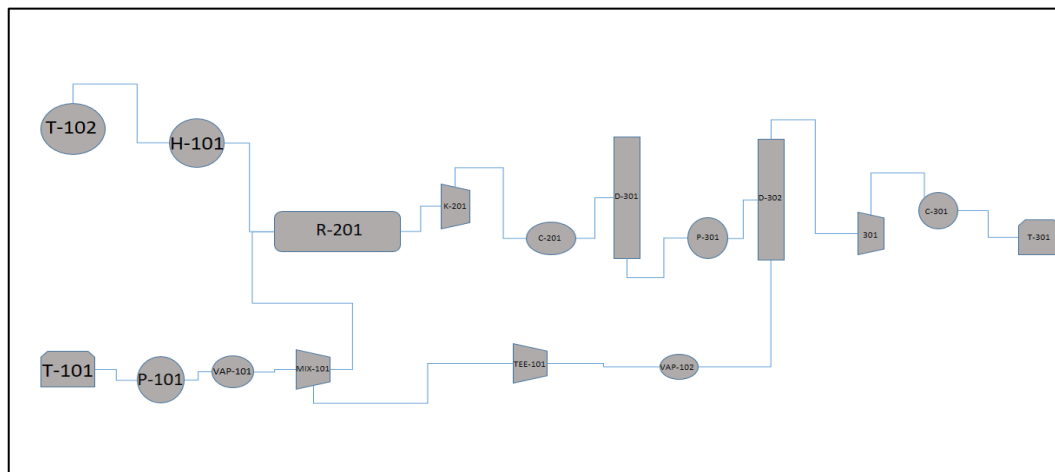
Hal-hal yang perlu di perhatikan dalam penentuan tata letak peralatan Pabrik Vinyl Asetat ini adalah sebagai berikut:

1. Aliran bahan baku dan produk, pengaturan aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.
2. Aliran udara, aliran udara dan ventilasi di sekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan-bahan kimia yang berbahaya.
3. Pencahayaan, penerangan seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai apalagi pada tempat-tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus.
4. Lalu lintas manusia, dalam perencanaan tata letak peralatan proses perlu memperhatikan ruang gerak agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus seperti kerusakan peralatan alat dapat segera teratasi.

5. Jarak antar alat proses, untuk alat proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat lainnya agar bila terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat ke alat proses lain.
6. Setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya masing-masing sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasian.

Tata letak peralatan proses ini secara garis besar berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan pekerja sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja. Tata letak peralatan proses di dasarkan pada areal persiapan bahan baku, tahap reaksi, tahap penanganan poduk utama dan tahap penanganan produk samping. Adapun tata letak peralatan proses pabrik stirena dapat dilihat pada Gambar 8.3.

Gambar 8. 3 Tata Letak Peralatan Proses



Keterangan :

- T-101 : Tangki penyimpanan bahan baku Asam Asetat-101
 T-102 : Tangki penyimpanan bahan baku Asetilen-102
 T-301 : Tangki penyimpanan produk Vinyl Asetate-301
 E-101 : Heater-101
 R-201 : *Plug Flow Reaktor-201*

VAP-101	: Vaporizer-101
VAP-102	: Vaporizer-102
P-101	: Pompa asam asetat-101
P-301	: Pompa-301
K-201	: Kompresor-201
K-301	: Kompresor-301
C-201	: <i>Condensor</i> -201
C-301	: <i>Condensor</i> -301
D-301	: Distilasi-301
D-302	: Distilasi-302
TEE-101	: TEE-101
MIX-101	: <i>Mixer</i> -101

Gambar 8. 4 Tata Letak Peralatan Proses

BAB IX

ORGANISASI PERUSAHAAN

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat pada perusahaan tersebut. Kebersihan suatu industri untuk menghasilkan produk yang diinginkan juga sangat tergantung pada koordinasi, kerjasama dan faktor yang terkait seperti bahan baku, tenaga kerja, modal dan penguasaan teknologi proses, sehingga diperlukan suatu organisasi yang dapat mengendalikan faktor-faktor tersebut. Organisasi merupakan suatu bentuk dan hubungan yang dinamis yang dapat menyesuaikan diri dengan perubahan untuk mencapai tujuan yang diharapkan serta menciptakan suasana kerja yang baik dan hasil yang terbaik.

Organisasi dan manajemen perusahaan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam sebuah perusahaan, hal ini menyangkut dengan peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang telah dihasilkan. Dalam upaya peningkatan efektifitas dan kinerja perusahaan maka pengaturan dan manajemen harus menjadi hal yang mutlak. Organisasi adalah sekelompok manusia yang bekerja sama dengan suatu perencanaan kerja dan peraturan untuk mencapai tujuan bersama (Wahono, 2011).

9.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Vinyl Asetat adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas adalah badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam saham dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam UU No. 1 Tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), serta peraturan pelaksanaannya (Rusdji, 199). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan dari perusahaan atau perseroan terbatas dan orang yang memiliki saham berarti telah menyeter penuh jumlah disebut dalam tiap saham.

Pabrik Vinyl Asetat yang akan didirikan mempunyai:

1. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
2. Lapangan Usaha : Industri vinyl asetat
3. Lokasi Perusahaan : Nganjuk, Jawa Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini atas dasar beberapa faktor yaitu:

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham dipasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.
2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta karyawan sehingga gangguan dari luar dapat diatasi.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta sifatnya dan karyawan perusahaan.
4. Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang sudah ada.
5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
6. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup ahli dan berpengalaman.
7. Lapangan usaha lebih luas, suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya. Mudah bergerak dipasar modal.

9.2 Bentuk Badan Usaha

Badan usaha adalah lembaga berbadan hukum tempat pengusaha melaksanakan tugasnya, yaitu mengelola perusahaan secara teratur untuk mencapai tujuan. Bentuk badan usaha yang akan didirikan harus dipertimbangkan dengan sebaik-baiknya agar tujuan pendirian pabrik dapat dipenuhi secara maksimal. Berdasarkan status kepemilikannya, bentuk badan usaha dapat dibedakan atas:

1. Perusahaan Perorangan
2. Persekutuan Firma/Fa (*Partnership*)
3. Persekutuan Komaditer/CV (*Commanditaire Verrotschap*)
4. Perseroan Terbatas (PT)
5. Koperasi
6. Usaha Daerah
7. Perusahaan Negara

Tujuan utama dari pendirian pabrik vinyl asetat ini adalah untuk memperoleh keuntungan (*profit*). Selain itu, untuk mendirikan sebuah pabrik dunia industri, sehingga bentuk badan usaha yang cocok adalah bentuk Perseroan Terbatas (PT). Pemilihan bentuk badan usaha ini didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan berikut:

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dari bank ataupun dengan menjual saham perusahaan.
2. Adanya tanggung jawab yang terbatas dari pemegang saham terhadap hutang perusahaan sehingga pemegang saham hanya menderita kerugian sebesar jumlah saham yang dimiliki.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin sebab kehilangan seorang pemegang saham tidak begitu mempengaruhi jalannya perusahaan.
4. Terdapat efisiensi yang baik dalam kepemimpinan karena dalam perusahaan yang terbentuk PT dan dipekerjakan tenaga-tenaga yang ahli pada bidangnya masing-masing.
5. Adanya perusahaan antara pemilik dan pengurus, sehingga merupakan faktor pendorong positif bagi perusahaan untuk memperoleh keuntungan besar (Manullang, 1987).
6. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sebab segala sesuatu yang menyangkut perusahaan dipegang oleh pemimpin perusahaan.
7. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu dengan yang lainnya. Pemilik PT adalah para pemegang saham, sedangkan pengurus adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan direksi.

8. Mudah mendapatkan modal yaitu dari hasil penjualan saham setelah pabrik berjalan optimum dengan validitas yang jelas.
9. Kehidupan sebuah PT lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya salah satu dari pemegang saham, direksi maupun stafnya dan juga karyawan perusahaan.
10. Adanya efisiensi dalam manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisi, juga dapat memilih direktur utama yang berpengalaman.

9.3 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena dengan berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi terciptanya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain:

1. Pendelegasi wewenang
2. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
3. Pembagian tugas kerja yang jelas
4. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
5. Sistem kontrol atas kerja yang telah dilaksanakan
6. Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Berdasarkan pola hubungan kerja serta wewenang dan tanggung jawab, maka organisasi dibedakan atas:

1. Organisasi garis
2. Organisasi fungsional
3. Organisasi garis dan *staff*
4. Organisasi fungsional dan *staff*

9.3.1 Bentuk Organisasi Garis

Ciri dari organisasi garis adalah organisasi masih kecil, jumlah karyawan sedikit, pimpinan dan semua karyawan saling kenal dan spesialis kerja belum begitu tinggi (Jati, 2000).

1. Kelebihan-kelebihan bentuk organisasi garis adalah
 - 1) Kesatuan komando terjamin dengan baik, karena pimpinan berada di atas satu tangan.
 - 2) Proses pengambilan keputusan berlangsung dengan cepat karena jumlah orang yang diajak berdiskusi masih sedikit atau tidak sama sekali.
 - 3) Rasa solidaritas karyawan umumnya tinggi karena saling mengenal.
2. Kekurangan-kekurangan bentuk organisasi garis adalah:
 - 1) Adanya kecenderungan pimpinan tergantung pada satu orang sehingga apabila seseorang itu tidak mampu, seluruh organisasi akan terancam kehancuran.
 - 2) Kecenderungan pimpinan bertindak secara otoriter.
 - 3) Kesempatan karyawan berkembang terbatas.

9.3.2 Bentuk Organisasi Fungsional

Pada umumnya organisasi fungsional ini tidak mempunyai pimpinan yang jelas sebab atasan berwenang memberi komando kepada setiap bawahan sepanjang ada hubungan dengan atasan tersebut (Jati, 2000).

1. Kelebihan-kelebihan bentuk organisasi fungsional adalah:
 - 1) Pembidangan tugas kerja yang jelas
 - 2) Spesialisasi karyawan dapat dikembangkan dan digunakan semaksimal mungkin
2. Kekurangan-kekurangan bentuk organisasi fungsional adalah:
 - 1) Karena adanya spesialisasi sukar mengadakan *tour of duty*
 - 2) Sulit dilaksanakan koordinasi dengan karyawan

9.3.3 Bentuk Organisasi Garis dan Staff

Bentuk organisasi ini pada umumnya dilaksanakan oleh organisasi besar dengan kerja yang luas, mempunyai bidang tugas yang beraneka ragam dan rumit serta jumlah karyawan yang banyak. Pada organisasi ini terdapat satu atau lebih tenaga *staff* yang tugasnya member nasehat dan saran dalam tugasnya kepada pimpinan dalam organisasi tersebut.

1. Kelebihan organisasi garis dan *staff* adalah:
 - 1) Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar,

- 2) Pengambilan keputusan lebih mudah karena adanya *staff* ahli.
2. Kekurangan-kekurangan organisasi garis dan *staff* adalah:
- 1) Karyawan tidak saling mengenal sehingga solidaritas antar karyawan sukar terbina.
 - 2) Koordinasi sukar diterapkan.

9.3.4 Bentuk Organisasi Fungsional dan *Staff*

Bentuk organisasi ini merupakan kombinasi dari bentuk organisasi fungsional dan bentuk organisasi garis dan *staff*. Untuk prarancangan pabrik Stirena ini bentuk organisasi yang diterapkan adalah bentuk organisasi Garis dan *Staff*. Alasan pemilihan bentuk organisasi ini adalah:

- 1) Perlunya pengorganisasian tenaga ahli pada bidang-bidang tertentu.
- 2) Karyawan bertanggung jawab kepada atasan.
- 3) Fungsionalisasi tidak harus dilakukan mengingat adanya *staff* ahli.
- 4) Dapat digunakan setiap organisasi besar dengan susunan organisasi yang kompleks.
- 5) Adanya pembagian tugas yang jelas dari pimpinan *staff* dan pelaksanaan sehingga koordinasi mudah dilaksanakan.
- 6) Perintah yang berjalan dengan baik dan lancar dari atas kebawah sedangkan tanggung jawab dan saran bergerak dari bawah keatas.

9.4 Uraian Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab

Uraian tugas, wewenang, dan tanggung jawab dari setiap fungsionaris pada pabrik Stirena diuraikan dibawah ini.

9.4.1 Rapat Umum Pemegang Usaha (RUPS)

Pemegang kekuasaan tertinggi pada struktur organisasi garis dan staff adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). RUPS ini dilaksanakan minimal satu kali dalam setahun. Bila ada sesuatu permasalahan besar dalam perusahaan maka RUPS dapat dilaksanakan secara mendadak sesuai dengan jumlah forum. RUPS ini dihadiri oleh pemilik saham, dewan komisaris, direktur perusahaan. Tugas dan wewenang RUPS adalah:

1. Menentukan kebijakan tertinggi perusahaan

2. Menerbitkan akte perusahaan dan anggaran dasar perusahaan
3. Menentukan misi dan garis besar haluan perusahaan
4. Mengangkat dewan komisaris dan dewan direksi
5. Menyetujui dan mengesahkan rancangan anggaran pendapatan belanja (RAPB) dan laporan tahunan yang dibuat oleh dewan direksi.
6. Memutuskan besarnya deviden yang akan dibayarkan kepada pemegang saham.
7. Memutuskan besarnya gaji dewan komisaris dan dewan direksi.

9.4.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris adalah pemegang saham yang bertugas menentukan garis besar kebijakan perusahaan, melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan, pelaksanaan tugas direktur utama, dan meminta pertanggung jawaban direktur utama secara berkala. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah:

1. Melaksanakan pembinaan dan pengawasan produk terhadap kondisi perusahaan dengan berpegang saham pada anggaran dasar PT dan RAPB yang telah disahkan pada RUSP.
2. Memeriksa pembukuan perusahaan
3. Memberi petunjuk dan nasehat kepada direksi, menegur serta memberhentikan sementara sampai ada keputusan RUPS yang selambat-lambatnya harus dilakukan satu bulan setelah pemberhentian sementara.
4. Komisaris bertanggung jawab terhadap RUSP dan juga dapat terlibat dalam pengurusan perseroan terbatas.

9.4.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi yang diangkat oleh dewan komisaris.

1. Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
2. Menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijakan RUSP.
3. Memelihara kekayaan perseroan terbatas
4. Mewakili perusahaan mengadakan perjanjian-perjanjian, merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas personalis yang bekerja pada perusahaan.

5. Menetapkan besarnya deviden perusahaan.
6. Mengangkat dan memberhentikan karyawan

Dalam melaksanakan tugasnya, direktur utama dibantu oleh 4 orang manager, yaitu:

1. Manager Administrasi dan umum
2. Manager pemasaran
3. Manager keuangan
4. Manager teknik dan produksi

1. Manager Administrasi dan Umum

Adapun tugas dan wewenang manager administrasi dan umum adalah:

- 1) Mengawasi dan bertanggung jawab dalam hal administrasi perusahaan.
- 2) Mengawasi dan bertanggung jawab untuk hal umum dalam perusahaan.

Manager administrasi dan umum ini dibantu oleh kepala bagian administrasi dan kepala bagian umum. Kemudian kepala bagian administrasi dibantu oleh kepala seksi administrasi dan kepala seksi personalia. Serta kepala bagian umum dibantu oleh kepala seksi umum, kepala seksi humas dan diklat, kepala seksi kesehatan serta seksi keamanan.

2. Manager Pemasaran

Manager pemasaran bertanggung jawab atas seluruh koordinasi dan pengawasan komersial perusahaan. Tugas dan wewenang adalah:

- 1) Membantu dan bertanggung jawab kepada direktur utama atas segala kegiatan yang menyangkut pemasaran produksi, kebijakan harga, dan distribusi produk yang dihasilkan perusahaan.
- 2) Mengkoordinasi, memimpin dan mengawasi bagian pemasaran yang mencakup pergudangan, pembelian bahan baku, distribusi dan seterusnya.
- 3) Manager pemasaran ini dibantu oleh beberapa kepala seksi seperti kepala seksi penjualan dan pengadaan serta kepala seksi distribusi dan promosi.

3. Manager Keuangan

Manager keuangan bertanggung jawab atas seluruh pengaturan segala urusan yang berhubungan dengan kekuasaan perusahaan serta kesejahteraan karyawan. Manager keuangan dibantu oleh satu orang kepala bagian dan kepala

bagian dibantu oleh kepala seksi akuntansi dan kepala seksi keuangan.

4. Manager Teknik dan Produksi

Manager teknik dan produksi adalah membantu direktur utama untuk menangani permasalahan keteknikan dan proses produksi. Tugas dan wewenang manager teknik dan produksi adalah:

- 1) Menjalankan seluruh program dan kebijakan yang telah digariskan oleh dewan komisaris
- 2) Mengadakan pengawasan dan penelitian untuk melaksanakan program kerja bagian teknik dan produksi
- 3) Membantu dan bertanggung jawab kepada direktur utama atas segala sesuatu yang menyangkut tugasnya
- 4) Mengkoordinasi dan mengarahkan kegiatan bagian teknik dan produksi, rekayasa serta keselamatan kerja.

Dalam menjalankan tugasnya manager teknik dan produksi dibantu oleh 2 orang kepala bagian yaitu kepala bagian teknik dan kepala bagian produksi.

1. Kepala bagian teknik

Tugas dan wewenangnya adalah bertanggung jawab atas bidang keteknikan agar proses produksi berjalan lancar. Kepala bagian teknik ini dibantu oleh beberapa kepala seksi yaitu:

- 1) Kepala Seksi Laboratorium
- 2) Kepala Seksi Pengendalian Kualitas
- 3) Kepala Seksi Pengendalian Lingkungan

2. Kepala Bagian Produksi

3. Tugas dan wewenangnya adalah pengaturan dan wewenang jalannya proses dari bahan baku sampai produk serta sarana yang berhubungan dengan proses.

Kepala bagian produksi dibantu oleh:

- 1) Kepala Seksi Utilitas
- 2) Kepala Seksi Instrumentasi
- 3) Kepala Seksi Listrik
- 4) Kepala Seksi Mesin
- 5) Kepala Seksi Proses Produksi

9.4.4 Staff Ahli

Staff ahli bertugas memberikan masukan berupa saran, nasehat, dan pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan.

9.4.5 Sekretaris

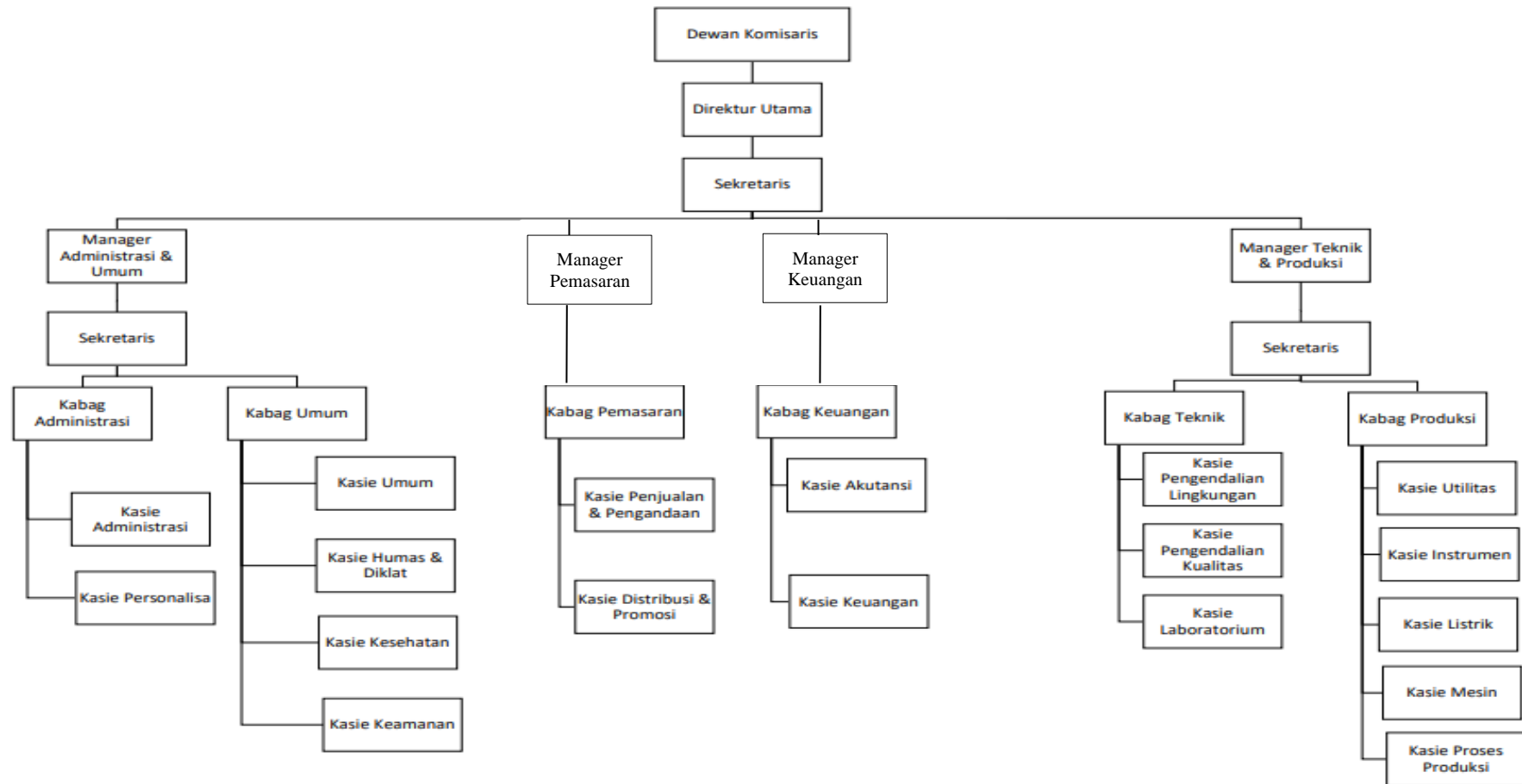
Sekretaris diangkat oleh direktur utama untuk menangani surat menyurat dalam perusahaan, menangani kearsipan, dan pekerjaan lainnya untuk membantu direktur utama dalam menangani masalah administrasi Perusahaan.

9.5 Manajemen

Manajemen merupakan suatu faktor yang sangat menentukan keberhasilan suatu perusahaan. Pengertian manajemen meliputi tugas dan fungsi yang berhubungan mulai dari saat pembentukan perusahaan tersebut beroperasi, serta menyangkut semua kebijakan yang penting agaidalam pengambilan keputusan yang tepat. Manajemen memiliki 3 pengertian yaitu:

1. Manajemen sebagai suatu proses
2. Manajemen sebagai kumpulan orang yang melakukan aktifitas
3. Manajemen sebagai suatu seni dan ilmu perancangan dan berfungsi untuk memimpin, mengarahkan, mendorong, mengawasi serta meneliti hasil suatu pekerjaan.

Struktur Organisasi selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 9.1.



Gambar 9.1 Struktur Organisasi Pabrik Vinyl Asetat

9.6 Sistem Kerja

Pabrik Vinyl Asetat ini direncanakan akan beroperasi kontinyu selama 24 jam kerja perhari atau 330 hari pertahun, sisa harinya digunakan untuk perbaikan dan perawatan serta *shut down*. Sesuai dengan peraturan pemerintah jumlah jam kerja untuk karyawan yang bekerja dikantor, total jam kerja 40 jam dalam seminggu. Berdasarkan pengaturan jam kerja, karyawan digolongkan menjadi 2 golongan yaitu karyawan *non-shift* dan karyawan *shift*.

1. Karyawan *non-shift*, yaitu karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Hari sabtu, minggu dan hari besar lainnya hari libur sesuai dengan undang-undang yang berlaku. Perincian jam kerja *non-shift* adalah:

Senin-kamis

- Pukul 07.00-12.00 WIB Waktu Kerja
- Pukul 12.00-13.30 WIB Waktu Istirahat
- Pukul 13.30-16.00 WIB Waktu Kerja

Jum'at

- Pukul 07.00-11.00 WIB Waktu Kerja
- Pukul 11.00-13.00 WIB Waktu Istirahat
- Pukul 14.00-17.00 WIB Waktu Kerja

2. Karyawan *shift*, yaitu karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi yang memerlukan pengawasan secara terus menerus selama 24 jam, misalnya bagian produksi, utilitas, generator, keamanan dan lain-lain. Perincian jam kerja shift adalah:

- *Night* : Pukul 00.00-08.00 WIB
- *Day* : Pukul 08.00-16.00 WIB
- *Swing* : Pukul 16.00-24.00 WIB

Hari minggu dan hari libur lainnya karyawan shift tetap bekerja seperti biasa. Untuk itu karyawan *shift* dibagi dalam 4 regu dengan pengaturan dapat dilihat pada Tabel 9.1

Tabel 9.1 Pembagian Kerja *Shift* tiap regu

<i>Shift</i>	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Night</i>	D	A	A	B	B	C	C	C	D	D	A	A	B	B	B
<i>Day</i>	C	D	D	A	A	B	B	B	C	C	D	D	A	A	A
<i>Swing</i>	B	C	C	D	D	A	A	A	B	B	C	C	D	D	D
<i>off</i>	A	B	B	C	C	D	D	D	A	A	B	B	C	C	C

9.7 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional didasarkan pada pembagian proses yang dilakukan. Pada prarancangan pabrik, proses yang dilakukan terbagi dalam 3 tahap.

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Produksi} &= 80.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 242,424242 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

Jumlah karyawan tiap proses:

$$\begin{aligned}M &= 20,6 \times P^{0,25} \\ &= 20,6 (242,424242)^{0,25} \\ &= 81,285 \\ &= 81 \text{ orang.jam/hari.tahapan proses}\end{aligned}$$

Karena jumlah proses keseluruhan dibagi menjadi 3 tahap, maka:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah karyawan proses} &= 4 \text{ tahapan proses} \times 81 \text{ orang.jam/hari.tahapan proses} \\ &= 324 \text{ orang.jam/hari}\end{aligned}$$

Karena setiap shift bekerja selama 8 jam/hari, maka:

$$\text{Jumlah karyawan tiap shift} = \frac{324 \text{ orang.jam/hari}}{8 \text{ jam}} = 41 \text{ orang/shift}$$

Karena satu hari terdapat 4 shift kerja, maka:

$$\text{Karyawan proses} = 41 \text{ orang/shift} \times 4 \text{ shift} = 164 \text{ orang}$$

$$\text{Asumsi karyawan non proses} = 79 \text{ orang}$$

$$\text{Total jumlah karyawan} = 79 \text{ orang} + 164 \text{ orang} = 243 \text{ orang}$$

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Vinyl Asetat ini adalah sebanyak 243 orang.

9.8 Kesejahteraan Masyarakat

Untuk mencapai hasil yang maksimal dari dari setiap karyawan, maka harus didukung oleh fasilitas yang memadai. Fasilitas yang memadai pada pabrik Stirena ini adalah:

1. Fasilitas cuti tahunan dan tunjangan hari besar atau bonus.
2. Tunjangan kecelakaan kerja dan kematian yang diberikan pada karyawan yang meninggal dunia akibat kecelakaan kerja maupun yang diluar kerja yang berhubungan dengan pabrik
3. Transportasi bus karyawan
4. Penyediaan tempat beribadah, balai pertemuan, dan sarana olahraga
5. Fasilitas yang dilengkapi sarana air dan listrik serta informasi internet
6. Pelayanan kesehatan secara cuma-cuma dan beasiswa kepada anak karyawan yang berprestasi.

9.9 Pengaturan Gaji Karyawan

Penggajian karyawan pada suatu perusahaan didasarkan pada beberapa kriteria yaitu:

1. Jabatan
2. Tingkat pendidikan
3. Pengalaman kerja, keahlian, dan lama bekerja
4. Tingkat resiko dan keselamatan kerja

Adapun perincian gaji karyawan yang direncanakan pada pabrik Vinil Asetat yang diambil dari Upah Minimum Provinsi (UMP) Kalimantan tahun 2022 yaitu sebesar Rp2.040.244,30. Perincian Gaji dilihat pada Tabel 9.2

Tabel 9.2 Perincian Gaji Karyawan

No	Golongan	Gaji/bulan (Rupiah)	Jumlah	Total (Rupiah)
1.	Dewan Komisaris	60.000.000	1	60.000.000
2.	Direktur Utama	50.000.000	1	50.000.000
3.	Sekretaris	15.000.000	4	60.000.000

No	Golongan	Gaji/bulan (Rupiah)	Jumlah	Total (Rupiah)
4.	Manager Administrasi & Umum	30.000.000	1	30.000.000
5.	Manager Pemasaran	30.000.000	1	30.000.000
6.	Manager Keuangan	30.000.000	1	30.000.000
7.	Manager Teknik dan Produksi	30.000.000	1	30.000.000
8.	Kabag Administrasi	15.000.000	1	15.000.000
9.	Kabag Umum	15.000.000	1	15.000.000
10.	Kabag Pemasaran	15.000.000	1	15.000.000
11.	Kabag Keuangan	15.000.000	1	15.000.000
12.	Kabag Teknik	15.000.000	2	30.000.000
13.	Kabag Produksi	15.000.000	1	15.000.000
14.	Kasei Administrasi	7.000.000	1	7.000.000
15.	Karyawan Administrasi	6.000.000	5	30.000.000
16.	Kasie Pemasaran	7.000.000	1	7.000.000
17.	Karyawan Pembelian	4.300.000	3	12.900.000
18.	Karyawan Pemasaran	4.300.000	3	12.900.000
19.	Kasei Personalia	7.000.000	1	7.000.000
20.	Karyawan Personalia	4.500.000	3	9.000.000
21.	Kasei Umum	7.000.000	2	13.500.000
22.	Staff Ahli	5.000.000	4	5.000.000
23.	Kasei Humas & Diklat	7.000.000	2	14.000.000
24.	Humas	5.000.000	6	30.000.000
25.	Unit Perserikatan Pekerja	4.300.000	4	17.200.000
26.	Kasei Kesehatan (Dokter)	10.000.000	2	20.000.000
27.	Perawat	4.800.000	5	24.000.000
28.	Karyawan Keselamatan	4.200.000	6	25.200.000
29.	Kasei Keamanan	7.000.000	1	7.000.000
30.	Petugas Keamanan	4.500.000	15	67.500.000
31.	Kasei Penjualan & Pengadaan	7.000.000	1	7.000.000

No	Golongan	Gaji/bulan (Rupiah)	Jumlah	Total (Rupiah)
32.	Karyawan Gudang	4.000.000	2	8.000.000
33.	Kasei Distribusi & Promosi	7.000.000	1	7.000.000
34.	Karyawan Distribusi & Promosi	4.500.000	2	9.000.000
35.	Karyawan Akutansi	4.500.000	2	9.000.000
36.	Kasei Akutansi	7.500.000	1	7.500.000
37.	Kasei Keuangan	7.500.000	1	7.500.000
38.	Karyawan Keuangan	4.000.000	3	12.000.000
39.	Kasei Utilitas	7.000.000	1	7.000.000
40.	Karyawan Utilitas	4.500.000	2	9.000.000
41.	Kasei Instrumen	7.000.000	1	7.000.000
42.	Karyawan Intrumen Kontrol	4.500.000	3	13.500.000
43.	Kasei Listrik	7.000.000	1	7.000.000
44.	Karyawan Instalasi Listrik	4.500.000	2	9.000.000
45.	Kasei Mesin	7.000.000	1	7.000.000
46.	Karyawan Mesin	5.500.000	2	11.000.000
47.	Karyawan Bengkel	4.500.000	3	13.500.000
48.	Kasei Proses Produksi	8.000.000	2	16.000.000
49.	Karyawan Proses Produksi	5.500.000	123	676.500.000
50.	Karyawan Laboratorium	5.500.000	2	11.000.000
51.	Supir	4.000.000	4	16.000.000
52.	Petugas Kebersihan	2.500.000	4	10.000.000
Jumlah			243	1.644.700.000

9.10 Tingkat Pendidikan dan Tenaga Kerja

Untuk meningkatkan efisiensi kerja maka penempatan tenaga kerja harus berdasarkan tingkat pendidikan, disiplin ilmu dan pengalaman. Hubungan tingkat pendidikan jabatan karyawan diperlihatkan pada Tabel 9.3

Tabel 9.3 Jabatan Karyawan Berdasarkan Tingkat Pendidikan

No.	Jabatan	Pendidikan	Disiplin Ilmu
1.	Dewan Komisaris	S2	Teknik Kimia/Teknik
2.	Direktur Utama	S2	Teknik Kimia
3.	Sekretaris	S1	Adm. Perkantoran
4.	Manager Administrasi dan Umum	S1	Ekonomi
5.	Manager Pemasaran	S1	Teknik Industri/Ekonomi
6.	Manager Keuangan	S1	Teknik Industri/Ekonomi
7.	Manager Teknik dan Produksi	S1	Teknik Kimia/Teknik
8.	Kabag Administrasi	S1	Ekonomi
9.	Kabag Pemasaran	S1	Ekonomi/Manajemen
10.	Kabag Umum	S1	Ekonomi/Hukum
11.	Kabag Keuangan	S1	Ekonomi/Akutansi
12.	Kabag Teknik	S1	Teknik
13.	Kabag Produksi	S1	Teknik Kimia/Teknik
14.	Kasei Administrasi	S1	Ekonomi/Manajemen
15.	Karyawan Administrasi	S1	Ekonomi/Manajemen
16.	Kasie Pemasaran	S1	Ekonomi/Manajemen
17.	Karyawan Pembelian	S1	Manajemen
18.	Karyawan Pemasaran	D3	Manajemen
19.	Kasei Personalia	S1	Ekonomi/Hukum
20.	Karyawan Personalia	S1	Manajemen
21.	Kasei Umum	S1	Hukum
22.	Staff Ahli	S1	Hukum/Administrasi Publik
23.	Kasei Humas & Diklat	S1	Hukum/Manajemen
24.	Humas	S1	Hukum
25.	Unit Perserikatan Pekerja	S1	Hukum/Manajemen
26.	Kasei Kesehatan (Dokter)	S1	Kedokteran
27.	Perawat	D3	Keperawatan
28.	Karyawan Keselamatan	S1	Teknik Sertifikasi K3
29.	Kasei Keamanan	D3	Semua Jurusan
30.	Petugas Keamanan	S1	Teknik Kimia/Teknik

31.	Kasei Penjualan & Pengadaan	D3	Manajemen
32.	Karyawan Gudang	SMK/SMA	Semua Jurusan
33.	Kasei Distribusi & Promosi	D3	Manajemen Pemasaran
No.	Jabatan	Pendidikan	Disiplin Ilmu
34.	Karyawan Distribusi & Promosi	SMK/SMA	Semua Jurusan
35.	Kasei Akutansi	D3	Akutansi
36.	Karyawan Akutansi	SMK/SMA	Akutansi
37.	Kasei Keuangan	S1	Ekonomi
38.	Karyawan Keuangan	D3	Ekonomi/Manajemen
39.	Kasei Utilitas	S1	Teknik Elektro/Teknik
40.	Karyawan Utilitas	D3	Teknik Elektro
41.	Kasei Instrumen	S1	Teknik Elektro/Teknik
42.	Karyawan Instrumen Kontrol	D3	Teknik Elektro/Teknik
43.	Kasei Listrik	D3	Teknik Elektro/Teknik
44.	Karyawan Instalasi Listrik	D3	Teknik Elektro/Teknik
45.	Kasei Mesin	S1	Teknik Mesin/Teknik
46.	Karyawan Mesin	SMK/SMA	Teknik Mesin
47.	Karyawan Bengkel	D3	Teknik Mesin
48.	Kasei Proses Produksi	S1	Teknik Kimia
49.	Karyawan Proses Produksi	D3/S1	Teknik Kimia/Teknik
50.	Karyawan Laboratorium	D3/S1	MIPA Kimia
51.	Supir	SMA/SMK	Semua Jurusan
52.	Petugas Kebersihan	SMA/SMK	Semua Jurusan

BAB X

INTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

10.1 Intrumentasi

Intrumentasi adalah peralatan yang dipakai didalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Dalam suatu pabrik kimia, pemakaian intrumentasi merupakan suatu hal yang sangat penting karena adanya rangkaian instrumen tersebut maka operasi semua peralatan sangat penting karena dengan adanya rangkaian instrumen tersebut maka semua operasi peralatan yang ada didalam pabrik dapat dimonitor dan dikontrol dengan cermat, mudah dan efisien. Alat-alat instrumentasi dipasang pada setiap alat proses dengan tujuan agar sarjana teknik dapat memantau dan mengkontrol kondisi di lapangan. Dengan adanya intrumentasi ini pula, para sarjana teknik dapat segera melakukan tindakan apabila terjadi kejanggalan dalam proses. Namun pada dasarnya, tujuan pengendalian tersebut adalah agar kondisi proses pabrik menacapai tingkat kesalahan (error) yang paling minimum sehingga produk dan operasi dapat dihasilkan secara optimal (Considine, 1985).

Bahwa intrumentasi merupakan sistem dan susunan yang dipakai dalam suatu proses kontrol yang mengatur jalannya proses agar diperoleh hasil yang sesuai yang diharapkan. Di dalam suatu pabrik kimia, pemakaian intrumen merupakan suatu hal yang penting karena adanya rangkaian instrumen tersebut maka operasi semua peralatan yang ada dalam pabrik dapat dimonitor dan dikontrol secara cermat dan efisien. Dengan demikian, kondisi operasi selalu berada dalam kondisi yang diharapkan (Ulrich, 1984).

Fungsi instrumentasi adalah sebagai pengontrol (*controller*), penunjuk (*indicator*), pencatat (*recorder*), dan pemberi tanda bahaya (*alarm*). Instrumentasi bekerja dengan tenaga mekanik atau tenaga listrik dan pengontrolannya dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Penggunaan instrumen pada suatu peralatan proses tergantung pada pertimbangan ekonomi dan sistem peralatan itu sendiri. Pada pemakaian alat-alat instrumen juga harus ditentukan apakah alat-alat tersebut dipasang diatas papan instrumen deka peralatan proses (kontrol manual)

atau disatukan dalam suatu ruang kontrol yang dihubungkan dengan peralatan (kontrol otomatis) (Timmerhaus, 2004). Variabel-variabel proses yang biasanya dikontrol/diukur oleh instrumen adalah:

1. Variabel utama, seperti temperatur, tekanan, laju alir, dan level cairan.
2. Variabel tambahan, seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktivitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban, dan variabel lainnya (Considine, 1985).

Pada dasarnya sistem pengendalian terdiri dari:

1. *Sensing Element* / Elemen Perasa (*Primary Element*)

Elemen yang merasakan (menunjukkan) adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.

2. Elemen pengukur (*measuring element*)

Elemen pengukur adalah suatu elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan temperatur, tekanan, laju aliran maupun tinggi fluida.

3. Elemen pengontrol (*controlling element*)

Elemen pengontrol yang menerima sinyal kemudian akan segera mengatur perubahan-perubahan proses tersebut sama dengan nilai yang diinginkan.

4. Elemen pengontrol akhir (*final control element*)

Elemen ini merupakan elemen yang akan mengubah masukan yang keluar dari elemen pengontrol ke dalam proses sehingga variabel yang diukur tetap berada dalam batas yang diinginkan dan merupakan hasil yang dikehendaki (Considine, 1985).

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumen-instrumen adalah:

1. *Range* yang diperlukan untuk pengukuran
2. *Level* instrumentasi
3. Ketelitian yang dibutuhkan
4. Bahan konstruksinya
5. Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses

(Timmerhaus, 2004)

Instrumentasi yang umum digunakan dalam pabrik adalah:

1. Untuk variable temperature

- 1) *Temparutre Controller* (TC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperature dari suatu alat. Menggunakan *Temperature Controller*

(TC), para *engineer* juga dapat melakukan pengendalian terhadap peralatan sehingga temperature peralatan tetap berada dalam range yang diinginkan. *Temperature Controller* terkadang mencatat temperature dari suatu peralatan secara berkala *Temperature Recorder* (TR).

- 2) *Temperature Indicator Controller* (TIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tempature suatu alat.
2. Untuk variable ketinggian permukaan cairan
- 1) *Level Controller* (LC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengatami ketinggian cairan didalam suatu alat. Menggunakan *Level Controller*, para *engineer* juga dapat melakukan pengendalian ketinggian cairan didalam peralatan tersebut.
 - 2) *Level Indicator Controller* (LIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati cairan didalam suatu alat.
3. Untuk variabel tekanan
- 1) *Pressure Controller* (PC) adalah inrtumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi dari suatu alat. Para *engineer* juga dapat melakukan perubahan tekanan dari peralatan operasi. *Pressure Controller* dapat di juga dilengkapi pencatatan tekanan dari suatu peralatan secara berkala *Pressure Recorder* (PR).
 - 2) *Pressure Indicator Controller* (PIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi dari suatu alat.
4. Untuk variabel aliran cairan
- 1) *Flow Controller* (FC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.
 - 2) *Flow Indicator Controller* (FIC) adalah intrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan suatu alat.
 - 3) *Flow Ratio Controller* (FRC) alah instumentasi yang dipasang untuk menjaga aliran masuk agar sesuai dengan perbandingan bahan yang ditentukan.

(Considine, 1985)

Intrumentasi yang digunakan dalam pabrik *Vinyl Acetate* ini disajikan dalam Tabel 10.1.

Tabel 10.1 Daftar Penggunaan Instrumentasi pada Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat Menggunakan Proses adisi dengan bahan baku asam asetat dan asetilen

No.	Nama Alat	Jenis Instrumentasi
1.	Tangki Bahan Baku	<i>Level Controller (LC)</i>
2.	Tangki Produk	<i>Flow Controller (FC)</i> <i>Level Controller (LC)</i>
3.	Pompa	<i>Pressure Controller (PC)</i>
4.	Kompresor	<i>Pressure Controller (PC)</i>
5.	<i>Vaporizer</i>	<i>Temperature Controller (TC)</i> <i>Flow Controller (FC)</i>
6.	<i>Cooler</i>	<i>Temperature Controller (TC)</i> <i>Flow Controller (FC)</i>
7.	<i>Heater</i>	<i>Temperature Controller (TC)</i> <i>Flow Controller (FC)</i>
8.	<i>Reboiler</i>	<i>Temperature Controller (TC)</i> <i>Flow Controller (FC)</i>
9.	<i>Condensor</i>	<i>Temperature Controller (TC)</i> <i>Flow Controller (FC)</i>
10.	<i>Reactor</i>	<i>Temperature Controller (TC)</i> <i>Flow Controller (FC)</i> <i>Pressure Controller (PC)</i>
11.	Kolom Distilasi	<i>Pressure Controller (PC)</i> <i>Flow Controller (FC)</i> <i>Temparutre Controller (TC)</i>
12.	<i>Pressure Reducing Valve (PRV)</i>	<i>Flow Controller (FC)</i> <i>Pressure Controller (PC)</i>

10.2 Sistem Kontrol

10.2.1 Tujuan Sistem Pengontrolan

Menurut Manurung (2000) tujuan dari sistem pengontrolan dalam menjalankan operasi pada suatu pabrik adalah keamanan, spesifikasi produk, peraturan lingkungan, kendala-kendala operasi dan ekonomis.

1. Keamanan (*Safety*)

Keamanan dalam operasi suatu pabrik kimia merupakan kebutuhan primer

untuk orang-orang yang bekerja di pabrik tersebut dan bagi kelangsungan perusahaan. Untuk menjaga keamanan tersebut, berbagai kondisi operasi pabrik seperti tekanan operasi, temperatur, konsentrasi bahan kimia dan lain-lain harus dijaga tetap dalam batasan-batasan tertentu yang diizinkan.

2. Spesifikasi Produk (*Production specification*)

Suatu pabrik harus menghasilkan produk dalam jumlah dan kualitas tertentu yang diinginkan, dengan demikian dibutuhkan suatu sistem pengendali untuk menjaga tingkat produksi dan kualitas produk yang diinginkan.

3. Peraturan Lingkungan (*Environmental constraints*)

Terdapat berbagai peraturan lingkungan yang memberikan syarat-syarat tertentu bagi berbagai buangan pabrik kimia agar tidak mencemari lingkungan sekitar.

4. Kendala-kendala Operasi (*Operasional constraints*)

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam operasi pabrik kimia memiliki kendala-kendala operasional tertentu yang harus dipenuhi.

5. Ekonomis (*Economics*)

Operasi kimia ditujukan untuk memberikan keuntungan yang maksimum, sehingga pabrik harus dijalankan pada kondisi yang menyebabkan biaya bahan baku menjadi minimum dan laba yang diperoleh menjadi maksimum.

10.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Pada Pabrik Vinil Asetat

Suatu usaha perencanaan dalam pengaturan peralatan pabrik sehingga seluruh karyawan, masyarakat sekita dan lingkungan terhindari dari bahaya yang ditimbulkan oleh pabrik.

Dalam melaksanakan pekerjaan setiap karyawan perlu disiplin untuk menghindari bahaya yang mungkin terjadi. Dengan adanya keselamatan kerja suatu pabrik, berarti ada usaha untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, bebas dari kecelakaan, kehancuran, dan kebocoran. Selain bahaya yang bersumber dari dalam pabrik, bahaya dapat berasal dari luar pabrik, seperti angin, gempa, dan petir.

Usaha-usaha yang perlu diperhatikan untuk menanggulangi bahaya- bahaya yang mungkin terjadi adalah :

1. Tangki dipilih yang tahan tekanan, tahan korosi dan dilengkapi dengan *manhole* dan *handhole* untuk pemeriksaan dan pemeliharaan (*maintance*).
2. Memakai jaket untuk mencegah kebocoran pada suatu sistem perpipaan.
3. Pipa-pipa yang dialirkan fluida panas dan beracun diberikan warna kontras dan dipasang jauh dari tempat karyawan lewat.
4. Lampu – lampu penerangan pada pabrik harus dipasang lebih memadai.
5. Kabel – kabel listrik pada area proses diberikan isolasi khusus yang tahan terhadap panas.
6. Bangunan-bangunan yang tinggi harus diberikan penangkal petir.
7. Ventilasi udara untuk laboratorium dan ruangan penyimpanan bahan kimia harus cukup agar sirkulasi udara baik.
8. Sistem pemadam kebakaran disesuaikan dengan jenis proses.
9. Bagi petugas, pekerja maupun pengunjung tidak dibenarkan merokok, membawa mancis atau korek api ke tempat berbahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kebakaran.
10. Memasang alarm atau tanda bahaya kebakaran,
11. Pengontrolan harus diadakan secara periodik untuk semua peralatan dan instalasi pabrik.

Untuk mencapai keselamatan bagi setiap karyawan pabrik vinil asetat perlu dilakukan pembekalan bagi karyawan dengan keterampilan menggunakan peralatan secara benar dan cara-cara mengatasi kecelakaan kerja. Maka ditambah nilai – nilai disiplin bagi para karyawan yaitu :

- 1) Mengikuti pedoman-pedoman yang sesuai dalam bertugas,
- 2) Mematuhi setiap peraturan dan ketentuan yang ada,
- 3) Memiliki keterampilan untuk mengatasi kecelakaan dengan menggunakan peralatan yang ada,
- 4) Melaporkan dengan segera setiap kecelakaan atau kejadian yang merugikan pada atasan,
- 5) Mengingatkan karyawan akan perbuatan yang dapat menimbulkan bahaya,
- 6) Mengontrol secara periodik terhadap alat instalasi pabrik oleh petugas *maintenance*.

Keselamatan secara mekanis juga perlu dilakukan dikarenakan bahaya mekanis ini biasanya disebabkan oleh pengejaraan kontruksi yang tidak memenuhi syarat dan standart yang berlaku. Hal – hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

- 1) Konstruksi harus mendapatkan perhatian yang cukup tinggi,
- 2) Pemasangan alat-alat control yang baik yang sesuai serta pengamanan,
- 3) Perencanaan peralatan harus sesuai dengan aturan yang berlaku baik pemilihan bahan konstruksi maupun faktor lain,
- 4) Alat-alat yang dipasang dengan penahan yang cukup kuat, untuk mencegah kemungkinan jatuh dan terguling,
- 5) Peralatan yang berbahaya, seperti reaktor bertekanan tinggi, harus diberi pagar pengaman,
- 6) Ruang gerak karyawan harus cukup lapang dan tidak menghambat.

10.3.1 Sebab – Sebab Terjadi Kecelakaan

Secara umum sebab terjadinya kecelakaan sebagai berikut :

1. Lingkungan fisik

Lingkungan fisik meliputi mesin, peralatan, bahan produksi, lingkungan kerja, penerangan, dan lain-lain.

Kecelakaan terjadi akibat :

- 1) Kesalahan perencanaan
- 2) Rusaknya peralatan
- 3) Kesalahan waktu pembelian
- 4) Terjadi ledakan karena kondisi operasi yang tidak terkontrol.
- 5) Penyusunan peralatan dan bahan kontruksi yang kurang tepat.

2. Manusia (karyawan)

Kecelakaan yang disebabkan oleh manusia (karyawan) antara lain :

- 1) Kurangnya pengetahuan dan keterampilan karyawan
- 2) Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran karyawan akan keselamatan kerja.

3. Sistem manajemen

Adapun kecelakaan yang disebabkan oleh sistem manajemen adalah :

- 1) Kurangnya perhatian terhadap keselamatan kerja.

- 2) Kurangnya penerapan prosedur kerja dengan baik.
- 3) Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan pabrik dan modifikasi pabrik.
- 4) Tidak mengadakan inspeksi peralatan.
- 5) Kurang perhatian pada sistem penanggulangan bahaya.

10.3.2 Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) merupakan kelengkapan yang wajib digunakan saat bekerja sesuai dengan bahaya dan risiko untuk menjaga keselamatan pekerja itu sendiri dan orang sekelilingnya. Kewajiban itu sudah disepakati oleh pemerintah melalui Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia (DEPNAKER RI).

Semua jenis APD harus digunakan sebagaimana mestinya serta menggunakan pedoman yang benar-benar sesuai dengan standar keselamatan kerja yaitu Kesehatan, Keselamatan, Kerja, dan Lingkungan (K3L).

Hukum yang mendasari adalah :

1. Undang – undang No.1 Tahun 1970.
 - 1) Pasal 3 Ayat (1) butir f : Dengan peraturan perundangan ditetapkan syarat – syarat untuk memberikan APD.
 - 2) Pasal 9 Ayat (1) butir e : Pengurus diwajibkan menunjukkan dan menjelaskan pada tiap tenaga kerja baru tentang APD.
 - 3) Pasal 12 Ayat (1) butir b : Dengan peraturan perundangan diatur kewajiban atau hak tenaga kerja untuk memakai APD.
2. Permenakertrans No.Per.01/MEN/2020

Pasal 4 Ayat (3) menyebutkan kewajiban pengurus menyediakan alat perlindungan diri dan wajib bagi tenaga kerja untuk menggunakannya untuk pencegahan penyakit akibat kerja.

3. Permenakertrans No.Per.03/MEN/2020

Pasal 2 butir 1 menyebutkan memberikan nasehat mengenai perencanaan dan pembuatan tempat kerja, pemilihan alat pelindung diri yang diperlukan dan gizi serta penyelenggaraan makanan tempat kerja.

4. Permenakertrans No.Per.03/MEN/2020

Pasal 2 Ayat (2) menyebutkan tenaga kerja harus memakai alat

perlindungan diri yang berupa pakai kerja, sarungan tangan, kacamata pelindung atau pelindung wajah dan perlindungan pernafasan.

10.3.3 Macam-macam Alat Perlindungan Diri (APD)

Upaya peningkatan kesehatan keselamatan kerja (K3) bagi karyawan pada pabrik ini adalah dengan menyediakan fasilitas sesuai bidang kerjanya. Fasilitas yang diberikan adalah melengkapi karyawan dengan peralatan perlindungan diri sebagai berikut:

1. Helm
2. Pakaian dan perlengkapan pelindung
3. Sepatu pengaman
4. Pelindung mata
5. Masker udara
6. Sarung tangan
7. *Ear plug* (pelindung telinga)

10.4 Potensi Bahaya di Pabrik *Vinyl Acetate*

Secara umum, berdasarkan potensi bahaya yang berkaitan dengan industri kimia dapat dikelompokkan menjadi bahaya kimia, bahaya fisik, dan bahaya biologi. Ada beberapa potensi bahaya paling tinggi di Pabrik *Vinyl Acetate* yaitu ; *Hazardous Chemical Exposures, Poisoning By Toxic Materials, Thermal Hazards, Pencemaran lingkungan dan Exposures caused by pressurized gases and liquids.*

1. *Hazardous Chemical Exposures*, eksposur bahan kimia berbahaya yang dapat muncul melalui tumpahan bahan kimia, dan percikan. Contohnya Asam Asetat.
2. *Poising By Toxic Materials*, keracunan oleh bahan yang beracun yang disebabkan oleh kebocoran Asetilen.
3. *Thermal Hazard*, banyak proses dan peralatan di pabrik *Vinyl Acetate* yang beroperasi pada suhu tinggi dan langsung mengekspos lingkungan yang panas, permukaan yang panas dan radiasi suhu yang tinggi.
4. Pencemaran lingkungan, tumpahan kimia & limbah adalah faktor umum kontaminasi lingkungan. Langkah pertama yang harus diikuti adalah membuat daftar yang mengandung bahan kimia berbahaya yang digunakan di lokasi pabrik. Setelah itu, lihat setiap *Material safety data sheet* (MSDS) untuk

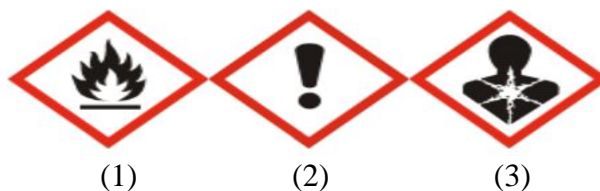
mengidentifikasi bahaya. Dari MSDS, kita dapat mengenali pengendalian bahaya yang berbeda untuk setiap bahan kimia. Beberapa bahan kimia yang ditemukan dalam operasi pabrik *Vinyl Acetate* adalah Asam Asetat, Asetilen, dan *Vinyl Acetate*. Jangan lupa untuk memperbarui daftar bahaya kimia secara teratur atau jika ada perubahan. Hal ini sangat penting dan secara langsung akan mempengaruhi daftar identifikasi bahaya.

5. *Explosion caused by pressurized gases and liquids*, ledakan yang disebabkan oleh gas dan cairan bertekanan yang dapat terjadi pada tangki bahan baku, *reactor* dan alat lainnya.

10.5 Identifikasi Bahaya di Pabrik *Vinyl Acetate*

Identifikasi bahaya di pabrik *Vinyl Acetate* perlu dilakukan identifikasi agar bahan kimia yang digunakan dapat di kontrol dengan sesuai standart yang berlaku dalam industri kimia agar tidak terjadi suatu yang tidak diinginkan. Bahan kimia yang digunakan dalam pabrik *Vinyl Acetate* sebagai berikut :

1. *Vinyl Acetate*



1) *Flammable* (Mudah Terbakar)

- Bahan tidak boleh dipanaskan secara langsung menyebabkan kenaikan tekanan dengan risiko meledak
- Sangat mudah terbakar.
- Jangan membuang cairan mudah terbakar dalam bak cuci
- Jangan menyimpan bahan yang mudah terbakar dengan bahan pengoksidasi
- Bahan yang mudah mengalami perubahan kimia yang cepat pada suhu dan tekanan tinggi.

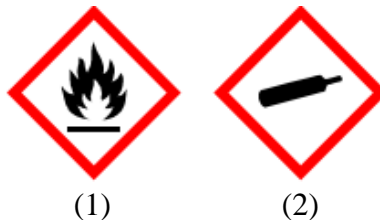
2) *Irritant* (Iritasi)

- Padatan maupun cairan yang jika terjadi kontak secara langsung dan/atau terus menerus dengan kulit atau selaput lendir dapat menyebabkan iritasi atau peradangan
- Toksisitas sistemik pada organ target spesifik karena paparan tunggal dapat menyebabkan iritasi pernafasan, mengantuk, atau pusing
- Sensitisasi pada kulit yang dapat menyebabkan reaksi alergi pada kulit; dan/atau kerusakan parah pada mata yang dapat menyebabkan iritasi serius.

3) *Health Hazard*

- Dapat menyebabkan kerusakan genetik
- Dapat menyebabkan kanker

2. *Acetylene*



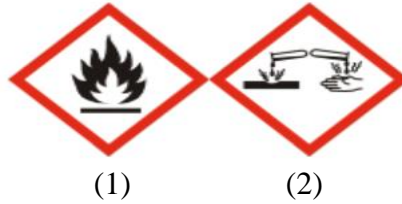
1) *Flammable* (Mudah Terbakar)

- Bahan tidak boleh dipanaskan secara langsung menyebabkan kenaikan tekanan dengan risiko meledak
- Sangat mudah terbakar.
- Jangan membuang cairan mudah terbakar dalam bak cuci
- Jangan menyimpan bahan yang mudah terbakar dengan bahan pengoksidasi
- Bahan yang mudah mengalami perubahan kimia yang cepat pada suhu dan tekanan tinggi.

2) *Compressed Gas* (Gas Bertekanan)

- Berisi gas di bawah tekanan; dapat meledak jika dipanaskan.
- Dapat menggantikan oksigen dan menyebabkan mati lemas dengan cepat.
- Dapat membentuk campuran yang mudah meledak dengan udara.

3. *Acetic Acid*



1) *Flammable* (Mudah Terbakar)

- Bahan tidak boleh dipanaskan secara langsung menyebabkan kenaikan tekanan dengan risiko meledak
- Sangat mudah terbakar.
- Jangan membuang cairan mudah terbakar dalam bak cuci
- Jangan menyimpan bahan yang mudah terbakar dengan bahan pengoksidasi
- Bahan yang mudah mengalami perubahan kimia yang cepat pada suhu dan tekanan tinggi.

2) *Corrosive* (korosif)

- Kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah
- Jangan menghirup debu/asap/gas/kabut/uap/semburan
- Gunakan hanya di luar ruangan atau di area yang berventilasi baik Cuci muka, tangan, dan kulit yang terbuka secara menyeluruh setelah memegang Simpan wadah

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Kelayakan suatu pabrik selain mempertimbangkan faktor teknis juga harus ditinjau dari segi ekonomis, apakah menguntungkan atau tidak. Untuk hal tersebut perlu dilakukan perhitungan atau analisa ekonomi terhadap pabrik tersebut. Faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah laju pengembalian modal dan titik impas produksi (*Break Event Point*).

11.1 Modal yang Ditanamkan (*Capital Investment*)

Capital investment adalah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dan menjalankan pada masa *star-up* sampai diyakini pabrik berjalan dengan normal. *Capital investment* terdiri dari biaya untuk mendirikan pabrik (*Fixed Capital Investment*) dan biaya untuk menjalankan pabrik dalam waktu tertentu (*Working Capital Investment*).

Perhitungan *capital investment* yang diperlukan dalam proses persiapan pabrik ini dilakukan dengan menggunakan studi pendekatan yaitu metode *study estimate*, dimana *capital investment* dihitung berdasarkan harga peralatan pabrik. Berdasarkan pada perhitungan pada lampiran F, diperoleh *Total Capital Investment* yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik Vinil Asetat sebesar Rp.386.583,098,241,0820. Sumber modal yang direncanakan dari modal pinjaman 40% dan modal sendiri 60%.

11.2 Biaya Produksi (*Production Cost*)

Biaya produksi yaitu biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan pabrik. Biaya produksi dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu *Manufacturing Cost* dan *General Expense*. *Manufacturing Cost* yaitu biaya yang berhubungan dengan produksi langsung, biaya tetap dan biaya *overhead*. *General expense* yaitu biaya yang dikeluarkan untuk keperluan administrasi, distribusi, penjualan produk, penelitian, dan pembiayaan lainnya.

11.3 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisa keuntungan (profitabilitas) dapat dilakukan dengan metode *Cash Flow*. Analisa laba dan rugi meliputi:

- a. Laba kotor dan laba bersih
- b. Laju pengembalian modal (*Internal Rate Of Return*)
- c. Waktu pengembalian modal (*Pay Out Time*)
- d. Titik impas (*Break Event Point*)

Pada perhitungan analisa laba dan rugi ini dilakukan beberapa asumsi dan ketentuan yang mendekati keadaan yang sebenarnya.

1. Usia pabrik diperkirakan 20 tahun. Kapasitas produksi masing-masing adalah:

Tahun ke - 1	= 80%
Tahun ke - 2	= 90%
Tahun ke - 3 hingga ke - 18	= 100%
Tahun ke - 19	= 90%
Tahun ke - 20	= 80%

2. Bunga pinjaman sebesar 12,25% (Bank Indonesia, 2022)
3. Masa konstruksi pabrik dan bangunan 2 tahun
4. Pengembalian pinjaman direncanakan dalam jangka waktu 13 tahun
5. Pajak penghasilan 25% per tahun (PP No. 7 Tahun 1983 tentang Pajak Penghasilan).

11.3.1 Laba Kotor dan Laba Bersih

Laba adalah hasil yang diperoleh dari total penjualan dikurangi total ongkos produksi. Laba yang diperoleh sebelum dikurangi pajak penghasilan disebut laba kotor, sedangkan laba yang diperoleh setelah dikurangi pajak penghasilan tersebut disebut laba bersih.

11.3.2 *Internal Rate Of Return* (IRR)

Internal Rate Of Return adalah perbandingan antara laba yang diperoleh tiap tahun terhadap modal yang ditanamkan. *Internal Rate of Return* (IRR) dapat digunakan untuk mengetahui apakah pabrik layak didirikan atau tidak. Apabila IRR yang diperoleh lebih besar dari laju bunga uang yang didepositokan di bank, yaitu sebesar 12,25% maka pabrik dikatakan layak didirikan ditinjau dari segi

ekonomis. Berdasarkan pada perhitungan pada lampiran F, bahwa pada pabrik Monoetanolamin ini diperoleh IRR lebih besar dari laju bunga uang yang didepositkan, IRR yang didapat dari perhitungan sebesar **32,43%**.

11.3.3 Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah lamanya waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal yang dipinjamkan untuk mendirikan pabrik. Untuk pabrik butil vinil asetat yang direncanakan ini diperoleh POT sebelum pajak selama 1,88 tahun, sedangkan POT sesudah pajak selama 2,50 tahun untuk industri kimia dengan resiko rendah *max acceptable* POT 5 Tahun (Aries & Newton, 1955).

11.3.4 Laju Pengembalian Modal

Return on Investment adalah laba atas investasi. Dalam perhitungan ROI, nilai yang dicari adalah persentase keuntungan dari investasi berdasarkan laba keseluruhan dan biaya yang dikeluarkan.

11.3.5 Break Event Point (BEP)

Break Event Point adalah titik dimana hasil penjualan sama dengan biaya yang dikeluarkan untuk produksi. Berdasarkan pada hasil perhitungan yang terdapat pada lampiran F dapat diketahui BEP-nya sebesar 50%. Dari batasan literatur yang didapat untuk pabrik kimia di Indonesia BEP dikatakan layak karena masih didalam batasan. Menurut Aries & Newton rentan BEP untuk industri pabrik kimia 40% – 60%.

Hasil perhitungan analisa ekonomi untuk IRR, POT dan BEP dapat dilihat pada Tabel 11.1.

Tabel 11.1 Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi

No	Keterangan	Perhitungan	Batasan
1	IRR	32,43%	>Persen bunga pinjaman
2	POT sesudah pajak	2,50 tahun	<i>Max Acceptabel</i> 5 tahun
3	<i>Break Event Point</i>	50%	40 – 60%

11.4 Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi

Hasil perhitungan analisa ekonomi berdasarkan pada lampiran F yaitu

Fixed Capital Investment = Rp 318.473.293.247,3250

Working Capital Investment = Rp 56.201.169.396,5867

Total <i>Capital Investment</i>	= Rp. 394.314,760,205,9030
Total Biaya Produksi	= Rp. 1.822,456,851,848,675
Depresiasi per tahun	= Rp. 2.000,785,607,683
Hasil penjualan	= Rp 2.026.100.800.000,000
Laba Sebelum Pajak	= Rp. 203.643,948,151,333
Laba Sesudah Pajak	= Rp. 152,732,961,113,495

Perhitungan analisa ekonomi yang lebih jelas dapat dilihat pada lampiran F

BAB XII

PENUTUP

Hasil analisa perhitungan pada Pra Rancangan Vinyl Asetat dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Kapasitas produksi Vinyl Asetat ton/tahun menggunakan bahan baku Asam Asetat dan Asetilen sebanyak 10.100 kg/jam.
2. Bentuk badan usaha yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Bentuk organisasi yang direncanakan adalah garis dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 243 orang.
3. Lokasi pabrik direncanakan di daerah Kec. Tanjunganom, Kab. Nganjuk Jawa Timur. Karena berbagai pertimbangan antara lain kemudahan mendapatkan bahan baku, daerah pemasaran, sarana transportasi yang mudah dan cepat.
4. Luas tanah yang dibutuhkan adalah 94.300 m².
5. Analisa ekonomi:
 6. Fixed Capital Investement = Rp 318.473.293.247,3250,-
 7. Working Capital Investement = Rp. 56.201.169.396,5867,-
 8. Total Capital Investment = Rp. 374.674.462.643,9110,-
 9. Total biaya Produksi = Rp. 1.807.401.472.351,62,-
 10. Depresiasi per tahun = Rp. 1.906.739.201,98,-
 11. Hasil penjualan = Rp. 2.026.100.800.000,00,-
 12. Laba Kotor = Rp. 218.699.327.648,38,-
 13. Laba Bersih = Rp. 164.024.495.736,29,-
 14. *Break Event Point* (BEP) = 50%
 15. *Pay Out Time* (POT) = 2,26 tahun
 16. *Internal Rate of Return* (IRR) = 35,74%
17. Berdasarkan data-data diatas dapat disimpulkan Prarancangan pabrik Vinyl Asetat dengan proses adisi Asam Asetat dan Asetilen layak untuk didirikan dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Bank Indonesia. 2022. *Data Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia/BI Rate*.
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. John Willey and Sons Ibc, New York.
- Crews, G. 2012. *Mercury, Mercury Alloys, and Mercury Compounds: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*
- Coulson, J.M., and J.H Ricardson. 1983. *Chemical Engineering*. Pergamon Press, New York.
- Coulson, J.M., and J.H Ricardson. 1989. *Chemical Engineering Third Edition*. Pergamon Press, New York.
- Degremont. 1991. *Water Treatment Handbook Fifth edition*. John Willey and Sons. New York.
- Fogler, S. 1992. *Elements of Chemical Reaction Engineering*. 2nd Edition. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Foust, A. S., 1980. *Principles of Unit Operation*, 2^{td} edition. John Willey and Sons, New York.
- Garret E., Donald. 1989. *Chemical Engineering Economics*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Geankoplis J. Cristie. 1978. *Transport Process and Unit Operation*, 1rd edition. John Willey and Sons Ibc, New York.
- Geankoplis J. Cristie. 1983. *Transport Process and Unit Operation*, 2rd edition. John Willey and Sons Ibc, New York.
- Geankoplis J. Cristie. 1993. *Transport Process and Unit Operation*, 3rd edition. John Willey and Sons Ibc, New York.
- Jenkins, Scott. 2020. *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI) and Marshall & Swift Equipment Cost Index (MSCI)*, 2019. Diakses bulan Juli 2022.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 1967. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Kern. D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Mc Graw-Hill Book Company, Singapore.
- Krik, R.E, and Othmer. 1978. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2nd edition Volume 3. John Willey and Sons inc.

- Krik, R.E, and Othmer. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd edition Volume 3. John Willey and Sons inc.
- Ludwig, E. E. 1980. *Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plant*. Gulf Publishing Company Boston.
- Manullang, M. 1987. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Manurung, Mandala. 2000. *Teori Ekonomi Mikro Suatu Pengantar*. Jakarta. FE UI.
- McCabe, W.L. Smith, J.C. Harriot, P. 1994. *Operasi Teknik Kimia*, Jilid 1, Edisi Keempat. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 1991. *Rekayasa Air Limbah: Pengolahan, Pembuangan, dan Penggunaan Kembali*. Edisi ke-3, McGraw-Hill, Inc., Singapura.
- Nurhalimah. 2017. *Sistem Penjernihan Air*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Perry, J.H. 1984. *Chemical engineering Handbook*, 3th edition. Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Perry, J.H. 1999. *Chemical Engineering Handbook*, 7th edition, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore.
- Petter, M.S and Timmerhause, K.D. 1991. *Plant Design and Economic For Chemical Engineering*, 4th edition, Mc Graw-Hill International Book Company, Singapore.
- Reklaitis, G.V. 1983. *Introduction To Material And Energy Balances*, John Willey and Sons Inc, New York.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 5th edition, Mc. Graw-Hill International Book Company, Singapore.
- Stephanopoulos, George. 1984. *Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice*. Prentice: Hall International, Inc.
- The NALCO water handbook. 1988, *McGraw-Hill Book Co. in English* - 2nd ed. 0070458723 9780070458727. aaaa. Not in Library. Libraries near you: WorldCat.
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, 1st edition Willey and Sons, United States of America.
- Ullman, 1988a, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol B 2, VCH, Germany

- Ullman, 1988b, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol B 3, VCH, Germany
- Ullman, 1989, *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol. A-16, InterscienceEncyclopedia, Inc., New York.
- Ullman, 1988c, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol B 4, VCH, Germany
- Ullman, 1990a, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol A 16, VCH, Germany
- Ullman, 1990b, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol A 27, VCH, Germany
- Ullman, 2002, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol A 27, VCH, Germany
- Van Winkle. 1967. *Chemical engineering Plant design, 4th edition*. Mc Graw Hill Company.
- Wallas, M Staenly. 1988. *Cemical Process Equipment*, Butterwood Publishers.
- Wallas, M Staenly. 1990. *Cemical Process Equipment*, Butterwood Publishers.
- Yaws, Carl L. 1999. *Yaws' Handbook of Thermodynamic and Physical Properties of Chemical Compounds*. Professor of Chemical Engineering Lamar University. Texas: Beaumont.
- www.pertamina.com. 2022. *Harga Bahan Bakar Solar*. Diakses Juni 2023.
- www.matche.com. Diakses bulan Juni 2022.

