

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT
MENGUNAKAN PROSES KARBONILASI METANOL
DENGAN KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN**

Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat
untuk mendapatkan gelar sarjana



Disusun oleh:

Franklin Sahuburua	(142420120009)
Muthmainnah Ely	(142420120007)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PENDIDIKAN MUHAMMADIYAH SORONG**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT MENGGUNAKAN PROSES
KARBONILASI METANOL DENGAN KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN**

Yang telah dipersiapkan dan disusun oleh:

Franklin Sahuburua	142420120009
Muthmainnah Ely	142420120007

Telah disetujui oleh

Dosen Pembimbing Skripsi Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik

Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk mendapat Gelar Sarjana

Dosen Pembimbing I



Firmanullah Fadlil, M.Eng.
NIDN. 1420019101

Dosen Pembimbing II



Ainul Alim Rahman, M.T.
NIDN. 1404109201

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT MENGGUNAKAN PROSES
KARBONILASI METANOL DENGAN KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN**

Yang telah dipersiapkan dan disusun oleh:

Franklin Sahuburua

142420120009

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal 26 Mei 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1 : Firmanullah Fadlil, M.Eng.

NIDN. 1420019101

Pembimbing 2 : Ainul Alim Rahman, M.T.

NIDN. 1404109201

Penguji 1 : Yusnita La Goa, M.T.

NIDN. 1429048101

Penguji 2 : Nita Indriyani, M.T.

NIDN. 1401048701

Sorong, 26 Mei 2025

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Nita Indriyani, M.T.

NIDN. 1401048701

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : 1. Franklin Sahuburua (142420120009)
2. Muthmainnah Ely (142420120007)
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Kimia

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang kami tulis ini dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Asam Asetat Menggunakan Proses Karbonilasi Metanol Dengan Kapasitas 14.000 Ton/Tahun** benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang kami akui sebagai hasil tulisan atau pikiran kami sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil karya jiplakan, maka kami bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Sorong, 22 Mei 2025

Yang Membuat Pernyataan



Franklin Sahuburua



Muthmainnah Ely

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas segala rahmat, taufik, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Allah Muhammad saw. beserta sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Tugas Akhir Prarancangan Pabrik yang berjudul "Prarancangan Pabrik Asam Asetat Menggunakan Proses Karbonilasi Metanol dengan Kapasitas 14.000 Ton/Tahun" ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.

Atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, kami selaku penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong (UNIMUDA), Fakultas Teknik, dan Program Studi Teknik Kimia.
2. Orang Tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada hentinya.
3. Ibu Yusnita La Goa, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.
4. Ibu Nita Indriyani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Unimuda Sorong.
5. Bapak Firmanullah Fadlil, M.Eng., selaku Pembimbing I dan Bapak Ainul Alim Rahman, M.T., selaku Pembimbing II yang senantiasa memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.
7. Teman-teman, kakak, dan adik-adik Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia yang telah memberikan semangat dan dukungannya.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penulis, Aamiin.

Wassalamu'alaykum Wr. Wb.

Sorong, 22 Mei 2025

DAFTAR ISI

COVER.....	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
I.2. Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	4
I.4. Tinjauan Pustaka	7
BAB II URAIAN PROSES	13
II.1. Tahap Persiapan Bahan Baku.....	13
II.2. Tahap Reaksi	13
II.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian	14
II.4. Diagram Alir Kualitatif	15
BAB III SPESIFIKASI BAHAN.....	16
III.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	16
III.2. Spesifikasi Katalis	17
III.3. Spesifikasi Produk.....	18
BAB IV NERACA MASSA.....	20
IV.1. Neraca Massa Alat	20
IV.2. Neraca Massa Total.....	22
IV.3. Diagram Alir Kuantitatif	23
BAB V NERACA PANAS	24
V.1. Neraca Panas Alat	24
V.2. Neraca Panas Total.....	27
BAB VI SPESIFIKASI ALAT	28
VI.1. Spesifikasi Alat Besar	28
VI.2. Spesifikasi Alat Kecil.....	31

BAB VII UTILITAS.....	36
VII.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	36
VII.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	55
VII.3. Unit Penyediaan Listrik.....	55
VII.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	57
VII.5. Unit Pengolahan Limbah.....	58
VII.6. Unit Laboratorium.....	59
BAB VIII <i>LAYOUT</i> PABRIK DAN PERALATAN PROSES.....	62
VIII.1. Lokasi Pabrik.....	62
VIII.2. <i>Layout</i> Pabrik.....	62
VIII.3. <i>Layout</i> Peralatan.....	66
BAB IX KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA.....	69
IX.1. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Secara Umum.....	69
IX.2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Pabrik Asam Asetat.....	71
IX.3. Keselamatan Karyawan di Area Pabrik Asam Asetat.....	73
IX.4. Keselamatan Pada Alat-alat Pabrik.....	81
BAB X STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN.....	83
X.1. Organisasi Perusahaan.....	83
X.2. Struktur Organisasi.....	85
X.3. Tugas dan Wewenang.....	86
X.4. Pembagian Jam Kerja.....	94
X.5. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	96
X.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	98
X.7. Manajemen Perusahaan.....	101
BAB XI EVALUASI EKONOMI.....	104
XI.1. Dasar Perhitungan.....	104
XI.2. Perhitungan <i>Capital Investment</i>	105
XI.3. Perhitungan Biaya Produksi.....	106
XI.4. Analisis Kelayakan.....	111
BAB XII KESIMPULAN.....	117
DAFTAR PUSTAKA.....	118
LAMPIRAN PERHITUNGAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel I.2.1.1. Data Impor – Ekspor Asam Asetat di Indonesia	2
Tabel I.2.1.2. Data Perhitungan Rata-rata/Tahun	3
Tabel I.4.2. Pertimbangan Pemilihan Proses Pembuatan Asam Asetat.....	8
Tabel I.4.4. Data Entalpi Pembentukan Pada 298 K.....	10
Tabel III.1.1. Sifat Fisis Metanol	16
Tabel III.1.2. Sifat Fisis Karbon Monoksida.....	17
Tabel III.2.a. Spesifikasi Katalis Rhodium	17
Tabel III.2.b. Spesifikasi Katalis Iodin	18
Tabel III.3. Spesifikasi Asam Asetat.....	18
Tabel IV.1.1. Neraca Massa Reaktor <i>Packed Bed</i>	20
Tabel IV.1.2. Neraca Massa Menara Distilasi	20
Tabel IV.1.3. Neraca Massa Kondensor dan Akumulator.....	21
Tabel IV.1.4. Neraca Massa Reboiler.....	21
Tabel IV.1.5. Neraca Massa Evaporator.....	21
Tabel IV.2. Neraca Massa Total.....	22
Tabel V.1.1. Neraca Panas <i>Heater</i>	24
Tabel V.1.2. Neraca Panas <i>Heater</i>	24
Tabel V.1.3. Neraca Panas Reaktor <i>Packed Bed</i>	24
Tabel V.1.4. Neraca Panas <i>Cooler</i>	25
Tabel V.1.5. Neraca Panas Kondensor	25
Tabel V.1.6. Neraca Panas Menara Distilasi	26
Tabel V.1.7. Neraca Panas Evaporator	26
Tabel V.1.8. Neraca Panas <i>Cooler</i>	26
Tabel V.1.9. Neraca Panas <i>Cooler</i>	27
Tabel V.2. Neraca Panas Total	27
Tabel VI.1.1. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku.....	28
Tabel VI.1.2. Spesifikasi Reaktor <i>Packed Bed</i>	28
Tabel VI.1.3. Spesifikasi Menara Distilasi	29
Tabel VI.1.4. Spesifikasi Evaporator.....	30
Tabel VI.2.1. Spesifikasi <i>Heater</i> 01	31

Tabel VI.2.2. Spesifikasi <i>Heater</i> 02	32
Tabel VI.2.3. Spesifikasi Kondensor 01	33
Tabel VI.2.4. Spesifikasi Reboiler 01.....	34
Tabel VI.2.5. Spesifikasi <i>Cooler</i> 01	35
Tabel VII.1.1. Kebutuhan Air Untuk <i>Steam</i>	43
Tabel VII.1.2. Kebutuhan Air Untuk Pendingin	43
Tabel VII.1.3. Kebutuhan air untuk sanitasi dan keperluan umum.....	44
Tabel VII.1.1.1. Spesifikasi bak pengendapan awal	45
Tabel VII.1.1.2. Spesifikasi tangki flokulator	45
Tabel VII.1.1.3. Spesifikasi tangki tawas.....	46
Tabel VII.1.1.4. Spesifikasi tangki larutan <i>soda ash</i>	46
Tabel VII.1.1.5. Spesifikasi <i>clarifier</i>	46
Tabel VII.1.1.6. Spesifikasi sand <i>filter</i>	47
Tabel VII.1.1.7. Spesifikasi bak penampung air bersih	47
Tabel VII.1.1.8. Spesifikasi tangki air rumah tangga dan kantor.....	48
Tabel VII.1.1.9. Spesifikasi tangki kaporit.....	48
Tabel VII.1.1.10. Spesifikasi <i>kation exchanger</i>	49
Tabel VII.1.1.11. Spesifikasi tangki larutan H ₂ SO ₄	49
Tabel VII.1.1.12. Spesifikasi <i>anion exchanger</i>	49
Tabel VII.1.1.13. Spesifikasi tangki larutan NaOH	50
Tabel VII.1.1.14. Spesifikasi Deaerator.....	50
Tabel VII.1.1.15. Spesifikasi tangki air umpan boiler	51
Tabel VII.1.1.16. Spesifikasi tangki larutan hidrazine.....	51
Tabel VII.1.1.17. Spesifikasi tangki larutan NaH ₂ PO ₄	51
Tabel VII.1.1.18. Spesifikasi tangki bahan bakar	52
Tabel VII.1.1.19. Spesifikasi <i>cooling tower</i>	52
Tabel VII.1.1.20. Spesifikasi tangki kondensat.....	53
Tabel VII.1.1.21. Spesifikasi boiler.....	53
Tabel VII.1.1.22. Spesifikasi Pompa.....	54
Tabel VII.3.1. Keperluan Listrik Alat Proses.....	55
Tabel VII.3.2. Keperluan Listrik Alat Utilitas	56
Tabel VII.3.3. Keperluan Listrik Penerangan dan AC	57

Tabel VIII.2. Luas Tanah Lokasi Pabrik.....	65
Tabel X.4.1. Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	95
Tabel X.4.2. Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i> (Lanjutan)	95
Tabel X.5. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	96
Tabel XI.2. Indeks Harga 2008-2022	105
Tabel XI.3.1.1. <i>Physical Plant Cost</i> (PPC)	108
Tabel XI.3.1.2. <i>Direct Plant Cost</i> (DPC)	108
Tabel XI.3.1.3. Fixed Capital Investment (FCI).....	108
Tabel XI.3.1.4. <i>Working capital investment</i>	109
Tabel XI.3.1.5. DMC.....	110
Tabel XI.3.1.6. IMC	110
Tabel XI.3.1.7. FMC.....	111
Tabel XI.3.1.8. GE.....	111
Tabel XI.3.1.9. Production Cost.....	111
Tabel XI.4. Kesimpulan Evaluasi Ekonomi	116



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.4. Diagram Alir Kualitatif.....	15
Gambar IV.4. Diagram Alir Kuantitatif.....	23
Gambar VIII.1. Lokasi Pabrik.....	62
Gambar VIII.2. Denah pabrik asam asetat	66
Gambar VIII.3. <i>Layout</i> Peralatan	68
Gambar X.7. Struktur Organisasi Pabrik Asam Asetat.....	103
Gambar XI.4. Grafik Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya	116



ABSTRAK

Sektor industri berperan sebagai faktor penggerak perekonomian nasional, salah satunya adalah industri hulu khususnya industri kimia dasar (petrokimia). Industri asam asetat perlu dikembangkan karena asam asetat memiliki pasar yang luas penggunaannya sebagai bahan dasar dalam industri kimia. Contohnya digunakan dalam industri plastik, farmasi, industri cat, industri karet, industri *Purified Terephthalic Acid* (PTA) dan lain-lain, maka perlu dirancang pabrik asam asetat dari methanol dan karbon monoksida dengan proses Monsanto kapasitas 14.000 ton/tahun. Rencana pembangunan pabrik asam asetat berada di kawasan Bontang, Kalimantan Timur dengan bahan baku methanol sebanyak 381,62 ton/tahun yang berasal dari PT. Kaltim Methanol dan karbon monoksida sebanyak 350,96 ton/tahun yang berasal dari PT. Pupuk Kaltim. Pabrik yang dirancang beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam dalam sehari dengan jumlah karyawan 159 orang.

Proses produksi dilakukan menggunakan proses Monsanto yang berlangsung pada Reaktor *Packed Bed* pada kondisi operasi 175°C dan tekanan 1 atm. Proses produksi asam asetat pada pabrik ini dimulai dengan pencampuran bahan baku metanol yang disimpan pada tangki penyimpanan (TP-01) dan karbon monoksida (TP-02) di dalam reaktor (R-01) dengan katalis Rhodium dan Iodin, di dalam reaktor terjadi proses karbonilasi metanol yang menghasilkan asam asetat beserta bahan lain yang tidak ikut bereaksi. Keluaran dari reaktor berupa gas CO dan H₂ dilepaskan menuju UPL sedangkan keluaran berupa metanol, air, dan asam asetat diumpan ke dalam menara distilasi (MD-01) untuk dilakukan pemisahan antara asam asetat dan bahan lain. Keluaran atas menara distilasi yang berupa metanol dan air diumpan kembali ke dalam reaktor, sedangkan hasil bawah menara distilasi diumpan ke dalam evaporator (EV-01) sebagai tahapan akhir pemurnian asam asetat sehingga diperoleh *bottom product* berupa asam asetat 99% dengan 1% air yang akan disimpan pada tangki penyimpanan (TP-03) dan kemudian siap didistribusikan.

Ditinjau dari segi ekonomi, pabrik ini membutuhkan biaya produksi sebesar Rp267.469.508.619,52 dengan total penjualan Rp360.410.525.652,18. Hasil analisa ekonomi pabrik ini menunjukkan: (a) Total pendapatan sebelum pajak Rp92.941.017.032,66 dan sesudah pajak sebesar Rp65.058.711.922,86; (b) Nilai *Pay Out Time* (POT) adalah 3,1 tahun; (c) Persentase *Rate of Return Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 38% dan sesudah pajak 27%; (d) Nilai *Discounted Cash Flowrate of Return* (DCFRR) sebesar 22,08%; (h) *Break Event Point* (BEP) sebesar 42,90%. Berdasarkan data hasil analisis ekonomi tersebut, maka pabrik asam asetat ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sektor industri berperan sebagai faktor pendorong ekonomi nasional yang memiliki potensi besar dalam perkembangannya, salah satunya adalah industri kimia dasar (petrokimia). Industri ini berfokus pada bidang bahan kimia yang harus ditingkatkan dan dikembangkan untuk mencapai negara mandiri, seperti industri asam asetat karena memiliki berbagai macam pasar. Di Indonesia, industri asam asetat adalah salah satu industri kimia dengan potensi pengembangan yang besar, penggunaan tidak hanya dalam industri skala besar, tetapi juga di sektor industri sebagai bahan baku utama dan tambahan.

Asam asetat atau *acetic acid* umumnya dikenal sebagai cuka sering digunakan dalam produksi polimer, seperti selulosa asetat dan asetat-polyvinyl. Selain itu, asam asetat digunakan sebagai bahan penunjang berbagai sektor, seperti produksi bioplastik agar dapat terurai lebih cepat dibanding plastik pada umumnya, industri cat, industri karet, industri *Purified Terephthalic Acid* (PTA). Penggunaan asam asetat lainnya dibidang farmasi adalah bahan untuk produksi zat adiktif, fotografi, tereftalat, dan insektisida (Othmer, 1991). Kebutuhan asam asetat di Indonesia masih belum tercukupi disebabkan kurangnya produsen lokal sampai saat ini, sehingga masih mengandalkan impor untuk memenuhi kebutuhan akan asam asetat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, Indonesia saat ini masih mengimpor asam asetat sebanyak 68.236,44 ton per tahun 2022 (BPS, 2025). Sedangkan keperluan asam asetat di Indonesia mengalami peningkatan rata-rata dari 2018-2022 mencapai 371,85%, hal ini mengacu pada hasil perhitungan menggunakan metode linier pada data konsumsi asam asetat di Indonesia pada tahun tersebut.

Dari data yang diperoleh maka industri asam asetat masih sangat berprospek di Indonesia, sehingga pabrik asam asetat di Indonesia masih sangat

strategis untuk didirikan. Berikut adalah alasan mengapa industri asam asetat masih memiliki prospek yang baik:

1) Dapat meningkatkan pendapatan negara.

Adanya pabrik asam asetat di Indonesia dapat menurunkan nilai impor karena kebutuhan asam asetat di dalam negeri telah terpenuhi.

2) Sebagai penunjang bahan baku industri hilir, sehingga dapat memacu pertumbuhan industri lain dengan biaya produksi yang lebih murah.

3) Membuka lapangan kerja dan mengurangi tingkat pengangguran, terutama di wilayah pabrik.

I.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik asam asetat, ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan, yaitu kebutuhan impor (kebutuhan dalam negeri) dan kapasitas pabrik yang sudah ada di Indonesia, maka perhitungan kapasitas perancangan pabrik ini berdasarkan impor dan ekspor asam asetat.

I.2.1 Data Ekspor Impor

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) 2023, kebutuhan impor asam asetat di Indonesia dari tahun 2018 - 2022 adalah sebagai berikut:

Tabel I.2.1.1. Data Impor – Ekspor Asam Asetat di Indonesia

Tahun	Kapasitas (ton)	
	Impor	Ekspor
2018	70.963,87	1,27242
2019	71.599,05	2,6855
2020	65.591,791	9,443
2021	71.278,413	0,37373
2022	68.236,438	1,5535

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)

Untuk memproyeksikan kebutuhan asam asetat di Indonesia pada tahun 2028, maka dilakukan metode *discounted* melalui perhitungan pertumbuhan rata-rata/tahun dengan rumus sebagai berikut:

$$\%P = \frac{\text{data tahun terbaru} - \text{data tahun lalu}}{\text{data tahun lalu}} \times 100\%$$

$$i = \frac{\sum \%P}{n}$$

Kapasitas yang dicari = kapasitas tahun terbaru $\times (1 + i)^{\text{range tahun}}$
 (Sumber: Petter & Timmerhause, 2003)

Tabel I.2.1.2. Data Perhitungan Rata-rata/Tahun

Tahun	IMPOR		EKSPOR	
	Jumlah (ton)	%P	Jumlah (ton)	%P
2018	70,963.87	0.00%	1.27	0.00%
2019	71,599.05	0.90%	2.69	111.05%
2020	65,591.79	8.39%	9.44	251.63%
2021	71,278.41	8.67%	0.37	96.04%
2022	68,236.44	4.27%	1.55	315.67%
$\Sigma \%P$		22.22%		774.40%
i		5.56%		193.60%

Berdasarkan data di atas, proyeksi kebutuhan dan ekspor asam asetat pada tahun 2028 masing-masing sebesar 84.711,54 ton/tahun dan 115,43 ton/tahun.

I.2.2 Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Indonesia telah memiliki pabrik asam asetat, yaitu PT. Indo Acidatama Chemical Industri (IACI) dengan kapasitas 56.600 ton/tahun (Wikipedia. 2023). Dengan asumsi, sampai tahun 2028, tidak ada pabrik baru yang berdiri, maka proyeksi produksi dalam negeri pada tahun 2028 hanya sebesar 56.600 ton/tahun. Oleh karena itu, tetap dibutuhkan pabrik asam asetat untuk memenuhi kebutuhan asam asetat di dalam negeri dan menghindari ketergantungan luar negeri dimasa depan.

Untuk mengetahui jumlah kapasitas produksi pabrik asam asetat menggunakan metode *discounted* dan neraca massa kapasitas. Dengan diperkirakannya kebutuhan asam asetat akan meningkat setiap tahun, maka butuh proyeksi produksi, kebutuhan, ekspor, dan diasumsikan pada 2028 tidak ada impor asam asetat. Berikut ini merupakan data perhitungan asam asetat:

Produksi : 56.600 ton/tahun
 Impor (2018-2022) : 84.711,54 ton/tahun

Ekspor (2018-2022) : 115,43 ton/tahun

Berdasarkan data tersebut, kapasitas perancangan pabrik asam asetat tahun 2028 pada pra rancangan pabrik ini dapat ditetapkan menggunakan perhitungan neraca massa kapasitas, seperti pada perhitungan proyeksi kebutuhan asam asetat.

Penentuan kapasitas pabrik asam asetat berdasarkan neraca massa kapasitas:

$$\text{Pabrik baru} = (\text{ekspor} + \text{kebutuhan}) - (\text{impor} + \text{pabrik lama})$$

$$\text{Pabrik baru} = (115,43 + 84.711,54) - (0 + 56.600)$$

$$\text{Pabrik baru} = 28.226,97 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan kapasitas sebesar 28.226,97 ton. Maka kapasitas perancangan pabrik asam asetat tahun 2028 pada pra rancangan pabrik ini ditetapkan sebesar 50% dari besarnya kapasitas, yaitu sebesar 14.113,49 ton/tahun atau dibulatkan menjadi 14.000 ton/tahun. Penetapan 50% berdasarkan Bab IV, Pasal 17 ayat 2c yang berisi satu pelaku usaha dilarang menguasai lebih dari 50% pangsa pasar dan mengakibatkan pelaku usaha lain tidak dapat masuk ke dalam persaingan usaha (UU No.5 Tahun 1999).

Berdasarkan pertimbangan ketersediaan bahan baku di dalam negeri sudah mencukupi, perkembangan industri, dan perkembangan pengguna asam asetat di Indonesia, maka pra rancangan pabrik asam asetat dengan kapasitas 14.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk didirikan.

I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting, karena berhubungan langsung dengan kemajuan dan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Oleh karena itu, lokasi pendirian pabrik ini sangat menentukan kesuksesan industri baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Pertimbangan utama, yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan distribusi dan biaya yang minimum dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk kondisi yang aman dalam operasi pabrik dan pengembangan pabrik (Peters and Timmerhaus, 2003). Lokasi pendirian pabrik yang dipilih berada di Bontang, Kalimantan Timur. Karena

lokasi ini cukup dekat dengan bahan baku. Ada dua faktor untuk pertimbangan pemilihan lokasi pabrik sebagai berikut:

a. Faktor Primer

Beberapa faktor-faktor primer yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik asam asetat antara lain:

➤ Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik di Kota Bontang akan memudahkan dalam pemasaran produk, dikarenakan kebutuhan asam asetat sangat banyak sekali di Indonesia dan banyak pabrik – pabrik yang berdiri di daerah Kalimantan Timur, sehingga pemasaran produk ini cukup menguntungkan.

➤ Letak Sumber Penyediaan Bahan Baku Pabrik

Penyediaan bahan baku perlu diperhatikan, karena bahan baku termasuk unit yang sangat penting dan kebutuhan utama bagi kelangsungan serta kelancaran berjalannya suatu produksi. Keuntungan dalam memperoleh bahan baku juga memberikan aspek ekonomis pada industri. Bahan baku utama, yaitu metanol diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri dan karbon monoksida diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim yang berlokasi di Bontang Kalimantan Timur.

➤ Fasilitas Pengangkutan/Transportasi

Transportasi merupakan salah satu faktor penting dalam pemilihan lokasi pabrik untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya. Pemasaran produk dan transportasi bahan baku dapat dilakukan melalui jalur darat dan laut.

➤ Tersedianya Tenaga Kerja

Perekrutan tenaga kerja perlu adanya pertimbangan jumlah, kualitas, keahlian, jumlah upah minimum dan produktifitas tenaga kerja. Hal ini agar tenaga kerja yang dipekerjakan adalah tenaga kerja yang memiliki kompetensi yang cukup agar proses berjalan dengan baik. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja tersebut.

➤ Utilitas dan Energi

Penyediaan sarana utilitas seperti kebutuhan air dan listrik harus dipenuhi oleh pihak pengelola kawasan industri. Area kawasan pendirian pabrik dekat dengan Sungai Guntung, sehingga kebutuhan air bisa diperoleh dari Sungai Guntung. Listrik merupakan faktor utama dalam operasional pabrik dan dapat dipenuhi oleh jaringan PLN setempat.

b. Faktor Sekunder

Beberapa faktor-faktor sekunder yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik asam asetat antara lain:

➤ Harga Tanah dan Gedung

Pemilihan harga tanah dan gedung yang lebih murah merupakan daya tarik tersendiri. Namun harus dipertimbangkan dengan rencana jangka panjang. Jika harga tanah mahal mungkin dapat diperoleh luas tanah yang terbatas, sehingga perlu dipertimbangkan untuk membuat rancangan bangunan yang minimalis sesuai kebutuhan gedung.

➤ Kemungkinan Perluasan

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangan ketersediaan luas tanah yang memungkinkan untuk dilakukan perluasan pabrik. Sehingga tidak akan mencari lokasi lain apabila dilakukan perluasan pabrik dimasa yang akan datang.

➤ Fasilitas Servis

Fasilitas servis untuk pabrik kimia yang harus mempertimbangkan ketersediaan fasilitas seperti tempat ibadah, rumah sakit, kantin, bengkel, tempat kegiatan olahraga dan sebagainya.

➤ Peraturan Daerah Setempat

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan peraturan daerah setempat, sehingga setelah pabrik didirikan tidak menimbulkan masalah.

➤ Masyarakat

Di Kalimantan Timur khususnya di Kota Bontang merupakan salah satu lokasi yang memiliki banyak pabrik yang berdiri, sehingga sikap

masyarakat daerah sekitar lebih mudah menerima keberadaan pabrik. Lokasi yang dipilih juga bukan merupakan lokasi yang padat dengan penduduk, sehingga keamanan dan kenyamanan masyarakat sekitar dapat dijaga dengan baik.

Berdasarkan pertimbangan dua faktor di atas maka pabrik asam asetat dari metanol dan karbon monoksida ini direncanakan akan didirikan di Kota Bontang, Kalimantan Timur. Penentuan lokasi tersebut berdasarkan dekatnya lokasi dengan bahan baku metanol serta dekat dengan sumber air yang berasal dari sungai Guntung.

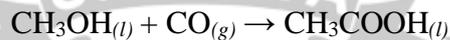
I.4. Tinjauan Pustaka

I.4.1. Dasar Reaksi

Asam Asetat dapat diproduksi dengan berbagai macam metode, seperti karbonilasi metanol, oksidasi hidrokarbon, dan oksidasi asetaldehid.

1. Karbonilasi metanol

Reaksi karbonilasi adalah reaksi antara karbon monoksida dengan gugus fungsional yang mengandung oksigen secara katalitik menjadi senyawa organik. Kata karbonilasi pertama kali diperkenalkan oleh Walter Reppe dari BASF pada tahun 1938. Proses produksi dengan cara karbonilasi langsung terhadap metanol dengan reaksi sebagai berikut:



Dalam reaksi ini, metanol dan karbon monoksida bereaksi menghasilkan asam asetat. Proses karbonilasi metanol dibagi menjadi dua macam, yaitu proses BASF dan proses Monsanto.

a. Proses BASF

Pada proses ini campuran gas yang terdiri dari 90 – 95 % karbon monoksida 0 – 5% hidrogen, dan 5% metanol yang dilewatkan dalam reaktor dengan bahan tambahan di dalam reaktor yang berisi Cobalt Iodine.

b. Proses Monsanto

Proses Monsanto ini hampir serupa dengan proses BASF, namun dengan penggunaan katalis yang lain, yaitu Rhodium dan Iodin (Rhodium kompleks) dengan suhu operasi 175°C dan tekanan operasi 1atm dengan yield 99% berdasarkan penggunaan metanol dan karbon monoksida 90% (Philip. J. Chemier, 2002).

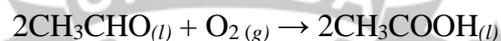
2. Oksidasi hidrokarbon

Proses pembuatan asam asetat dengan mengoksidasi n-butan dapat dilakukan pada fase cair. Saat reaksi terjadi di dalam reaktor dengan kondisi operasi tekanan 45 atm dan pada suhu 170°C (Maitlis, 1996). Pada proses ini menggunakan bahan baku yaitu cobalt, yang digunakan sebagai katalis untuk mempercepat terjadinya reaksi. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



3. Oksidasi asetaldehid

Asam asetat dapat dibuat dengan cara mengoksidasi asetaldehid dengan oksigen dari udara. Reaksi ini terjadi dalam reaktor pada tekanan 10 atm dan suhu 70 – 90°C. Proses reaksi ini membutuhkan katalis Mangan Asetat untuk mempercepat terjadinya reaksi sehingga proses pembentukan asam asetat akan lebih cepat (Maitlis, 1996). Reaksi yang terjadi di dalam reaktor dibantu dengan menggunakan katalis $(CH_3COO)_2Mn$. Reaksi yang terjadi yaitu:



I.4.2. Pemilihan Proses

Perbandingan dari keempat proses pembuatan aseton dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel I.4.2. Pertimbangan Pemilihan Proses Pembuatan Asam Asetat

No.	Pertimbangan	Oksidasi	Oksidasi	Karbonilasi Metanol	
		Asetaldehid	Hidrokarbon	BASF	Monsanto
1	Bahan Baku	Asetaldehid	n-butana	Metanol dan CO	Metanol dan CO

No.	Pertimbangan	Oksidasi	Oksidasi	Karbonilasi Metanol	
		Asetaldehid	Hidrokarbon	BASF	Monsanto
2	Kondisi Operasi	55 – 80°C, 1,02 – 5,10 atm	50 – 250°C, 54,43 atm	230°C, 600 atm	175°C, 1 atm
3	Katalis	Mangan (Mn) atau cobalt (Co)	Cobalt (Co), mangan (Mn), atau kromium asetat	Cobalt (Co)	Rhodium (Rh) dan Iodin (I)
4	Yield	95%	76%	90%	99%

(Sumber : *Survey of Industrial Chemistry Third Edition* – Philip. J. Chemier)

Dari beberapa proses pembuatan asam asetat tersebut di atas, maka dipilih pembuatan asam asetat Proses Monsanto karena terdapat beberapa pertimbangan, yaitu:

- Memiliki Yield reaksi tinggi yaitu antara 90-99%.
- Prosesnya tidak terlalu rumit.
- Bahan baku diperoleh dari dalam negeri sehingga diperoleh dengan harga yang lebih murah.

I.4.3. Mekanisme Reaksi

Reaksi karbonilasi adalah reaksi antara karbon monoksida dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen secara katalitik menjadi senyawa organik. Kata karbonilasi pertama kali diperkenalkan oleh Walter Reppe dari BASF pada tahun 1938. Reaksi karbonilasi metanol merupakan proses yang sering digunakan saat ini karena efisiensi keseluruhan dalam penggunaan bahan bakar yang rendah, bebas dari masalah rendahnya pemasaran produk samping, dan biaya investasi yang relatif rendah.

I.4.4. Tinjauan Kinetika

Konstanta kecepatan reaksi pembuatan asam asetat dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$k = A. e^{-\frac{E_a}{R.T}}$$

Keterangan :

k : konstanta kecepatan reaksi

A : *pre exponential factor* (1/jam)

Ea : energi aktivasi (kkal/kmal)

R : tetapan gas (kkal/mol.K)

T : suhu operasi (K)

$$k = (2,57 \times 10^{10}). e^{-\frac{-236.951,5676}{1,987 \times 10^{-3} \times 448,15}}$$

I.4.5. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut, membutuhkan panas (endotermis) atau melepaskan panas (eksotermis), dan juga untuk mengetahui arah reaksi, apakah reaksi tersebut berjalan searah (*irreversible*) atau berbalik (*reversible*). Berikut harga entalpi, energi gibbs dan konstanta kesetimbangannya yang diketahui (Yaws, 1999):

Tabel I.4.4. Data Entalpi Pembentukan Pada 298 K

Komponen	ΔH_f° 298 K (kJ/mol)	ΔG_f° 298 K (kJ/mol)
Metanol (CH ₃ OH)	-201,17	-162,51
Karbon dioksida (CO)	-110,54	-137,28
Asam asetat (CH ₃ COOH)	-434,82	-376,69

T pada suhu standar (298 K)

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} &= \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= (-434,82 \text{ kJ/mol}) - (-201,17 + (-110,54)) \text{ kJ/mol} \\ &= -123,11 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

T pada suhu operasi (448 K)

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} &= \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= (-4,40E+02 \text{ kJ/mol}) - (2,06E+02 + 0) \text{ kJ/mol} \\ &= -233,2268956 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Dari perhitungan ΔH° reaksi sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan asam asetat bersifat eksotermis (melepaskan panas).

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ_{\text{reaksi}} &= \sum \Delta G_f \text{ produk} - \sum \Delta G_f \text{ reaktan} \\ &= (-376,69 \text{ kJ/mol}) - (-162,51 + (-137,28)) \text{ kJ/mol} \\ &= -76,9 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Dari perhitungan ΔG° reaksi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi berlangsung secara spontan dengan nilai $-76,9 \text{ kJ/mol}$.

$$\ln K = -\frac{\Delta G^\circ F}{RT}$$

Keterangan : K : Konstanta kesetimbangan pada 298 K
 ΔG°_f : Energi bebas Gibbs standar (kJ/mol)
 R : Ketetapan gas (kJ/mol K)
 T : Temperatur (K)

$$\begin{aligned}\ln K &= -\frac{-76,9 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)}{\left(8,314 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)\right)(298 \text{ K})} \\ \ln K &= 31,038 \\ \ln K &= 3,018 \times 10^{13}\end{aligned}$$

Untuk mengetahui apakah pada $T_{\text{operasi}} = 448 \text{ K} = 175^\circ\text{C}$ berjalan secara *reversible* atau *irreversible*, dapat dihitung menggunakan persamaan Van't Hoff:

$$\begin{aligned}\ln \frac{K_{\text{operasi}}}{K_{298}} &= -\frac{\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \\ \ln \frac{K_{\text{operasi}}}{3,018 \times 10^{13}} &= -\frac{(-233,226)}{8,314} \times \left(\frac{1}{448,15} - \frac{1}{298}\right) \\ \ln \frac{K_{\text{operasi}}}{3,018 \times 10^{13}} &= -0,03154 \\ \frac{K_{\text{operasi}}}{3,018 \times 10^{13}} &= 3,4564\end{aligned}$$

$$K_{operasi} = 1,04 \times 10^{14}$$

Karena konstanta kesetimbangan (K) > 1 , hal ini berarti reaksi berjalan *irreversible* (searah).



BAB II URAIAN PROSES

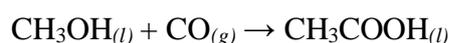
II.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Produksi asam asetat dengan kapasitas 14.000 ton/tahun menggunakan bahan baku metanol yang diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri dan memiliki kemurnian 99,85% dengan impuritis air 0,15% disimpan dalam fase cair dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan (TP-01) dan bahan baku karbon monoksida yang diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim dan memiliki kemurnian 95% dengan impuritis hidrogen 5% dalam fase gas dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan (TP-02).

Metanol dari tangki (TP-01) dialirkan menuju reaktor (R-01) menggunakan pompa (P-01) lalu dinaikkan suhunya menjadi 150°C menggunakan *heater* (HE-01), sedangkan karbon monoksida yang disimpan pada tangki penyimpanan (TP-02) diumpankan menuju reaktor (R-01) menggunakan pompa *rotary* (P-02), kemudian dinaikkan suhunya menjadi 150°C menggunakan *heater* (HE-02).

II.2. Tahap Reaksi

Pembentukan asam asetat dari metanol dan karbon monoksida terjadi di dalam reaktor *packed bed* (R-01). Reaksi terjadi pada fase *liquid-gas* dengan kondisi operasi pada tekanan 1 atm dengan temperatur 175°C. Reaksi ini bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor maka diperlukan adanya pendingin atau jaket. Secara umum reaksi yang terjadi didalam reaktor (R-01) adalah sebagai berikut:



Hasil keluaran reaktor adalah fase uap-cair, untuk produk yang berupa fase cair, yaitu asam asetat dengan sedikit impurities dari metanol dan air diturunkan suhunya menjadi 85°C menggunakan *cooler* (C-01) lalu diumpankan ke menara

distilasi (MD-01). Sedangkan produk yang tidak diinginkan dari reaktor berupa fase gas, yaitu CO dengan impurities H₂ dialirkan menggunakan pompa (P-03) lalu diturunkan suhunya menggunakan *cooler* (CL-01) menjadi 30°C untuk ke unit pengelolaan limbah.

II.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian

II.3.1. Tahap Pemisahan

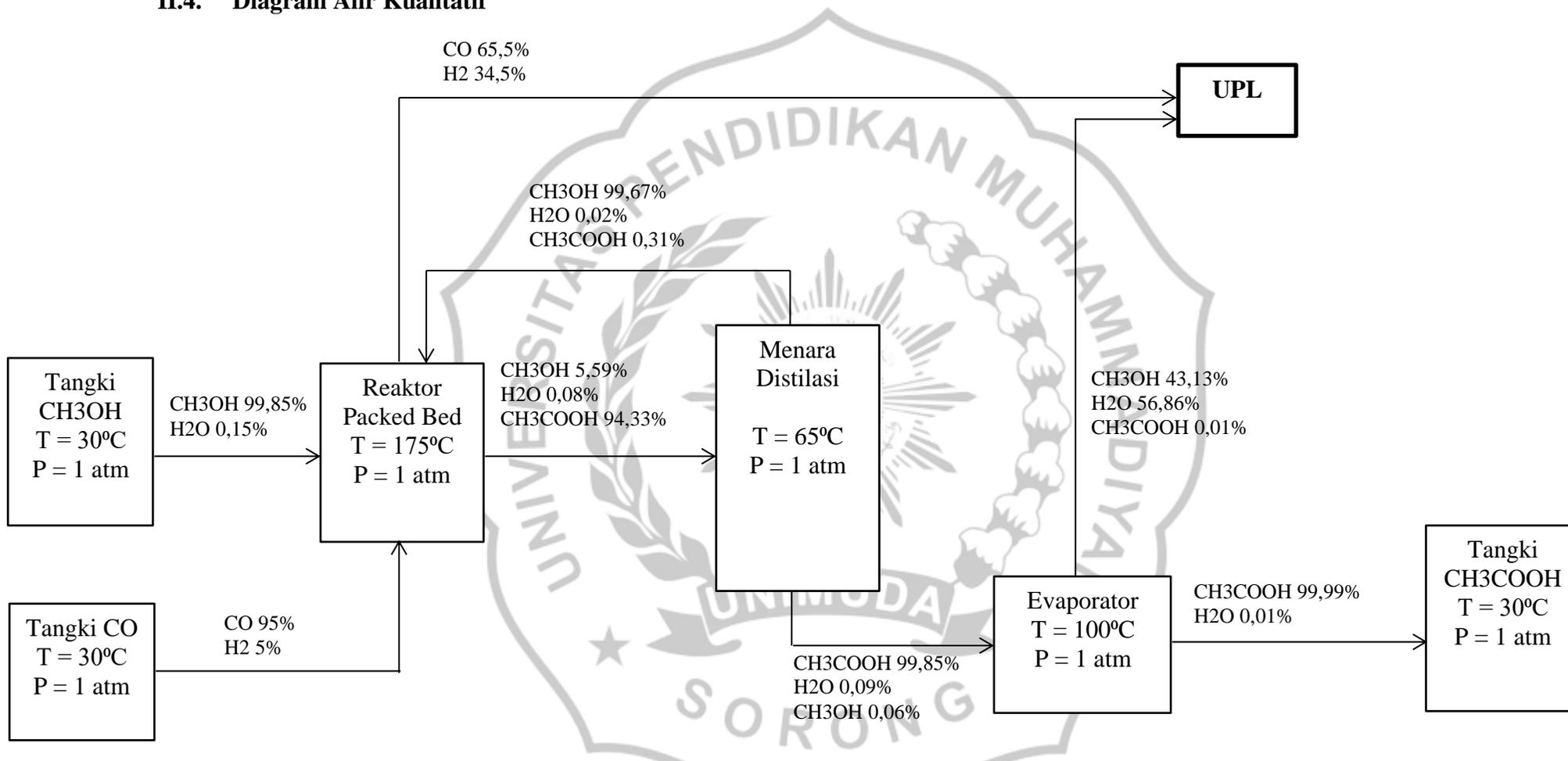
Pada tahap pemisahan produk, keluaran reaktor yang dialirkan ke menara distilasi (MD-01) berfungsi memisahkan bahan baku metanol. Produk keluaran menara distilasi yang berupa cairan (*bottom*), yaitu asam asetat akan diumpungkan ke evaporator (EV-01), sedangkan produk yang berupa uap (*top*), yaitu metanol akan di *recycle* kembali ke dalam reaktor.

II.3.2. Tahap Pemurnian

Tahap pemurnian produk menggunakan evaporator (E-01). Dalam evaporator terjadi pemekatan asam asetat dengan menguapkan air dan metanol sisa dari proses sebelumnya, sehingga asam asetat mencapai kemurnian 99% dengan sedikit impurities.

Produk *top* yang dihasilkan dari evaporator berupa metanol dan air yang masih terbawa dilepas ke unit pengelolaan limbah, sedangkan hasil *bottom* evaporator (E-01), yaitu asam asetat kemurnian 99,99% dengan impurities 0,01% akan ditampung dalam tangki penyimpanan produk (TP-03).

II.4. Diagram Alir Kualitatif



Gambar II.4. Diagram Alir Kualitatif

BAB III
SPEKIFIKASI BAHAN

III.1. Spesifikasi Bahan Baku

a. Metanol

Kemurnian : 99,85%

Impurities : 0,15%

Sifat fisis

Tabel III.1.1. Sifat Fisis Metanol

Rumus molekul	:	CH ₄ O
Berat molekul	:	32,04 g/mol
Bentuk fisik	:	Cair
Warna	:	Tidak berwarna
Titik didih awal	:	64,7°C
Titik beku/titik lebur	:	- 98°C
Suhu kritis (1 atm)	:	455,0°C
Tekanan kritis	:	81 bar
Volume kritis	:	0,118 m ³ /mol
Densitas	:	0,791 g/mL (25°C)
Viskositas kinematik	:	0,54 - 0,59 mm ² /s (20°C)
Tekanan uap	:	169,27 hPa (25°C)
Kelarutan dalam air	:	1.000 g/l (20°C)

(Sumber : MSDS, 2023)

b. Karbon Monoksida

Kemurnian : 95%

Impurities : 5%

Sifat fisis

Tabel III.1.2. Sifat Fisis Karbon Monoksida

Rumus molekul	:	CO
Berat molekul	:	28,01 g/mol
Bentuk fisik	:	Gas
Warna	:	Tidak berwarna
Titik didih awal	:	-191,5°C – menyala
Titik beku/titik lebur	:	-205°C – menyala
Suhu kritis (1 atm)	:	132,9 K
Tekanan kritis	:	35 bar
Densitas	:	0.803 g/mL
Panas Pembentukan	:	-110,62 kJ/mol
Energi gibbs	:	-137,37 kJ/mol

(Sumber : MSDS, Merck, 2023)

III.2. Spesifikasi Katalis

a. Rhodium

Kemurnian : ★ 100%

Impurities : -

Sifat Fisis

Tabel III.2.a. Spesifikasi Katalis Rhodium

Rumus molekul	:	Rh
Berat molekul	:	102,91 g/mol
Bentuk fisik	:	Serbuk (padatan)
Titik didih awal	:	3.727°C - menyala
Titik beku/titik lebur	:	1.966°C - menyala

Suhu kritis (1 atm)	:	Tidak dapat menyala sendiri
Densitas	:	12,41 g/mL
Kemurnian	:	100%

(Sumber : MSDS, Merck, 2023)

b. Iodin

Kemurnian : 100%

Impurities : -

Sifat Fisis

Tabel III.2.b. Spesifikasi Katalis Iodin

Rumus molekul	:	I ₂
Berat molekul	:	126,904 g/mol
Bentuk fisik	:	Serbuk (padatan)
Titik didih awal	:	184,4°C
Titik beku/titik lebur	:	113,5°C
Suhu kritis (1 atm)	:	Tidak mudah menyala
pH	:	5,4
Densitas	:	4,930 g/mL
Tekanan uap	:	0,41 hPa (20°C)
Kemurnian	:	100%

(Sumber : MSDS, Merck, 2025)

III.3. Spesifikasi Produk

Asam Asetat

Kemurnian : 99%

Impurities : 1%

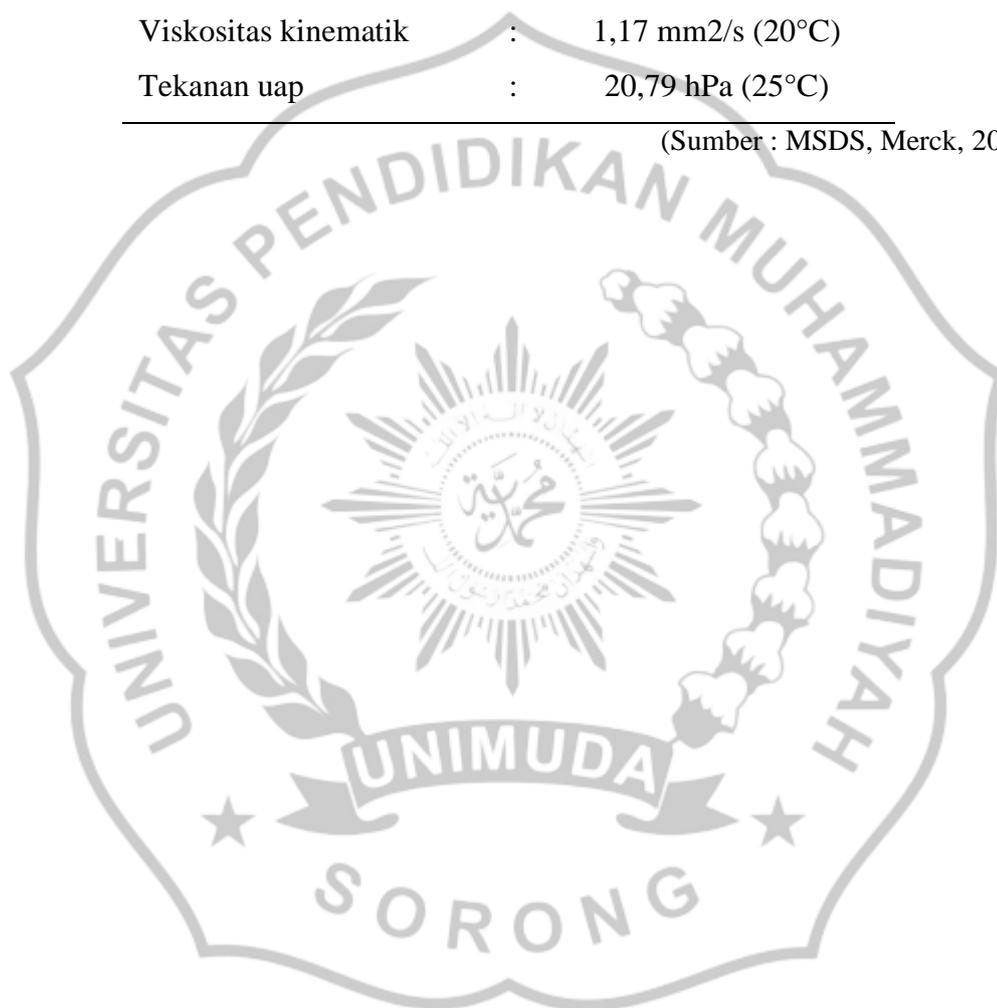
Sifat Fisik

Tabel III.3. Spesifikasi Asam Asetat

Rumus molekul	:	CH ₃ COOH
Berat molekul	:	60,05 g/mol
Bentuk fisik	:	Cair

Titik didih awal	:	117,9°C
Titik beku/titik lebur	:	16,64°C
Suhu kritis (1 atm)	:	463°C
Tekanan kritis	:	57,9 bar
pH (20°C)	:	2,5 (50 g/L)
Densitas	:	1,04 g/cm ³ (25°C)
Viskositas kinematik	:	1,17 mm ² /s (20°C)
Tekanan uap	:	20,79 hPa (25°C)

(Sumber : MSDS, Merck, 2023)



BAB IV
NERACA MASSA

IV.1. Neraca Massa Alat

IV.1.1. Reaktor

Tabel IV.1.1. Neraca Massa Reaktor *Packed Bed*

Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)	
	Aliran 1	Aliran 2	recycle	Aliran 3	Aliran 4
CH ₃ OH	1.047,51	-	103,70	-	208,45
H ₂ O	1,57	-	0,02	-	1,59
CO	-	916,57	-	91,66	-
H ₂	-	48,24	-	48,24	-
CH ₃ COOH	-	-	-	-	1.767,68
Sub Total	1.049,09	964,81	103,72	139,90	1.874,00
TOTAL		2.117,62		2.117,62	

IV.1.2. Menara Distilasi

Tabel IV.1.2. Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Aliran 4	Aliran 5	Aliran 10
CH ₃ OH	104,75	103,70	1,05
H ₂ O	1,57	0,02	1,56
CH ₃ COOH	1.767,68	0,33	1.767,35
Sub Total	1.874,00	104,04	1.769,96
TOTAL	1.874,002	1.874,002	

IV.1.3. Kondensator dan Akumulator

Tabel IV.1.3. Neraca Massa Kondensator dan Akumulator

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Aliran 5	Aliran 6	Aliran 7
CH ₃ OH	351,25	247,55	103,70
H ₂ O	0,05	0,04	0,02
CH ₃ COOH	1,10	0,78	0,33
Sub Total	352,40	248,36	104,04
TOTAL	352,40	352,40	

IV.1.4. Reboiler

Tabel IV.1.4. Neraca Massa Reboiler

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Aliran 8	Aliran 9	Aliran 10
CH ₃ OH	3,37	2,32	1,05
H ₂ O	2,62	1,06	1,56
CH ₃ COOH	2.419,31	651,95	1.767,35
Sub Total	2.425,29	655,34	1.769,96
TOTAL	2.425,29	2.425,29	

IV.1.5. Evaporator

Tabel IV.1.5. Neraca Massa Evaporator

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Aliran 10	Aliran 11	Aliran 12
CH ₃ OH	1,05	1,05	-
H ₂ O	1,56	1,38	0,18
CH ₃ COOH	1.767,35	-	1.767,35
Sub Total	1.769,96	2,43	1.767,53
TOTAL	1.769,957	1.769,957	

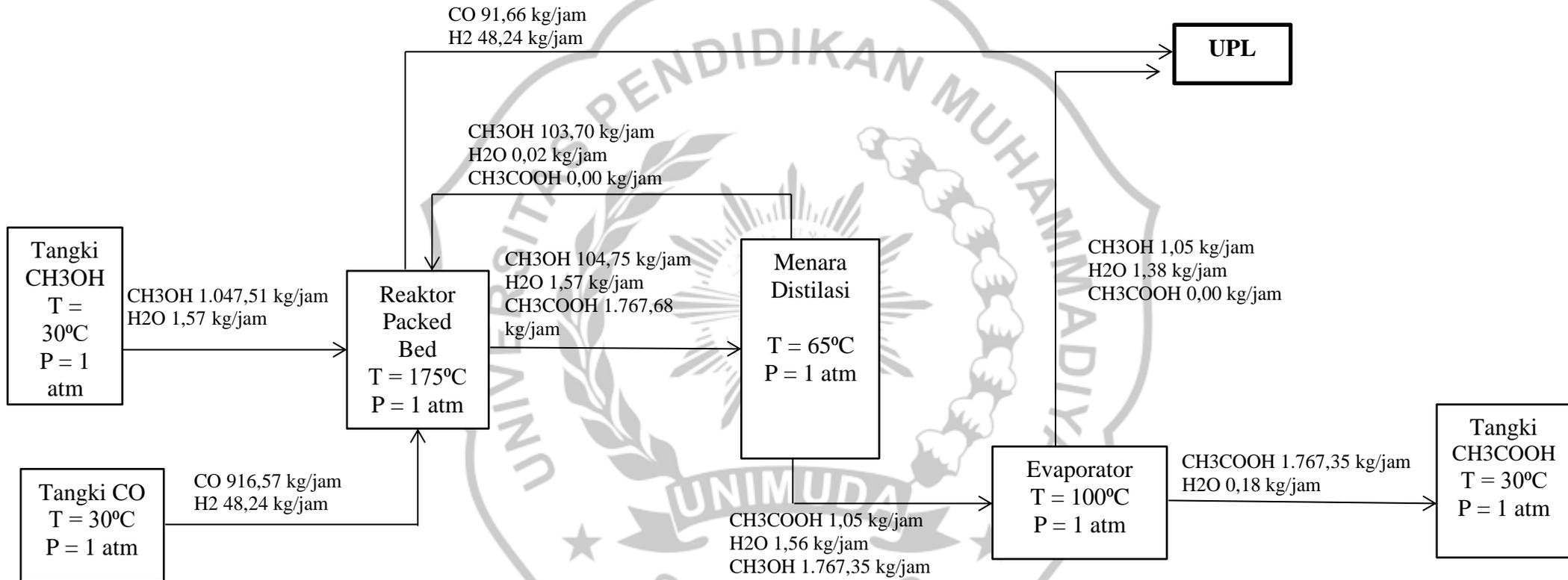
IV.2. Neraca Massa Total

Tabel IV.2. Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
CH ₃ OH	1.047,512	104,751
H ₂ O	1,574	1,574
CO	916,573	91,657
H ₂	48,241	48,241
CH ₃ COOH	-	1.767,677
Total	2.013,900	2.013,900



IV.3. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar IV.4. Diagram Alir Kuantitatif

BAB V
NERACA PANAS

V.1. Neraca Panas Alat

V.1.1. Heater 01

Tabel V.1.1. Neraca Panas Heater

Aliran	Masuk	Keluar
	Kj/Jam	Kj/Jam
Q_{masuk}	13.140,274	-
Q_{keluar}	-	116.629,608
Q_s	103.489,334	-
Total	116.629,608	116.629,608

V.1.2. Heater 02

Tabel V.1.2. Neraca Panas Heater

Aliran	Masuk	Keluar
	Kj/Jam	Kj/Jam
Q_{masuk}	108.649,543	-
Q_{keluar}	-	121.834,898
Q_s	13.185,355	-
Total	121.834,898	121.834,898

V.1.3. Reaktor *Packed Bed*

Tabel V.1.3. Neraca Panas Reaktor *Packed Bed*

Aliran	Masuk	Keluar
	Kjoule/jam	Kjoule/jam
Q1	116.629,608	-
Q2	108.649,543	-
Q3	-	121.834,898

Q4	-	352.548,665
Qreaksi	9.419.857,600	-
Qpendingin	-	9.170.753,188
Total	9.645.136,751	9.645.136,751

V.1.4. Cooler 01

Tabel V.1.4. Neraca Panas Cooler

Aliran	Masuk	Keluar
	Kj/Jam	Kj/Jam
Qmasuk	121.834,898	-
Qkeluar	-	4.011,074
Qp	-	117.823,824
Total	121.834,898	121.834,898

V.1.5. Kondensor

Tabel V.1.5. Neraca Panas Kondensor

Q	Masuk	Keluar
	Kjoule/Jam	Kjoule/Jam
Q1	352.548,665	-
Q2	194.233,081	-
Q3	3.214,250	-
Q4	471.607,035	-
Q5	-	423.294,222
Qp	-	598.308,809
Total	1.021.603,031	1.021.603,031

V.1.6. Menara Distilasi

Tabel V.1.6. Neraca Panas Menara Distilasi

Aliran	Masuk	Keluar
	Kjoule/jam	Kjoule/jam
Q5	175.124,985	-
Q6	-	44.645,766
Q7	-	473.117,056
Q reboiler	1.118.157,116	-
Q condensate	-	967.379,4484
Q steam	191.860,170	-
Total	1.485.142,271	1.485.142,271

V.1.7. Evaporator

Tabel V.1.7. Neraca Panas Evaporator

Aliran	Masuk	Keluar
	Kjoule/jam	Kjoule/jam
Q7	472.950,712	-
Q8	-	311,291
Q9	-	380.153,043
Qp	-	92.486,378
Total	472.950,712	472.950,712

V.1.8. Cooler 2

Tabel V.1.8. Neraca Panas Cooler

Aliran	Masuk	Keluar
	Kj/Jam	Kj/Jam
Qmasuk	311,288	-
Qkeluar	-	20,327

Qp	-	290,961
Total	311,288	311,288

V.1.9. Cooler 3

Tabel V.1.9. Neraca Panas Cooler

Aliran	Masuk	Keluar
	Kj/Jam	Kj/Jam
Qmasuk	380.149,259	-
Qkeluar	-	22,051
Qp	-	380.127,208
Total	380.149,259	380.149,259

V.2. Neraca Panas Total

Tabel V.2. Neraca Panas Total

Nama alat	Masuk	Keluar
	Kjoule/jam	Kjoule/jam
Heater 1	116.629,608	116.629,608
Heater 2	121.834,898	121.834,898
Reaktor	9.645.136,751	9.645.136,751
Cooler 1	121.834,898	121.834,898
Condensor 1	1.021.603,031	1.021.603,031
Menara destilasi	1.485.142,271	1.485.142,271
Evaporator	472.950,712	472.950,712
Cooler 2	311,288	311,288
Cooler 3	380.149,259	380.149,259
Total	13.365.592,717	13.365.592,717

BAB VI
SPESIFIKASI ALAT

VI.1. Spesifikasi Alat Besar

VI.1.1. Tangki Penyimpanan

Tabel VI.1.1. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku

Keterangan	Tangki CH₃OH	Tangki CO
Kode	TP-01	TP-02
Fungsi	Menyimpan bahan baku metanol selama 15 hari	Menyimpan bahan baku karbon monoksida selama 7 hari
Jenis	Silinder tegak dan beratap kerucut	<i>Water sealed gas holder</i>
Suhu	30°C	30°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Kapasitas	674 m ³	10.885 m ³
Tinggi/Lebar	4,94 m	12,01
Diameter	13,18 m	24,02 m
Tebal Shell	0,17 in	0,25 in
Bahan	Carbon Steel SA-283 Grade C	SA - 167 Grade 11 type 316
Jumlah	2 unit	1 unit

VI.1.2. Reaktor *Packed Bed*

Tabel VI.1.2. Spesifikasi Reaktor *Packed Bed*

kode	:	RE-01
fungsi	:	tempat bereaksinya metanol dan karbon monoksida menjadi asam asetat
jenis	:	packed bed

kondisi operasi	
P	: 1 atm
T	: 175 ⁰ C
dimensi	
tinggi reaktor	: 2,794 m
diameter reaktor	: 1,071 m
volume reaktor	: 2,542 m ³ /jam
tinggi bed	: 2,440 m
bahan konstruksi	: carbon steel 316 (SA-167)
tube side	
jumlah tube	: 570 tube
diameter luar	: 0,034 m
diameter dalam	: 0,027 m
shell side	
tebal shell	: 0,010 m
diameter dalam shell	: 1,051 m
diameter luar shell	: 1,071 m
tebal head	: 0,010 m
posisi alat	: vertikal

VI.1.3. Menara Distilasi

Tabel VI.1.3. Spesifikasi Menara Distilasi

Fungsi	Memisahkan CH ₃ OH dari campuran kandungan produk
Tipe	<i>Sieve Tray Tower</i>
Bahan	<i>Stainless Steel Type 316</i>
Jumlah tray	20 tray
Tekanan operasi	1.00 atm
Tekanan desain	3.83 bar = 3.78 atm

Temperatur <i>feed</i>	85	°C
Temperatur <i>top</i>	65	°C
Temperatur <i>bottom</i>	98	°C
Jumlah lubang	203	Lubang
Tinggi menara	12	m
Diameter menara	0.273	m
Diameter lubang <i>tray</i>	5.000	mm
Tebal <i>plate</i>	5.000	mm
Tebal <i>shell</i>	0.476	cm
Tebal <i>head</i>	0.476	cm
Tebal isolasi	0.006	cm
Pipa masukkan <i>feed</i>	2.134	cm
Pipa keluaran uap kolom atas	8.890	cm
Pipa refluks ke kolom distilasi	1.029	cm
Pipa untuk distilat	1.029	cm
Pipa masuk ke <i>reboiler</i>	2.667	cm
Pipa uap keluaran <i>reboiler</i>	2.134	cm
Pipa untuk <i>bottom</i>	2.134	cm

VI.1.4. Evaporator

Tabel VI.1.4. Spesifikasi Evaporator

Tabel Spesifikasi Evaporator					
Kode Alat	=	EV-01			
Nama Alat	=	Evaporator			
Fungsi	=	Memekatkan produk asam asetat			
Bentuk	=	<i>Double Pipe heat exchanger</i>			
Tekanan operasi	=	1 atm			
Suhu operasi	=	100 C			
Anulus (Cold Fluid)					
IPS	=	8	in	=	0.203200406 m
Sch.No	=	40			
OD	=	8.625	in	=	0.219075438 m
ID	=	7.981	in	=	0.202717805 m
A	=	2.258	in ²	=	0.001456777 m ²

ΔP	=	4.301E-05	Psia	=	2.9268E-06	atm
Panjang Pipa	=	24	ft	=	0.611153552	m
Inner Pipe (Cold Fluid)						
IPS	=	6	in	=	0.152400305	m
Sch.No	=	40				
OD	=	6.625	in	=	0.168275337	m
ID	=	6.065	in	=	0.154051308	m
a	=	1.734	in ²	=	0.001118712	m ²
ΔP	=	2.113E-07	Psia	=	1.45741E-08	atm
A	=	41.616	ft ²	=	41.616	m ²
Rd	=	-0.296589			Jam ft ² .°F/Btu	
Jumlah Hairpin	=	1 buah				
Bahan Kontruksi	=	Stainless Steel SA-240 Grade 316				

VI.2. Spesifikasi Alat Kecil

VI.2.1. Heater 01

Tabel VI.2.1. Spesifikasi Heater 01

Kode	HE-01
Fungsi	Memanaskan metanol dari angki penyimpanan sebelum diumpankan ke Reaktor
Jenis	HE 1-2, <i>Split Ring Floating Head</i>
Beban Panas	116.806.194 J/jam
Luas Transfer	4,18081 ft ²
Panjang	16 ft
Pitch	<i>Triangular pitch</i>
Shell side	
- Fluida panas	Steam jenuh
- ID	10 in
- Baffle space	9,99 in
- Pass	1
Tube side	

- Fluida dingin	Umpan Reaktor
- Jumlah tube	1
- BWG, OD	16, 1 in
- Pass	2
Rd minimum	0,000429885 m ² -K/W
Rd available	0,384551221 m ² -K/W (HE-01 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)
Bahan	Stainless steel SA 167 Grade 11

VI.2.2. Heater 02

Tabel VI.2.2. Spesifikasi *Heater 02*

Kode	HE-02
Fungsi	Memanaskan karbon monoksida dari Tangki penyimpanan sebelum diumpankan ke Reaktor
Jenis	HE 1-2, <i>Split Ring Floating Head</i>
Beban Panas	455.023.418 J/jam
Luas Transfer	12,1924 ft ²
Panjang	16 ft
Pitch	<i>Triangular pitch</i>
Shell side	
- Fluida panas	Steam jenuh
- ID	10 in
- Baffle space	9,9 in
- Pass	1
Tube side	
- Fluida dingin	Umpan Reaktor
- Jumlah tube	3
- BWG, OD	16, 1 in

- Pass	2
Rd minimum	0,000429885 m ² -K/W
Rd available	0,044815341 m ² -K/W (HE-02 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)
Bahan	Stainless steel SA 167 Grade 11

VI.2.3. Kondensor

Tabel VI.2.3. Spesifikasi Kondensor 01

Kode	CD-01
Fungsi	Mencairkan refluks disitilat hasil MD-01 pada suhu 64 °C
Tipe	<i>Shell and Tubes Exchanger</i>
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i>
Annulus	
- IPS (in)	1
- SN	40
- OD (in)	1
- ID (in)	0,87
- a" (ft ² /ft)	1,178
Inner pipe	
- IPS (in)	1
- SN	40
- OD (in)	3/4
- ID (in)	0,87
- a" (ft ² /ft)	0,1963
UD (Btu/hr.ft ² .°F)	0,00858732
Dirt factor (hr.ft ² .°F/Btu)	76,3069821

Required surface (ft ²)	100,5056
-------------------------------------	----------

VI.2.4. Reboiler

Tabel VI.2.4. Spesifikasi Reboiler 01

Kode	RE-01
Fungsi	Memaskan kembali <i>bottom liquid</i> pada Menara Distilasi
Jenis	HE 1-2, <i>Vertical Thermosyphon Reboiler Split Ring Floating Head</i>
Beban Panas	1,264E+05 J/jam
Luas Transfer	0,013734614 ft ²
Panjang	20 ft
Pitch	<i>Single Segmental Baffle</i>
Shell side	
- ID	10 in
- Baffle space	9,9 in
- Pass	1
Tube side	
- Jumlah tube	3
- BWG, OD	16, 1 in
- Pass	2
Rd minimum	0,000429885 m ² -K/W
Rd available	0,470E+01 m ² -K/W (RE-01 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)
Bahan	Stainless steel SA 167 Grade 11

VI.2.5. Cooler

Tabel VI.2.5. Spesifikasi Cooler 01

Kode	CL-01
Fungsi	Mendinginkan hasil Menara Distilasi (MD-01) sebelum dikirim ke Evaporator
Jenis	HE 1-2, <i>Shell and Tube</i>
Beban Panas	3,68E+10 J/jam
Luas Transfer	4.589,14 ft ²
Panjang	12 ft
Pitch	<i>Triangular Pitch</i>
Shell side	
- Fluida Panas	Hasil <i>Bottom</i> Menara Destilasi
- ID	0,87 in
- Baffle space	1 in
- Pass	1
Tube side	
- Fluida dingin	Downtherm A
- Jumlah tube	9
- BWG, OD	16, 1 in
- Pass	2
Rd minimum	0,0004299 m ² -K/W
Rd available	5,21E-03 m ² -K/W (CL-01 memenuhi syarat, karena Rd available > Rd minimum)
Bahan	Stainless steel SA 167 Grade 11

BAB VII

UTILITAS

Utilitas dikenal sebagai salah satu penunjang suatu fasilitas bangunan yang bertujuan dalam bidang kesehatan, kenyamanan, mobilitas bangunan dan keselamatan. Utilitas merupakan elemen pendukung yang sangat penting dalam suatu pabrik untuk menunjang kegiatan dan mempercepat proses produksi. Sehingga, semua sarana dan prasarana harus dirancang dan dibangun sedemikian rupa agar operasional dalam pabrik tidak terkendala. Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik Asam asetat ini terdiri dari:

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit *Steam*
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Pengadaan Bahan Bakar
5. Unit Pengolahan Limbah

VII.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

1. Penggunaan Air

Kebutuhan air pada pabrik Asam asetat ini adalah untuk keperluan-keperluan berikut :

1. Air pendingin

Air digunakan sebagai media pendingin untuk alat-alat perpindahan panas dalam hal ini reaktor, menara destilasi dan *condensor*. Pemilihan air sebagai media pendingin berdasarkan pertimbangan :

- Dapat diperoleh dalam jumlah yang berlimpah.
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- Kemampuan menyerap panas per satuan volume cukup tinggi.
- Tidak terdekomposisi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada penggunaan air sebagai media pendingin antara lain :

- Kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
- Korosi.

2. Air Umpan Boiler

Boiler sebagai penghasil steam membutuhkan air dengan persyaratan tertentu sebagai umpannya. Persyaratan untuk Boiler *Feed Water (BFW)* adalah :

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*, jika *steam* digunakan sebagai pemanas. Hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂ dan CO₂.

3. Air Domestik

Air domestik digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan perumahan. Syarat air domestik meliputi :

- Jernih, tidak berasa, dan tidak berbau.
- Kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm.
- pH sekitar 7.
- Tidak mengandung bakteri terutama jenis bakteri patogen.
- *Turbidity* (kekeruhan) sekitar 10 ppm.

2. Pengadaan Air

Kebutuhan air suatu industri dapat diperoleh dari sumber air yang ada di sekitar pabrik yang telah diolah terlebih dahulu atau dengan membeli air bersih. Pada perancangan pabrik Asam asetat ini kebutuhan air bersih diperoleh air sungai yang terdapat di sekitar lokasi kawasan industri tempat pabrik akan didirikan.

3. Pengolahan Air

Pengolahan air baku dilakukan untuk memenuhi persyaratan kualitas air yang dibutuhkan. Hal ini dilakukan dengan mengurangi kontaminan hingga derajat yang diinginkan serta penambahan zat-zat kimia untuk mengimbangi efek buruk dari sisa-sisa kontaminan. Urutan pengolahan ditentukan oleh jenis dan konsentrasi kontaminan pada air baku serta kualitas air yang diinginkan. Proses pengolahan air sungai meliputi :

a. Pemisahan kotoran dari air sungai

Pemisahan dilakukan dengan cara melewatkan air sungai melalui kisi-kisi besi, dengan tujuan agar air sungai bersih dari kotoran-kotoran fisik, berupa kayu, sampah dan lain-lain.

b. Pengendapan lumpur

Tahap kedua adalah penampungan air sungai ke dalam bak air sungai, dan selanjutnya dialirkan ke bak penampung sementara yang ada di dalam pabrik. Pada fase ini, diharapkan lumpur, pasir dan lain-lain dapat mengendap.

c. Koagulasi

Air dari bak pengendapan dipompa menuju *clarifier* untuk mengendapkan kotoran tersuspensi melalui penambahan bahan kimia tertentu. Penambahan ini akan menyebabkan terjadinya endapan yang disebut *flock*. Bahan kimia yang digunakan pada proses ini adalah tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4).18\text{H}_2\text{O}$ atau lebih dikenal dengan tawas, dengan fungsi sebagai koagulan.

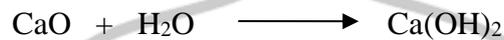
Selain sifat fisik, masalah yang terdapat pada air sungai adalah sifat-sifat kimianya. Hal ini dikarenakan air sungai tersebut mengandung zat-zat yang terlarut didalamnya, yang dengan sendirinya akan mempengaruhi sifat fisis dan kimia air sungai tersebut.

Sifat kimia yang sering menjadi masalah adalah kesadahan, yang terdiri dari:

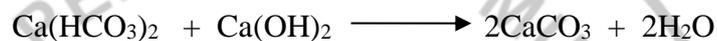
- a. Kesadahan sementara, yaitu air mengandung senyawa $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Untuk menghilangkan kesadahan sementara, digunakan larutan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang diperoleh dari CaO yang larut dalam air.

Reaksi yang terjadi adalah:



$\text{Ca}(\text{OH})_2$ ditambahkan ke dalam air sadah dengan tujuan menghilangkan kesadahan sementara, menurut reaksi :



Dari reaksi di atas terlihat larutan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ selain berfungsi untuk menghilangkan kesadahan sementara, juga berfungsi untuk menciptakan suasana basa pada air sehingga dapat membantu proses koagulasi oleh alum menjadi lebih efektif.

- b. Kesadahan tetap, yaitu air mengandung senyawa-senyawa, CaSO_4 , MgSO_4 , MgCO_3 .

Untuk menghilangkan kesadahan tetap, digunakan Na_2CO_3 menurut reaksi :



Pada proses pembentukan *flock* melalui penambahan tawas, selain menyebabkan terjadinya endapan, juga membentuk gas CO_2 yang sebenarnya harus dihindarkan keberadaannya di dalam tangki atau alat proses. Gas CO_2 akan dibebaskan dari

air sehingga gas ini tidak mengganggu dalam proses dan dalam tangki itu sendiri.

d. Penyaringan *sand filter*

Pada tahapan ini air dilewatkan melalui penyaring yang berbentuk semacam *bed* yang berisi pasir dan kerikil. Air yang keluar dari *sand filter* ditampung di dalam bak penampung air bersih. Setelah melalui bagian ini, air siap didistribusikan ke setiap bagian unit sesuai dengan keperluannya.

Untuk keperluan kantor, perumahan, poliklinik maka air bersih yang ada dalam bak penampung unit air minum ditambahkan gas *chlorine* untuk membunuh kuman. Sedangkan air yang digunakan untuk air proses dan air pendingin reaktor dapat langsung dialirkan dari bak penampung menuju proses.

e. *Ion Exchanger* (Pertukaran Ion)

Sistem pertukaran ion ini digunakan untuk memindahkan ion-ion mineral yang tidak diharapkan pada suatu sistem penjernihan air. Suatu *ion exchanger* memiliki batas kapasitas untuk penyimpanan dari ion-ion yang akan dibersihkan. Karena itu, setelah masa pemakaian pada waktu tertentu, *ion exchanger* ini akan menjadi jenuh, sehingga perlu diregenerasi dengan melakukan pencucian.

Proses air jernih/bersih yang dilewatkan ke *ion exchanger* ini digunakan untuk kebutuhan penyediaan *steam*, sehingga tidak menimbulkan kerak pada bagian unit tersebut.

Unit *ion exchanger* ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

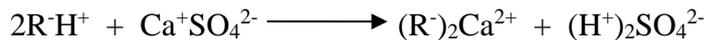
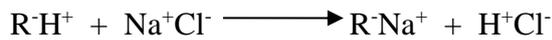
a) Unit *kation exchanger*

Kation exchanger pada umumnya digunakan untuk mengeluarkan ion-ion yang tidak diinginkan dari larutan tanpa merubah konsentrasi total ion atau pH. Resin biasanya menggunakan ion Na^+ untuk menyerap, karena ion sodium biasanya mempunyai afinitas yang rendah sehingga

mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi metal lain. (Rohm dan Hass, 1989).

1. *Hydrogen exchanger in strongly acidic resin*

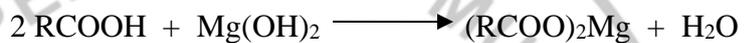
Contoh reksinya adalah :



Reaksi ini digunakan sebagai reaksi pertama pada proses dimineralisasi (Rohm dan Hass, 1989).

2. *Hydrogen exchanger in weakly acidic resin*

Contoh reksi :

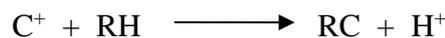
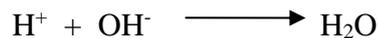


Karena resin punya afinitas yang besar untuk ion-ion *divalen*, *trivalen*, tetap mempunyai afinitas yang rendah untuk ion-ion *monovalen*, maka resin ini mempunyai kapasitas yang tinggi untuk memindahkan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dari larutan, sedangkan untuk ion Na^+ kapasitasnya kecil (Rohm dan Hass, 1989).

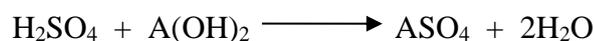
b) Unit *anion exchanger*

Anion exchanger dapat dihasilkan dari berbagai resin atau bentuk dari senyawa *styrene*, *divinyl benzen*. *Anion exchanger* merupakan gugus fungsi dari amina. *Anion exchanger* jenis basa kuat hanya dapat mengambil ion dari asam kuat seperti HCl atau HNO_3 .

Reaksi umum yang ada pada proses tersebut adalah :



Contoh reaksi yang terjadi :

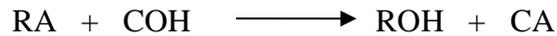




(Rohm dan Hass, 1989)

Untuk meregenerasi anion digunakan pencucian dengan basa kuat.

Reaksi yang terjadi :



Contoh: NaOH atau KOH

f. Unit Air Umpan Ketel (*Boiler Feed Water*)

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama *oksigen* dan *karbondioksida*. Gas-gas tersebut dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas-gas tersebut dihilangkan dalam suatu *deaerator*.

Pada *deaerator* diinjeksikan bahan-bahan kimia berikut :

- a) *Hidrazin* yang berfungsi mengikat *oksigen* berdasarkan reaksi berikut :



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain dihilangkan melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.

- b) Larutan *ammonia* yang berfungsi mengatur pH

Air yang keluar dari *deaerator* pHnya sekitar 8,5-9,5. Keluar dari *deaerator*, ke dalam air umpan ketel kemudian diinjeksikan larutan *fosfat* (NaH_2PO_4) untuk mencegah terbentuknya kerak *silica* dan *kalsium* pada *steam drum* dan *boiler tube*. Sebelum diumpankan ke *boiler* air terlebih dahulu diberi *dispersan*.

g. Unit Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik yang kemudian didinginkan pada *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan oleh udara maupun dilakukannya *blow down* di

cooling tower diganti dengan air (*make up water*) yang disediakan oleh *Filtered Water Storage*.

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak *korosif*, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung *mikroorganisme* yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal di atas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- a) *Phospate*, berguna untuk mencegah timbulnya kerak,
- b) *Klorin*, untuk membunuh mikroorganisme.
- c) *Zat dispersan*, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan *phospate*)

4. Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air untuk *steam*

Tabel VII.1.1. Kebutuhan Air Untuk *Steam*

Nama Alat	Jumlah (Kg/jam)
Heater-01	38,673
Heater-02	4,927
Reboiler	417,846
Menara destilasi	71,697
Total	533,143

Total Kebutuhan air untuk *steam* = 533,143 kg/jam

Diperkirakan air yang hilang 20 %.

Kebutuhan *make-up air* untuk *steam* = 106,629 kg/jam

2. Kebutuhan air untuk pendingin

Tabel VII.1.2. Kebutuhan Air Untuk Pendingin

Nama Alat	Jumlah (Kg/Jam)
Reaktor	146.090,381
Condenser-01	9.531,078

Condensor (MD)	15.410,384
Cooler-01	1.876,937
Cooler-02	4,635
Cooler-03	6.055,438
Evaporator	1.473,311
Total	180.442,165

Total kebutuhan air untuk pendingin = 180.442,165 kg/jam

Diperkirakan air yang hilang 20 %.

Kebutuhan make-up air pendingin = 36.088,433 kg/jam

3. Kebutuhan air untuk sanitasi dan keperluan umum

Tabel VII.1.3. Kebutuhan air untuk sanitasi dan keperluan umum

Kebutuhan	Jumlah (Kg/Jam)
Air untuk karyawan	812
Air untuk laboratorium	81,25
Air untuk kebersihan pertamanan dll	81,25
Air untuk bengkel	81,25
Air untuk perumahan	2.187,5
Total	3.243,25

Total kebutuhan air sanitasi dan umum : = 3.243,250 kg/jam

Total air yang disuplai dari tangki air = 39.438,812 kg/jam

10% untuk keamanan, sehingga :

Air yang disuplai dari tangki = 3.943,881 kg/jam

VII.1.1. Spesifikasi Alat Utilitas

1. Bak Pengendapan Awal

Tabel VII.1.1.1. Spesifikasi bak pengendapan awal

Fungsi	Mengendapkan kotoran kasar yang ada didalam air
Jenis	Bak persegi
Volume kebutuhan	208.237, m ³
Panjang	12 m
Lebar	6 m
Tinggi	3 m
Jumlah	1
Harga (\$)	4.050

2. Tangki Flokulator

Tabel VII.1.1.2. Spesifikasi tangki flokulator

Fungsi	Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan ke dalam clarifier
Jenis	Tangka silinder vertical
Volume kebutuhan	12,375 m ³
Diameter	2 m
Tinggi	4 m
Daya motor	2 Hp
Jumlah	1
Harga (\$)	11.300

3. Tangki Tawas

Tabel VII.1.1.3. Spesifikasi tangki tawas

Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	5,248 m ³
Diameter	1,5 m
Tinggi	3 m
Jumlah	1
Harga (\$)	7.700

4. Tangki Larutan Soda Abu

Tabel VII.1.1.4. Spesifikasi tangki larutan *soda ash*

Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan soda abu 5% untuk 1 minggu operasi
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	5,248 m ³
Diameter	1,5 m
Tinggi	3 m
Jumlah	1
Harga (\$)	7.700

5. Clarifier

Tabel VII.1.1.5. Spesifikasi *clarifier*

Tugas	Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal dari Bak penampung awal (BU-01) dengan waktu tinggal 8 jam.
Jenis	Conis

Volume kebutuhan	347,062 m ³
Diameter	9,117 m
Tinggi	2,279 m
Panjang	4,559 m
Daya motor	6,25 Hp
Jumlah	1
Harga (\$)	24.500

6. Saringan Pasir

Tabel VII.1.1.6. Spesifikasi sand *filter*

Tugas	Menyaring partikel partikel halus yang belum terendapkan
Jenis	Tangki silinder tegak
diameter	0,951 m
Volume kebutuhan	43,383 m ³
Luas penampang cairan	7,641 ft ²
Kecepatan penyaringan	15-25 gpm/ft ²
Jumlah	1
Harga (\$)	2.250

7. Bak Penampungan Air Bersih

Tabel VII.1.1.7. Spesifikasi bak penampung air bersih

Tugas	Menampung air bersih berasal dari saringan pasir (SPU-01) dengan waktu tinggal 12 jam
Jenis	Bak persegi
Volume kebutuhan	208,237 m ³
Panjang	11,782 m
Tinggi	3 m

Lebar	5,891 m
Jumlah	1
Harga (\$)	7.110

8. Tangki Air Rumah Tangga Dan Kantor

Tabel VII.1.1.8. Spesifikasi tangki air rumah tangga dan kantor

Tugas	Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bak penampung air bersih (BU-02) dengan waktu tinggal 24 jam
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	91,409 m ³
Diameter	4,883m
Tinggi	4,883 m
Jumlah	1
Harga (\$)	42.200

9. Tangki Kaporit

Tabel VII.1.1.9. Spesifikasi tangki kaporit

Tugas	Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 5% untuk persediaan 1 minggu
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	0,795 m ³
Diameter	0,712 m
Tinggi	1,423 m
Jumlah	1
Harga (\$)	2.000

10. Kation Exchanger

Tabel VII.1.1.10. Spesifikasi *kation exchanger*

Tugas	Mengikat ion-ion positif yang ada dalam air lunak
Jenis	Tangki silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion
Debit air	0,469 gpm
Diameter bed resin	0,105 m
Tinggi bed resin	0,043 m
Jumlah	2
Harga (\$)	830

11. Tangki Larutan H₂SO₄

Tabel VII.1.1.11. Spesifikasi tangki larutan H₂SO₄

Tugas	Menyiapkan dan menyimpan larutan H ₂ SO ₄ 2% untuk regenerasi ion exchanger
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	0,0004 m ³
Diameter	0,068 m
Tinggi	0,137 m
Jumlah	1
Harga (\$)	1.900

12. Anion Exchanger

Tabel VII.1.1.12. Spesifikasi *anion exchanger*

Tugas	Mengikat ion ion negatif yang ada didalam air lunak
Jenis	Tangki silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion
Debit air	0,469 gpm

Diameter bed resin	0,136 m
Tinggi bed resin	1,270 m
Jumlah	2
Harga (\$)	830

13. Tangki Larutan NaOH

Tabel VII.1.1.13. Spesifikasi tangki larutan NaOH

Tugas	Menyiapkan dan menyimpan larutan NaOH untuk regenerasi ion exchanger
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	0,002 m ³
Diameter	0,110 m
Tinggi	0,219 m
Jumlah	1
Harga (\$)	1.900

14. Daerator

Tabel VII.1.1.14. Spesifikasi Deaerator

Tugas	Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O ₂ , CO ₂ dan lain lain
Jenis	Tangki silinder tegak yang berisi bahan isian, dimana air disemprotkan dari atas dan udara panas dialirkan dari bawah secara countercurrent
Diameter	0,136 m
Tinggi	17,607 m
Jumlah	1
Harga (\$)	32.150

15. Tangki Air Umpan Boiler

Tabel VII.1.1.15. Spesifikasi tangki air umpan boiler

Tugas	Menampung air umpan boiler sebagai air pembuat steam di dalam boiler dengan waktu tinggal 24 jam
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	3,,065 m ³
Diameter	1,575 m
Tinggi	1,575 m
Jumlah	1
Harga (\$)	14.600

16. Tangki Larutan Hidrazine

Tabel VII.1.1.16. Spesifikasi tangki larutan hidrazine

Tugas	Menyimpan larutan Hidrazine
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	0,013 m ³
Diameter	0,429 m
Tinggi	0,858 m
Jumlah	1
Harga (\$)	1.200

17. Tangki Larutan NaH₂PO₄

Tabel VII.1.1.17. Spesifikasi tangki larutan NaH₂PO₄

Tugas	Menyimpan larutan NaH ₂ PO ₄
Jenis	Tangki silinder tegak
Volume kebutuhan	0,003 m ³
Diameter	0,260 m
Tinggi	0,520 m

Jumlah	1
Harga (\$)	1.000

18. Tangki Bahan Bakar

Tabel VII.1.1.18. Spesifikasi tangki bahan bakar

Tugas	Menyimpan bahan bakar untuk persediaan 1 bulan sebagai bahan bakar boiler.
Jenis	Tangki silinder vertikal
Volume kebutuhan	0,596 m ³
Diameter	0,912 m
Tinggi	0,912 m
Jumlah	1
Harga (\$)	6.400

19. Cooling Tower

Tabel VII.1.1.19. Spesifikasi *cooling tower*

Tugas	Menidnginkan kembali air pendingin yang telah dipergunakan, untuk disirkulasi (didinginkan) kembali
Jenis	<i>Deck Tower</i>
Kapasitas	36.088,433 kg/jam
Diameter	4 m
Tinggi	8 m
Power Fan	5 Hp
Jumlah	1
Harga (\$)	81.800

20. Tangki Kondensat

Tabel VII.1.1.20. Spesifikasi tangki kondensat

Tugas	Menampung air yang direcycle pada proses pemanasan dan air dari daerator
Jenis	Tangki silinder vertikal
Volume kebutuhan	0,061 m ³
Diameter	0,427 m
Tinggi	0,427 m
Jumlah	1
Harga (\$)	9.300

21. Boiler

Tabel VII.1.1.21. Spesifikasi boiler

Fungsi	Untuk memenuhi kebutuhan steam
Jenis	Water-tube boiler
Kapasitas	584,458 kg/jam
Tekanan	1 atm
Suhu	100 ⁰ C
Bahan bakar	Residu grade no 6
Kebutuhan bahan bakar	862,829 kg/jam
Jumlah	1
Harga (\$)	1.118.900

22. Pompa Utilitas

Tabel VII.1.1.22. Spesifikasi Pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08	P-09
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Kapasitas	43,383 m ³ /jam	43,383 m ³ /jam	43,383 m ³ /jam	43,383 m ³ /jam	36,088 m ³ /jam	36,088 m ³ /jam	0,107 m ³ /jam	0,107 m ³ /jam	0,107 m ³ /jam
Head	11,572 m	5,892 m	10,687 m	17,375 m	15,582 m	15,567 m	5,664 m	6,058 m	6,063 m
Bahan	Carbon stell	Carbon stell	Carbon stell	Carbon stell	Carbon stell	Carbon stell	Carbon stell	Carbon stell	Carbon stell
Tenaga	4,585 hp	2,334 hp	4,234 hp	6,884 hp	5,135 hp	4,550 hp	0,014 hp	0,015 hp	0,015 hp
Jumlah	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Harga (\$)	4.500	4.500	4.500	4.500	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900

VII.2. Unit Pengadaan *Steam*

Pada perancangan ini steam yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan panas pada alat penukar panas dan reaktor. *Steam* yang dibutuhkan dihasilkan oleh boiler dengan menggunakan *boiler feed water* sebagai umpannya.

VII.3. Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik dapat diperoleh dari :

- a. Suplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN)
- b. Pembangkit tenaga listrik sendiri (*Generator Set*)

Pada perancangan pabrik Anilin ini kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan generator sebagai cadangan. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik (AC) dengan pertimbangan :

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

Generator AC yang digunakan jenis generator AC 3 phase yang mempunyai keuntungan:

1. Tegangan listrik stabil
2. Daya kerja lebih stabil
3. Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit
4. Motor 3 phase harganya relatif murah dan sederhana

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi :

- Listrik untuk keperluan alat proses

Tabel VII.3.1. Keperluan Listrik Alat Proses

Nama Alat	Power (Hp)
Pompa-01	0,2
Pompa-02	0,2

Pompa-03	0,2
Pompa-04	0,1
Pompa-05	0,1
Pompa-06	0,1
Pompa-07	0,1
Pompa-08	0,1
Pompa-09	0,1
Jumlah	1,2

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat proses = 1,2 Hp

Maka total power yang dibutuhkan = 0,895 Kw

- Listrik untuk keperluan alat Utilitas

Tabel VII.3.2. Keperluan Listrik Alat Utilitas

nama alat	power (Hp)
pompa-1	4,585
pompa-2	2,334
pompa-3	4,234
pompa-4	6,884
pompa-5	5,135
pompa-6	4,550
pompa-7	0,014
pompa-8	0,015
pompa-9	0,015
tangki flokulator	2
clarifier	6,25
cooling tower	5
total	41,017

Kebutuhan listrik untuk alat utilitas = 41,017 Hp
Maka total power yang dibutuhkan = 30,598 Kw

- Listrik untuk penerangan dan AC

Tabel VII.3.3. Keperluan Listrik Penerangan dan AC

Kebutuhan Listrik	Daya (Kw)
Listrik penerangan	102,04
Listrik untuk AC	0,3
Listrik untuk keperluan laboratorium	10
Listrik untuk UPL	10
Listrik untuk instrumentasi dll	10
Total	132,340

Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC 45,534 Hp
Maka total power yang dibutuhkan 132,240 Kw

VII.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada, boiler dan generator. Pada perancangan ini digunakan bahan bakar jenis solar untuk generator sedangkan untuk boiler digunakan bahan bakar jenis *fuel oil*.

a. Minyak residu

Heating Value : 18,8 Btu/lb
Density : 59,14 lb/ft³
Effisiensi Gravity : 75 %
Rate Bahan Bakar : 70,2027 lb/jam

b. Diesel Oil

Heating Value : 145.100 Btu/lb
Density : 0,8499 kg/l
Viscosity : 5,8 cp

Rate bahan bakar : 0,0014 gal/det

Effisiensi bahan bakar : 80%

VII.5. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan pabrik Asam Asetat ini dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu :

a. Pengolahan Bahan Buangan Cair

Air buangan dari pabrik Asam Asetat ini berupa :

- 1) Air yang mengandung bahan-bahan kimia
- 2) Buangan Sanitasi
- 3) *Back Wash Filter* air berminyak dari pompa
- 4) Sisa Regenerasi *Resin*
- 5) *Blow Down* Air Pendingin

Air buangan sanitasi berasal dari toilet disekitar pabrik dan perkantoran. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan lumpur aktif, aerasi dan injeksi *chlorine*. *Chlorine* ini berfungsi sebagai desinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air berminyak yang berasal dari buangan pelumas pada pompa dipisahkan dengan cara perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke bagian penampungan terakhir kemudian dibuang.

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi mengandung NaOH dan H₂SO₄ yang kemudian dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralan dilakukan dengan larutan H₂SO₄ bila pH air buangan tersebut lebih dari 7, sedangkan jika pH air kurang dari 7 penetralan dilakukan dengan NaOH.

b. Pengolahan Bahan Buangan Gas

Untuk menghindari pencemaran udara dari bahan-bahan buangan gas maka dilakukan penanganan bahan buangan tersebut

dengan cara membuat *stack* / cerobong asap dengan ketinggian tertentu sebagai alat untuk pembuang asap.

VII.6. Unit Laboratorium

a. Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk agar sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Sedangkan peran lain adalah pengendalian pencemaran lingkungan yang ditimbulkan dari proses berupa penanganan limbah padat, cair, maupun gas.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk mengingatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku, analisa proses, dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku dan bahan penolong yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meneliti produk yang dipasarkan.
3. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

b. Program Kerja Laboratorium

1. Analisa bahan baku dan produk

Analisa pada bahan baku Metanol dan produk Asam Asetat meliputi: kadar air, warna, densitas, viskositas, titik didih, *spesifik gravity* dan impuritas.

2. Analisa untuk keperluan utilitas

Adapun analisa untuk utilitas, meliputi :

- a) Air proses penjernihan, yang dianalisa adalah kadar pH, silikat sebagai SiO_2 , Ca sebagai CaCO_3 , sulfur sebagai SO_3 , khlor sebagai Cl_2 , dan zat padat terlarut.
- b) Air minum yang dianalisa meliputi pH, kadar khlor dan kekeruhan.
- c) Resin penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3 dan silikat sebagai SiO_2 .
- d) Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dan kadar Fe.
- e) Air dalam *boiler*, yang dianalisa meliputi pH, zat padat terlarut, kadar Fe, kadar CaCO_3 , SO_2 , PO_4 dan SiO_3 .
- f) BFW, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dan kadar Fe.

3. Analisa limbah

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi tiga bagian :

a. Laboratorium Pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

b. Laboratorium Analisa

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, analisa air dan bahan kimia yang digunakan seperti katalis dan lain-lain.

c. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Tugas dari laboratorium Litbang (*Research and Development / R & D*) ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan dan pengurangan alat proses.

c. Alat-alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

1. *Gas Chromatography*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar H_2 dalam bahan baku.

2. *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

3. *Viscosimeter Bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk.

4. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *spesifik gravity*.

BAB VIII

LAYOUT PABRIK DAN PERALATAN PROSES

VIII.1. Lokasi Pabrik

Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida ini direncanakan akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur. Penentuan lokasi tersebut berdasarkan dekatnya lokasi dengan bahan baku metanol dan karbon monoksida serta dekat dengan sumber air yang berasal dari sungai Guntung.



Gambar VIII.1. Lokasi Pabrik

VIII.2. Layout Pabrik

Desain pabrik yang rasional sangat penting dalam industri teknik kimia karena berbagai alasan, di antaranya, kebutuhan untuk meminimalkan bahaya peralatan seperti korosi, kebakaran dan ledakan, serta bahaya pribadi dari asap dan racun. Lebih jauh lagi, hanya melalui desain yang rasional, memungkinkan untuk menyediakan penghematan produksi yang ketat yang diperlukan untuk komoditas yang berfungsi sebagai bahan baku untuk industri lain, dan jarang mencapai pasar tanpa pemrosesan. Bentuk bangunan harus menjadi fungsi dari tujuannya, dan pelaksanaan tujuan ini dengan cara sebaik mungkin mengharuskan dimulainya tata letak pabrik (Vilbrandt, 1942).

H. T. Moore telah menyarankan prinsip tata letak pabrik berdasarkan poin-poin berikut sebagai tindakan awal hingga akhir dalam hal tata letak dan pengaturan serta pemilihan peralatan:

1. Kapasitas pabrik yang diinginkan dan estimasi kapasitas masa depan.
2. Pembagian jadwal produksi, untuk menentukan jumlah dan jenis unit jadi yang akan diproduksi.
3. Daftar bahan atau bagian yang menyusun produk, untuk menentukan mana yang akan diproduksi dan mana yang dibeli dan disimpan.
4. Peralatan produksi atau fasilitas pabrik yang dibutuhkan untuk kapasitas pabrik awal yang diinginkan, termasuk ketentuan khusus atau fitur struktural yang akan memfasilitasi produksi.
5. Studi tentang operasi manufaktur dan perakitan yang diperlukan untuk menghasilkan unit yang sudah jadi atau subrakitan, untuk memeriksa jarak peralatan yang tepat.
6. Interval waktu yang diperlukan antara operasi berikutnya, jika ada, untuk memeriksa kebutuhan dan lokasi ruang penyimpanan.
7. Urutan operasi pada departemen manufaktur dan perakitan agar departemen dan peralatan berada dalam hubungan yang logis dan saling menguntungkan untuk aliran material yang progresif.
8. Kebutuhan ruang per departemen untuk menampung peralatan produksi dan menyediakan ruang yang dibutuhkan untuk lorong, penyimpanan atau departemen tambahan.
9. Tinjauan terhadap berbagai operasi yang memasuki proses untuk menentukan apakah departemen tertentu harus dipolarisasi dari sudut pandang keselamatan, kebisingan atau proses khusus.
10. Ringkasan kebutuhan ruang pabrik awal, menentukan area mana yang dapat ditingkatkan secara proporsional untuk berbagai departemen, berdasarkan asumsi kapasitas masa depan setelah periode tahun tertentu, sehingga memberikan dasar penilaian untuk memperkirakan kebutuhan ruang dan

dengan demikian mengembangkan tata letak yang sesuai untuk perluasan pabrik pada akhirnya.

Berdasarkan faktor di atas, maka pengaturan tata letak pabrik asam asetat untuk penempatan bangunan dalam kawasan pabrik tersebut diantaranya :

1. Area Proses

Area proses merupakan area yang digunakan untuk menempatkan peralatan yang berhubungan dengan proses produksi, dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain dan mempermudah pengawasan dan perbaikan alat-alat.

2. Area Penyimpanan

Bahan baku serta produk yang dihasilkan disimpan dalam area ini. Penyimpanan tersebut diletakkan di daerah yang mudah dijangkau oleh peralatan pengangkutan.

3. Area Utilitas / Sarana Penunjang

Area yang merupakan lokasi dari alat-alat penunjang produksi seperti air, tenaga listrik, pemanas, bahan bakar dan sarana pengolahan limbah.

4. Area Perkantoran

Merupakan pusat dari kegiatan administrasi pabrik untuk urusan-urusan dengan pihak-pihak luar maupun dalam pabrik.

5. Area Laboratorium

Sebagai tempat melakukan penelitian dan pengembangan, serta sebagai tempat *quality control* produk maupun bahan baku.

6. Area Fasilitas Umum

Seperti fasilitas umum pada biasanya terdiri dari lapangan parkir, kantin, klinik pengobatan, tempat beribadan dan fasilitas lainnya. Penempatan fasilitas ini bertujuan untuk memberi rasa nyaman kepada karyawan agar memanfaatkan fasilitas tersebut.

7. Area Perluasan

Tujuan area ini adalah untuk kebutuhan pabrik dimasa mendatang, seperti halnya peningkatan kapasitas produksi akibat peningkatan produk.

8. Area Pemeliharaan dan Perawatan Pabrik

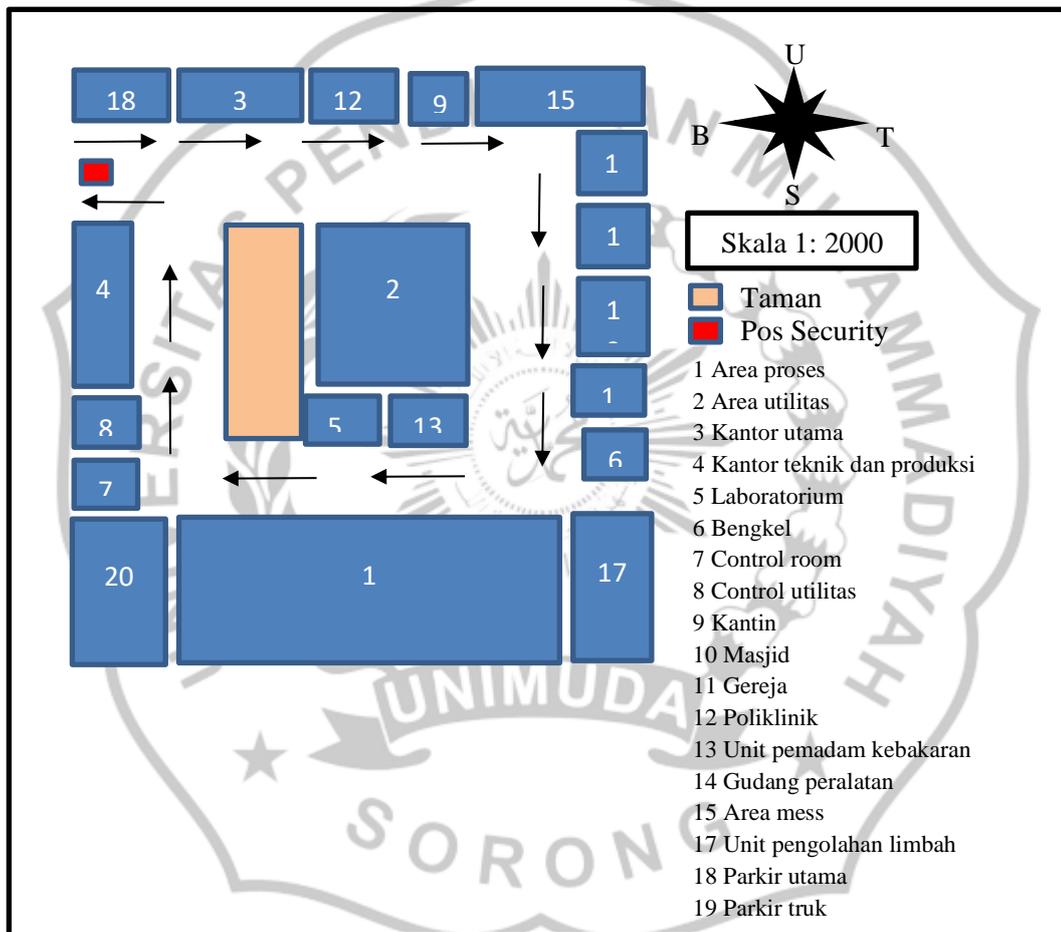
Kegiatan perawatan serta perbaikan peralatan sesuai kebutuhan pabrik dilakukan area ini. Area ini juga bisa disebut sebagai area perbengkelan (*maintenance*).

Pembangunan pabrik asam asetat direncanakan akan menggunakan areal seluas seluas 30.325 m². Adapun perinciannya dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel VIII.2. Luas Tanah Lokasi Pabrik

No	Nama bangunan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1.	Area proses	150	100	15.000
2.	Area utilitas	50	50	2.500
3.	Kantor utama	40	20	800
4.	Kantor Teknik dan produksi	40	20	800
5.	Laboratorium	20	20	400
6.	Bengkel	30	20	600
7.	Control room	10	10	100
8.	Control utilitas	10	10	100
9.	Kantin	20	20	400
10.	Masjid	20	10	200
11.	Gereja	20	10	200
12.	Poliklinik	30	20	600
13.	Unit pemadam kebakaran	30	30	900
14.	Gudang peralatan	30	20	600
15.	Area mess	30	30	900
16.	Pos keamanan	5	5	25
17.	Unit pengolahan limbah	50	30	1.500

No	Nama bangunan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
18.	Parkir utama	20	10	200
19.	Parkir truk	30	30	900
20.	Daerah perluasan	60	30	1.800
21.	Taman	60	30	1.800
	Total			30.325



Gambar VIII.2. Denah pabrik asam asetat

VIII.3. Layout Peralatan

Pemasangan alat-alat proses produksi harus diperhatikan terutama pada aliran bahan baku dan produk, lalu lintas alat berat dan jarak antar alat proses. Tujuannya agar kelancaran produksi, keamanan, dan keselamatan terjaga sehingga

dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan. Dalam perencanaan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Aliran bahan Baku dan Produk

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

2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja, sehingga perlu juga diperhatikan hembusan angin.

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan, sehingga dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja.

4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak

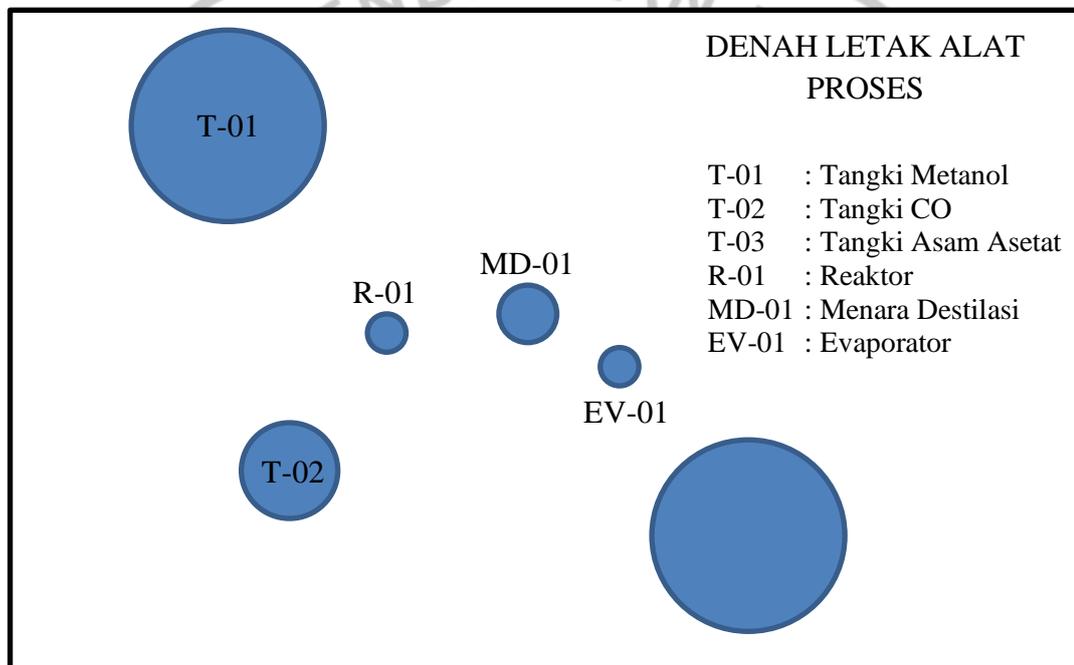
Alat Proses Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.

6. Jarak Antara Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lain. Sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

7. *Maintenance*

Maintenance berguna untuk menjaga sarana dan fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.



Gambar VIII.3. Layout Peralatan

BAB IX

KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Keselamatan kerja bagi karyawan sangat penting. Hal ini pun diatur oleh pemerintah dalam undang-undang. Oleh karena itu diperlukan adanya staf ahli kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang berfungsi untuk memberikan pelatihan kepada seluruh karyawan, terutama karyawan yang berada di area produksi untuk memperhatikan keselamatan kerja. Pelatihan juga dapat berupa uji coba sirine bahaya kebakaran, dan lain-lain.

Perusahaan juga menyediakan beberapa jenis alat pelindung diri (APD) bagi setiap karyawan, dan setiap karyawan wajib memakai di dalam area produksi. APD tersebut antara lain adalah sepatu pengaman, earplug, helmet, baju tangan panjang, serta masker. Unit K3 juga menyediakan poster-poster yang berisikan himbauan kepada karyawan tentang keselamatan kerja.

IX.1. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Secara Umum

Keselamatan kerja adalah segala upaya atau pemikiran yang ditujukan untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani tenaga kerja khususnya dan manusia pada umumnya. Pada pabrik asam asetat dengan proses Monsanto ini kesehatan dan keselamatan kerja merupakan bagian yang mendapat perhatian lebih, oleh karena itu dilakukan tindakan-tindakan pencegahan yang bertujuan untuk menghindari dan menimbulkan terjadinya kecelakaan kerja serta untuk meningkatkan produktivitas dan keuntungan bagi perusahaan. Tujuan dari kesehatan dan keselamatan kerja ditinjau dari berbagai pendekatan, antara lain :

1) Pendekatan kemanusiaan

Berupaya mencegah terjadinya penderitaan bagi tenaga kerja dan ikut serta menciptakan terwujudnya kesejahteraan hidup.

2) Pendekatan ekonomis

Berupaya meningkatkan keuntungan dengan menghindarkan kerugian bagi tenaga kerja dan perusahaan.

3) Pendekatan sosial

Berupaya menghindarkan kerugian bagi masyarakat baik langsung maupun tidak langsung

Menurut UU No.1 Th. 1970 yang dimaksud dengan keselamatan kerja, yaitu :

- 1) Agar para pekerja dan orang lain yang berada di lokasi pekerjaan tetap sehat dan selamat.
- 2) Melindungi sumber – sumber produksi agar terpelihara dengan baik dan dipergunakan secara efisien.
- 3) Melindungi agar proses produksi berjalan lancar tanpa hambatan apapun.
- 4) Kesehatan dan keselamatan kerja memerlukan tanggung jawab dari semua pihak karena hal ini tergantung dari Direksi, tingkah laku karyawan, keadaan peralatan atau lingkungan kerja itu sendiri.

Menurut Peraturan Pemerintah No.11 Th. 1979, kecelakaan dibagi menjadi 4 macam, antara lain :

- 1) Kecelakaan ringan, kecelakaan yang terjadi tetapi tidak menimbulkan hilangnya jam kerja.
- 2) Kecelakaan sedang, kecelakaan yang terjadi sehingga menimbulkan hilangnya jam kerja tetapi tidak menimbulkan cacat jasmani.
- 3) Kecelakaan berat, kecelakaan yang terjadi sehingga berakibat fatal dan menyebabkan cacat jasmani.
- 4) Kecelakaan mati, kecelakaan yang menyebabkan hilangnya nyawa manusia.

IX.1.1. Sebab-sebab Terjadinya Kecelakaan Kerja

Sebab-sebab terjadinya kecelakaan kerja secara umum, terjadinya kecelakaan disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut :

- 1) Lingkungan Fisik Lingkungan fisik meliputi mesin, peralatan, bahan produksi lingkungan kerja, penerangan dan lain-lain. Kecelakaan terjadi akibat dari :
 - Kesalahan perencanaan

- Aus atau rusaknya peralatan
 - Kesalahan pada waktu pembelian
 - Terjadinya ledakan karena kondisi operasi yang tidak terkontrol
 - Penyusunan peralatan dan bahan produksi yang kurang tepat
 - Lingkungan kerja yang tidak memenuhi persyaratan seperti panas, lambat, bising dan salah penerangan.
- 2) Manusia Kecelakaan yang disebabkan oleh manusia (karyawan) dapat terjadi akibat beberapa hal, yang antara lain adalah sebagai berikut :
- Kurangnya pengetahuan dan keterampilan karyawan
 - Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran karyawan akan keselamatan kerja.
- 3) Sistem Manajemen Kecelakaan yang disebabkan karena sistem manajemen, dapat terjadi akibat beberapa hal di bawah ini, yaitu :
- Kurangnya perhatian manajer terhadap keselamatan kerja
 - Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan dan modifikasi
 - Kurangnya sistem penanggulangan terhadap bahaya
 - Kurangnya penerapan prosedur yang baik
 - Tidak adanya inspeksi peralatan.

IX.2. Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Pabrik Asam Asetat

Usaha untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di lokasi pabrik asam asetat, yaitu dengan diperhatikannya tindakan pencegahan terhadap faktor utama penyebab kecelakaan tersebut, yaitu lingkungan fisik.

Cara menanggulangi bahaya kecelakaan kerja yang ditimbulkan oleh lingkungan fisik dapat disesuaikan dengan jenis bahayanya, yaitu:

1. Bahaya Dalam Proses *Plant*

Dalam design proses harus diperhatikan *flammable dan Explosive*, desain peralatan harus didasarkan pada karakteristik bahan-bahan yang akan diolah maupun produk yang dihasilkan.

2. Bahaya Kebocoran

Kebocoran yang terjadi terutama pada sambungan pipa. Perpipaan diletakkan di atas permukaan tanah dan bila terpaksa dipasang di bawah tanah, maka harus dilengkapi dengan *fire stop* dan *drainage* (pengeluaran) pada jarak tertentu untuk mencegah adanya bakteri yang dapat masuk ke dalam bahan baku sehingga menurunkan kualitas dan kuantitas produk. Dan juga susunan valve dan perpipaan yang baik sangat membantu keselamatan kerja.

3. Bahaya Thermis

Peralatan yang beroperasi pada suhu tinggi harus diberi isolasi, untuk menghindari terjadinya kecelakaan dan menghindari kehilangan panas yang dibutuhkan alat tersebut. Untuk menghindari suhu ruangan yang terlalu tinggi maka perlu adanya ventilasi udara yang cukup pada ruangan tersebut, sebab bila suhu ruangan tinggi akan menimbulkan kondisi cepat lelah para pekerja dan dapat menurunkan efisiensi kerja.

4. Bahaya kebakaran

Terjadinya kebakaran dapat disebabkan oleh:

- Kemungkinan nyala terbuka dari unit utilitas, laboratorium, dan lain-lain
- Terjadinya loncatan bunga api pada saklar dan stop kontak

Untuk mengatasi kemungkinan tersebut dilakukan:

- Melarang kegiatan merokok di daerah yang mudah terbakar
- Menempatkan alat pemadam kebakaran dan hydrant pada daerah rawan kebakaran
- Pemasangan isolasi pada seluruh kabel transmisi yang ada

5. Manusia/Karyawan

Bahaya yang diakibatkan oleh manusia/karyawan dapat dicegah dengan beberapa cara, yaitu sebagai berikut:

1. Pada waktu *maintenance* ataupun pada waktu *shut down* para pekerja harus menggunakan alat pelindung diri, seperti helm, sarung tangan, masker dan lain sebagainya disesuaikan dengan kebutuhan.

2. Memberikan pengumuman-pengumuman penting yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja.
3. Pemberian pengarahan, training *Fire Fighting Brigade* (FFB) yang dilakukan 1 kali dalam seminggu untuk menangani bila sewaktu – waktu terjadi kebakaran dan bahan baku petunjuk keselamatan kerja tentang diri sendiri, bahan kimia dan lain-lain.
4. Memberikan dan mengawasi kelengkapan alat pelindung diri karyawan sebelum memasuki lokasi pabrik.
5. Adanya poliklinik mempunyai sarana yang dapat memadai dalam memberikan pertolongan darurat. Selain itu setiap karyawan harus memahami cara memberikan pertolongan pertama bila ada kecelakaan.

IX.3. Keselamatan Karyawan di Area Pabrik Asam Asetat

1. Pada daerah tangki penyimpanan, perpipaan, dan perpompaan Pada kawasan ini pekerja/ karyawan diwajibkan menggunakan:
 - Alat pelindung kaki :
Sepatu pengaman (*safety shoes*), berfungsi untuk melindungi kaki dari bahaya kejatuhan benda– benda berat, terpercik aliran panas dan terlindung dari kebocoran tangki.
 - Alat pelindung kepala :
Safety helmet yang berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan benda – benda keras atau kejatuhan benda – benda keras.
 - Alat pelindung mata :
Welding mask atau *welding glasses*, berfungsi untuk melindungi mata dari radiasi sinar yang terdapat pada pengelasan, dan melindungi mata jika terjadi kebocoran pada tangki yang akan menyebabkan iritasi atau bahkan kebutaan.

- Alat pelindung tangan :
Sarung tangan karet (untuk melindungi tangan dari bahaya listrik), serta sarung tangan kulit / PVC / berlapis chrom (untuk melindungi dari benda – benda tajam / kasar dan benda–benda panas)
 - Alat pelindung badan :
Cattle pack berfungsi sebagai pelindung badan dari radiasi panas pada tangki penampung yang mempunyai suhu lebih besar dari 100°C dan aliran panas.
2. Pada daerah *Heat Exchanger* dan reboiler. Pada kawasan ini pekerja/karyawan diwajibkan menggunakan :
- Alat pelindung kaki :
Sepatu pengaman (safety shoes), berfungsi untuk melindungi kaki dari bahaya kejatuhan benda – benda berat, terpercik aliran panas/terlalu panasnya pipa HE atau larutan asam ataupun basa yang bersifat korosif akibat dari kebocoran pipa.
 - Alat pelindung kepala :
Safety helmet yang berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan benda – benda keras atau kejatuhan benda – benda keras.
 - Alat pelindung badan :
Cattle pack berfungsi sebagai pelindung badan dari radiasi panas pada system perpipaan yang mempunyai suhu lebih besar dari 100°C terutama pada daerah heater dan reboiler selain itu melindungi badan dari percikan bahan yang korosif dan aliran panas.
3. Pada daerah reaktor, vaporizer, menara distilasi. Pada kawasan ini sama karyawan diwajibkan menggunakan :
- Alat pelindung tangan :
Sarung tangan karet (untuk melindungi tangan dari bahaya listrik, larutan asam atau basa yang bersifat korosif) serta sarung tangan

kulit / PVC / berlapis chrom (untuk melindungi dari benda – benda tajam / kasar dan benda – benda bersuhu tinggi).

- Alat pelindung kaki :
Sepatu pengaman (safety shoes), berfungsi untuk melindungi kaki dari bahaya kejatuhan benda – benda berat, terpercik aliran panas/terlalu panasnya tangki atau larutan asam ataupun basa yang bersifat korosif akibat dari kebocoran pipa.
- Alat pelindung kepala :
Safety helmet yang berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan benda – benda keras atau kejatuhan benda – benda keras.
- Alat pelindung badan :
Cattle pack berfungsi sebagai pelindung badan dari radiasi panas pada system perpipaan / reaktor yang mempunyai suhu lebih besar dari 100°C selain itu melindungi badan dari percikan bahan yang korosif dan aliran panas.

IX.3.1. Hal-hal Yang Harus Diperhatikan

Untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu :

a. Bangunan pabrik

Bangunan gedung beserta alat – alat konstruksinya harus memenuhi persyaratan yang telah direkomendasikan oleh para ahli yang bersangkutan untuk menghindari bahaya – bahaya kebakaran, kerusakan akibat cuaca, gempa, petir, banjir dan lain sebagainya. Lingkungan sekitar pabrik harus dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pekerja serta penduduk sekitarnya. Jangan sampai kehadiran pabrik tersebut menimbulkan pencemaran bagi lingkungan sekitar sehingga mengakibatkan ketidaknyamanan bagi penduduk sekitar.

b. Ventilasi

Ruang kerja harus cukup luas, tidak membatasi atau membahayakan gerak pekerja, serta dilengkapi dengan sistem ventilasi yang baik sesuai dengan

kondisi tempat kerjanya, sehingga pekerja dapat bekerja leluasa, aman, nyaman, karena selalu mendapatkan udara yang bersih.

c. Alat – alat bergerak

Alat – alat berputar atau bergerak seperti motor pada pompa, motor pada pengaduk harus selalu berada dalam keadaan tertutup, minimal diberi penutup pada bagian yang bergerak, serta harus diberi jarak yang cukup dengan peralatan yang lainnya, sehingga bila terjadi kerusakan akan dapat diperbaiki dengan mudah.

d. Peralatan yang menggunakan sistem perpindahan panas

Peralatan yang memakai sistem perpindahan panas harus diberi isolator, misalnya : Boiler, Cooler, Heater dan sebagainya. Disamping itu di dalam perancangan faktor keselamatan harus diutamakan, antara lain dalam hal pengelasan (pemilihan sambungan las), faktor korosi, tekanan (stress). Hal ini memegang peran penting dalam mencegah terjadinya kecelakaan kerja, efisiensi dan produktivitas operasional, terutama untuk mencegah kehilangan panas pada alat-alat tersebut. Selain itu harus diupayakan agar suhu ruang tidak terlalu tinggi dengan jalan memberi ruang (space) yang cukup untuk peralatan mencegah kebocoran steam yang terlalu besar, serta pemasangan alat-alat control yang sesuai.

e. Sistem perpipaan

Pipa – pipa harus dipasang secara efektif supaya mudah menghantarkan fluida proses atau utilitas tanpa adanya kehilangan energi atau massa, dalam waktu yang tepat. Pipa – pipa tersebut juga harus diletakkan di tempat yang terjangkau dan aman sehingga mudah diperbaiki dan dipasang. Untuk pipa yang dilalui fluida panas harus diberi isolasi (berupa sabut atau asbes) dan diberi sambungan yang dapat memberikan fleksibilitas seperti belokan – U (U – bed), tee, juga pemilihan valve yang sesuai untuk menghindarkan peledakan yang diakibatkan oleh pemuaian pipa.

f. Sistem kelistrikan

Penerangan di dalam ruangan harus cukup baik dan tidak menyilaukan agar para pekerja dapat bekerja dengan baik dan nyaman. Setiap peralatan yang dioperasikan secara elektris harus dilengkapi dengan pemutusan arus (sekering) otomatis serta dihubungkan dengan tanah (ground) dalam bentuk arde, untuk menjaga apabila sewaktu – waktu terjadi hubungan singkat. Pemeriksaan peralatan listrik secara teratur perlu dilakukan.

g. Karyawan

Seluruh karyawan dan pekerja, terutama yang menangani unit – unit vital, hendaknya diberi pengetahuan dan pelatihan khusus dalam bidang masing – masing , juga dalam bidang kesehatan dan keselamatan kerja secara umum. Disamping itu pihak pabrik harus gencar memberikan penyuluhan tentang Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3), baik secara lisan maupun secara 69 tertulis (berupa tanda-tanda bahaya atau larangan serta peraturan pengoperasian peralatan yang baik dan pada tiap-tiap alat terutama yang berisiko tinggi). Dengan demikian diharapkan para karyawan akan mampu menangani kondisi darurat yang dapat terjadi sewaktu-waktu, setidaknya pada tahap awal.

IX.3.2. Sistem Yang Digunakan di Pabrik Asam Asetat

1. Sistem Alarm Pabrik

Sistem alarm dalam pabrik digunakan untuk mendeteksi asap jika terjadi kebakaran atau tanda bahaya. Sehingga apabila terjadi bahaya sewaktu-waktu pada karyawan dapat segera mengetahui.

2. Sistem Komunikasi

Yaitu tersedianya alat komunikasi yang menghubungkan antar unit baik dengan sistem telepon maupun dengan sistem wireless yang diset berdasarkan tempat-tempat yang telah ditentukan untuk start, stop, dan emergency pengoperasian.

3. Motor Listrik

Motor listrik berfungsi untuk melindungi dari kegagalan tenaga untuk sementara.

4. Sistem Management

Sistem manajemen mempunyai peran yang besar bagi karyawan dan staff ahli yang saling mendukung satu sama lain. Juga kedisiplinan di dalam menjalankan tugas untuk kerjasama dalam mencapai tujuan keselamatan dan kesehatan kerja. Sistem management yang benar meliputi:

- Melaksanakan prosedur kerja dengan menggunakan buku pedoman Keselamatan Kerja
- Pokok-pokok kebijaksanaan direksi dalam bidang K3.
- Membuat usaha-usaha untuk mengatasi bahaya yang mungkin timbul di tempat kerja.

5. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Menurut Undang-Undang Keselamatan Kerja No.1 tahun 1970 untuk mengurangi akibat kecelakaan kerja, maka setiap perusahaan harus menyediakan alat perlindungan diri (APD) yang harus disesuaikan dengan jenis perusahaannya masing-masing. Alat pelindung diri (APD) bukan 70 merupakan alat untuk menghilangkan bahaya di tempat kerja, namun hanya merupakan salah satu usaha untuk mencegah dan mengurangi kontak antara bahaya dan tenaga kerja yang sesuai dengan standar kerja yang diijinkan. Syarat – syarat Alat Pelindung Diri adalah:

1. Memiliki daya cegah dan memberikan perlindungan yang efektif terhadap jenis bahaya yang dihadapi oleh tenaga kerja
2. Konstruksi dan kemampuannya harus memenuhi standar yang berlaku
3. Efisien, ringan, dan nyaman dipakai
4. Tidak mengganggu gerakan – gerakan yang diperlukan
5. Tahan lama dan pemeliharannya mudah.

Jenis – jenis Alat Pelindung Diri adalah sebagai berikut:

1. Topi Keselamatan (*Safety head*)

Untuk melindungi kepala terhadap benturan, kemungkinan tertimpa benda – benda yang jatuh, melindungi bagian kepala dari kejutan listrik ataupun terhadap kemungkinan terkena bahan kimia yang berbahaya. Digunakan selama jam kerja di daerah instalasi pabrik.

2. Alat pelindung mata (*Eye goggle*)

Untuk melindungi mata terhadap benda yang melayang, percikan, bahan kimia, dan cahaya yang menyilaukan. Digunakan pada saat :

- Di daerah berdebu
- Menggerinda, mamahat, menebor, membubut, dan mem – frais
- Di mana terdapat bahan atau menangani bahan kimia yang berbahaya, termasuk asam atau alkali
- Pengelasan.

3. Alat pelindung muka

- Untuk melindungi muka (dari dahi sampai batas leher)
- Pelindung muka yang tahan terhadap bahan kimia yang berbahaya (warna kuning. Digunakan pada saat menangani bahan asam atau alkali)
- ★ Pelindung muka terhadap pancaran panas (warna abu – abu). Digunakan di tempat kerja di mana pancaran panas dapat membahayakan pekerja.
- Pelindung muka terhadap pancaran sinar ultra violet dan infra merah.

4. Alat pelindung telinga

Untuk melindungi telinga terhadap kebisingan di mana bila alat tersebut tidak digunakan dapat menurunkan daya pendengaran dan menyebabkan ketulian yang bersifat tetap. Macam dari alat pelindung pendengaran ini adalah:

- *Ear plug* digunakan di daerah bising dengan tingkat kebisingan sampai dengan 95 dB.
- *Ear muff* digunakan di daerah bising dengan tingkat kebisingan lebih dari 95 dB.

5. Alat pelindung pernafasan

Terdapat dua jenis alat pelindung pernafasan (respirator) yaitu:

- *Air purifying respirator*
- *Air supplying respirator*

Sedangkan alat yang digunakan pada pabrik ini adalah *ear plug* yang berfungsi untuk melindungi pemakainya dari bunyi bising.

6. Sarung tangan

Digunakan untuk melindungi tangan terhadap bahaya fisik, kimia, dan listrik.

- Sarung tangan kulit
Dipakai apabila para pekerja tengah bekerja dengan benda yang kasar dan tajam.
- Sarung tangan asbes
Digunakan apabila bekerja dengan benda yang panas.
- Sarung tangan katun
Digunakan apabila bekerja dengan peralatan oksigen.
- Sarung tangan karet
Digunakan apabila bekerja dengan bahan kimia yang berbahaya, korosif, dan iritatif.
- Sarung tangan listrik
Digunakan apabila bekerja dengan kemungkinan terkena bahaya listrik.
- Sepatu pengaman Digunakan untuk melindungi kaki terhadap gangguan yang membahayakan para pekerja di tempat kerja. Macam dari sepatu pengaman adalah:

a. Sepatu keselamatan

Digunakan untuk melindungi kaki dari benda yang keras atau tajam, luka bakar yang disebabkan oleh bahan kimia yang korosif, tertembus benda tajam, serta untuk menjaga agar seseorang tidak jatuh terpeleset oleh air atau minyak.

b. Sepatu karet

Digunakan untuk melindungi kaki terhadap bahan kimia yang berbahaya.

c. Sepatu listrik

Digunakan apabila bekerja dengan kemungkinan terdapat bahaya listrik.

- Baju pelindung Digunakan untuk melindungi seluruh bagian tubuh terhadap berbagai gangguan yang dapat membahayakan para pekerja.

IX.4. Keselamatan Pada Alat-alat Pabrik

a. Pada Tangki Penampung

Pada tangki penampung, harus dilengkapi dengan sistem keamanan yang berupa:

- Pemberian Label dan spesifikasi bahannya
- Serta pengecekan secara berkala oleh petugas K3

b. Pada Pompa dan Sistem Perpipaan

Kemungkinan korosi yang terjadi pada pompa dan pipa adalah korosi uniform, korosi caustic embrittlement, dan korosi erosi yang disebabkan oleh aliran. Korosi Erosi dapat ditemukan pada sistem perpipaan (terutama pada bend, elbow dan joint), valve, pompa, heat exchangers. Sedangkan korosi caustic embrittlement terjadi jika berada pada tekanan tinggi dan lingkungan kimia yang banyak mengandung basa. Untuk mencegah adanya korosi tersebut, pada pompa digunakan logam

yang lebih keras yang tahan terhadap korosi serta pengecekan secara berkala (setiap minggu) oleh petugas K3. Selain itu penempatan perpipaan haruslah aman atau tidak mengganggu jalannya proses serta kegiatan dari para pekerja atau karyawan.

c. Pada *Heat Exchanger*, Reaktor, Menara Distilasi, dan Flash Drum

Pada area *Heat Exchanger*, Reaktor, Menara Distilasi, dan Flash Drum dilengkapi dengan isolator untuk mencegah terjadinya radiasi panas yang tinggi, sedangkan pada Boiler mempunyai level suara sampai batas 85 dB, serta pengecekan secara berkala oleh petugas K3.

d. Pada area pabrik secara umum atau keseluruhan :

- Disediakan jalan diantara plant-plant yang berguna untuk kelancaran transportasi para pekerja serta memudahkan pengendalian pada saat keadaan darurat (misal : kebakaran).
- Disediakan hydrant disetiap plant (unit) untuk menanggulangi pencegahan awal pada saat terjadi kebakaran.
- Memasang alarm disetiap plant (unit) sebagai tanda peringatan awal adanya keadaan darurat. Disediakan pintu dan tangga darurat yang dapat digunakan sewaktu-waktu pada saat terjadi kejadian darurat.

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

X.1. Organisasi Perusahaan

Dalam hal merancang pabrik, perlu dibentuknya struktur perusahaan karena berpengaruh sangat penting untuk kelancaran mobilisasi dan tanggung jawab pada bagian-bagian di perusahaan. Diharapkan dengan adanya struktur organisasi yang tertata, setiap karyawan memiliki tanggung jawab dan wewenang serta pembagian tugas yang jelas, sehingga tidak ada tumpang tindih yang mengakibatkan macetnya keberlangsungan perusahaan tersebut. Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi menjadi empat bagian, yaitu :

1. Perusahaan perseorangan

Modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap baik atau buruknya perusahaan.

2. Persekutuan firma

Modal dikumpulkan dari dua orang atau lebih dengan tanggung jawab perusahaan didasari perjanjian dan disahkan oleh akte notaris.

3. Persekutuan komanditer (*commanditaire vennootshaps*) atau CV

Terdiri dari dua orang atau lebih yang setiap orangnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (seseorang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modal dan bertanggung jawab atas modal tersebut).

4. Perseroan Terbatas (PT)

Modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan dengan pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal atau lembaran saham yang dimiliki.

Berdasarkan pertimbangan dari bentuk perusahaan di atas, pabrik ini akan membentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan salah satu bentuk perusahaan yang modalnya diperoleh dari penjualan saham, yang menandakan bahwa pemegang saham telah menyetor modal ke perusahaan dan

menjadi salah satu pemilik perusahaan tersebut. Ciri-ciri dari Perseroan Terbatas (PT), ialah :

- a) Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan undang-undang hukum dagang.
- b) Memiliki 5 bidang usaha dalam satu Perseroan Terbatas (PT).
- c) Umumnya modal dicantumkan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham.
- d) Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan pada direksi dengan memperhatikan aturan dan undang-undang yang berlaku.
- e) Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
- f) Pekerjaan direksi sehari-sehari diawasi oleh dewan direksi.
- g) Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas (PT) adalah pada rapat umum pemegang saham (RUPS) yang umumnya dilakukan satu tahun sekali.

Oleh karena itu, pabrik ini rencananya akan didirikan dengan klasifikasi :

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Kapasitas produksi	: 14.000 ton/tahun
Lapangan usaha	: memproduksi asam asetat
Letak	: Bontang, Kalimantan Timur

Alasan dipilihnya bentuk PT pada perusahaan ini dilatarbelakangi atas beberapa pertimbangan antara lain :

1. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari hasil penjualan saham.
2. Perusahaan dilindungi oleh undang-undang.
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.
4. Proses pendirian lebih mudah.
5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain

Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham, sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh komisaris.

6. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staff dan karyawan perusahaan.
7. Efisiensi dari manajemen
Para pemegang saham duduk dalam dewan komisaris dan dewan komisaris ini dapat memilih dewan direksi diantaranya direktur utama yang cakap dan berpengalaman.
8. Lapangan usaha lebih luas.

X.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan faktor penting dalam menunjang kemajuan perusahaan karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi didalam perusahaan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik, maka perlu memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

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

Berdasarkan pedoman di atas, maka struktur organisasi yang dipilih adalah *line and staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis, demikian pula dengan pembagian tugas, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Ada dua kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi dengan sistem *line and staff* ini, yaitu:

- *Line* atau garis, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- *Staff*, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dalam pelaksanaan tugas, dewan komisaris mewakili para pemegang saham, sedangkan direktur utama menjalankan perusahaan dibantu oleh direktur teknik dan produksi yang membawahi bagian operasi dan teknik, serta direktur keuangan dan umum membawahi pemasaran dan kelancaran produksi. Posisi direktur membawahi kepala bagian dan kepala bagian akan membawahi kepala seksi, serta kepala seksi akan membawahi dan mengawasi karyawan perusahaan. Karyawan perusahaan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang masing-masing dipimpin oleh kepala regu. Setiap kepala regu bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi. Manfaat adanya struktur organisasi sebagai berikut :

- a) Dapat menjalankan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
- b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- d) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

X.3. Tugas dan Wewenang

X.3.1. Pemegang Saham

Para pemegang saham merupakan individu yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian serta kelancaran kegiatan pabrik dan kekuasaan tertinggi pada perusahaan didapatkan dalam forum Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Dalam RUPS tersebut menjelaskan wewenang pemegang saham yang meliputi :

1. Mengangkat serta memberhentikan dewan komisaris.
2. Mengangkat serta memberhentikan direktur.
3. Mengesahkan program dan targetan secara perhitungan untung dan rugi tahunan dari perusahaan.

X.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahannya pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direksi.
3. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

X.3.3. Dewan Direksi

Direksi utama atau juga disebut dengan direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan penanggung jawab penuh atas baik atau buruknya kegiatan dalam perusahaan terhadap dewan komisaris. Direktur utama juga bertanggung jawab penuh atas untung dan ruginya perusahaan yang dijalankan, serta membawahi direktur produksi dan teknik. Tugas dan wewenang direktur utama meliputi:

1. Memimpin dan membina setiap individu dalam perusahaan secara baik dan efektif.
2. Mempertanggung jawabkan segala bentuk tugas dalam bentuk laporan rutin pada masa akhir pekerjaan dan melaksanakan semua kebijakan serta aturan yang telah disahkan oleh dewan komisaris serta para pemegang saham.
3. Menjaga kelancaran organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan komunikasi secara baik antara para pemilik saham, pimpinan, karyawan dan konsumen.
4. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan dewan komisaris.
5. Mengkoordinir kerjasama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan (direktur keuangan).

X.3.4. Direktur

Direktur adalah tenaga yang membantu direktur utama dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktur utama. Direktur dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Direktur Produksi dan Teknik dengan tugas sebagai berikut :
 - Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi dan teknik.
 - Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.
2. Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dengan tugas sebagai berikut:
 - Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
 - Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

X.3.5. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu dewan direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang staff ahli meliputi :

1. Memberikan kritik dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan secara rutin.
3. Memperbaiki alir proses produksi pabrik yang meliputi perencanaan dan pengembangan produksi.
4. Meningkatkan efisiensi kerja.
5. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

X.3.6. Kepala Bagian

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

1. Kepala Bagian Produksi

Tugas kepala bagian produksi, antara lain :

- Bertanggung jawab kepada direktur produksi dan teknik dalam bidang mutu produk, kelancaran produksi, dan laboratorium.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Untuk menyokong kelancaran tugas dan tanggung jawab, kepala bagian produksi ini dibantu oleh beberapa seksi, diantaranya :

- a) Seksi Proses
- b) Seksi Pengendalian
- c) Seksi Laboratorium

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik, antara lain :

- Bertanggung jawab kepada direktur produksi dan teknik dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Untuk menyokong kelancaran tugas dan tanggung jawab, kepala bagian teknik ini dibantu oleh beberapa seksi, diantaranya :

- a) Seksi Pemeliharaan
- b) Seksi Utilitas

3. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas Kepala Bagian Keuangan, antara lain :

- Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang pengkoordinasi segala kegiatan pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan administrasi dan keuangan,
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Untuk menyokong kelancaran tugas dan tanggung jawab, kepala bagian administrasi dan keuangan ini dibantu oleh beberapa seksi, diantaranya :

- a) Seksi Administrasi
- b) Seksi Keuangan

4. Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum, antara lain :

- Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Untuk menyokong kelancaran tugas dan tanggung jawab, kepala bagian umum ini dibantu oleh beberapa seksi, diantaranya :

- a) Seksi personalia
- b) Seksi Hubungan Masyarakat (Humas)
- c) Seksi Keamanan

5. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas kepala bagian pemasaran, antara lain :

- Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidangnya untuk mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan pembelian bahan baku, penjualan produk dan pencapaian targetan perusahaan
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Untuk menyokong kelancaran tugas dan tanggung jawab, kepala bagian pemasaran ini dibantu oleh beberapa seksi, diantaranya :

- a) Seksi Pembelian

b) Seksi Pemasaran

6. Kepala Bagian Litbang dan K3L

Tugas kepala bagian litbang (penelitian dan pengembangan) dan K3L, antara lain :

- Bertanggung jawab kepada direktur produksi dan teknik dalam bidang penelitian pengembangan serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
- Mengikuti program penilaian kinerja perusahaan dan pengolahan lingkungan (PROPER) yang diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Republik Indonesia.
- Mengkoordinir kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Untuk menyokong kelancaran tugas dan tanggung jawab, kepala bagian litbang dan K3L ini dibantu oleh beberapa seksi, diantaranya :

- a) Seksi Penelitian dan Pengembangan
- b) Seksi Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L)

X.3.7. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh masing-masing kepala bagian untuk tercapainya hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya kegiatan produksi dan setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya. Kepala seksi terdiri dari :

1. Kepala Seksi Proses, dengan tugas :
 - Memantau jalannya proses produksi.
 - Menjalankan kegiatan proses sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP).
2. Kepala Seksi Pengendalian, dengan tugas :
 - Menangani semua tindakan yang dapat mengancam keselamatan kerja.
 - Mengurangi potensi terjadinya bahaya.
3. Kepala Seksi Laboratorium, dengan tugas :
 - Memantau dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.

- Memantau dan menganalisa mutu produksi.
 - Memantau hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
 - Membuat laporan secara rutin baik triwulan, semester maupun tahunan kepada kepala bagian produksi.
4. Kepala Seksi Pemeliharaan, dengan tugas :
- Melaksanakan pemeliharaan terhadap fasilitas dan investaris asset perusahaan.
 - Melakukan perawatan terhadap kerusakan peralatan pabrik.
5. Kepala Seksi Utilitas, dengan tugas melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga listrik.
6. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan, dengan tugas :
- Mengatur semua kegiatan pabrik yang berhubungan langsung dengan peningkatan dan efisiensi proses secara keseluruhan.
 - Mengelola komunikasi antara internal dan eksternal di lingkungan kantor.
 - Mempublikasikan kegiatan pabrik.
7. Kepala Seksi Administrasi, dengan tugas menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.
8. Kepala Seksi Anggaran, dengan tugas :
- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat perkiraan tentang keuangan masa yang akan datang.
 - Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
9. Kepala Seksi Personalia, dengan tugas :
- Membimbing dan membina tenaga kerja serta menciptakan komunikasi baik antara tenaga kerja, pekerjaan dan lingkungan, hingga tercapainya efektivitas waktu dan biaya.
 - Menciptakan kebijakan dalam disiplin kerja, hingga tercapainya kondisi kerja yang tenang dan maksimal.

- Membuat program-program yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.
10. Kepala Seksi Humas, dengan tugas mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.
11. Kepala Seksi Keamanan, dengan tugas :
- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
 - Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.
 - Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan internal perusahaan.
12. Kepala Seksi Pembelian, dengan tugas :
- Melaksanakan pembelian barang serta peralatan yang dibutuhkan untuk kelancaran operasi perusahaan.
 - Memahami harga pemasaran dan mutu bahan baku serta bertanggung jawab secara penuh untuk logbook pencatatan keluar masuknya barang maupun alat dari gudang.
13. Kepala Seksi Penjualan, dengan tugas :
- Membuat perencanaan strategi penjualan produk untuk mencapai targetan perusahaan.
 - Mengkoordinir pendistribusian hasil produksi dari pabrik.
14. Kepala Seksi Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L), dengan tugas :
- Mengidentifikasi, mencegah, dan mengurangi bahaya yang berdampak pada karyawan dan pengunjung pabrik seperti kebakaran, kecelakaan, bahaya bahan kimia, dan penyakit yang ditimbulkan akibat kerja.
 - Bertanggung jawab terhadap setiap alat-alat instalasi pemadam dan peralatan pendukung dalam keadaan darurat.
 - Memberikan pengenalan keselamatan (*safety induction*) terhadap karyawan maupun pengunjung yang berhubungan langsung dalam kegiatan pabrik.

- Menyediakan alat pelindung diri (APD) untuk karyawan dan pengunjung pabrik.
- Merancang kebijakan Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L).

X.4. Pembagian Jam Kerja

Pabrik Asam Asetat ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari digunakan untuk perbaikan, perawatan dan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan dibagi dalam 2 golongan, yaitu karyawan *shift* (kerja pabrik) dan *non-shift* (kerja kantor).

a. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non-shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam 1 minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

- Hari Senin – Kamis
Jam Kerja : Jam 08.00 – 16.00
Jam Istirahat : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jumat
Jam Kerja : Jam 08.00 – 17.00
Jam Istirahat : Jam 11.30 – 13.00

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* antara lain : operator produksi, sebagian dari bagian teknik dan bagian-bagian keamanan.

Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam dengan

pengaturan sebagai berikut :

- Shift Pagi : Jam 07.00 - 15.00
- Shift Siang : Jam 15.00 - 23.00
- Shift Malam : Jam 23.00 - 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi dalam 4 regu (A/B/C/D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat, dan dikarenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapatkan giliran 2 hari kerja pada setiap *shift* secara berturut-turut kemudian 2 hari libur dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan (Zamani,1998).

Tabel X.4.1. Jadwal Pembagian Kelompok Shift

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III	
B	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III			I
C	III	III			I	I	II	II	III	III			I	I	II
D			I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III

Tabel X.4.2. Jadwal Pembagian Kelompok Shift (Lanjutan)

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A		I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III
B	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III		

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
C	II	III	III			I	I	II	II	III	III			I	I
D	III			I	I	II	II	III	III			I	I	II	II

Keterangan : 1, 2, 3 dst : Hari ke-

A, B, C, D : Regu kerja *shift*

■ : Libur

X.5. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Sistem pembagian gaji pada perusahaan *Acetic Acid* ini terbagi menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut :

a. Gaji Bulanan

Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya.

b. Gaji Harian

Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau butuh dan karyawan borongan. Gaji pokok karyawan diatur berdasarkan jabatan, keahlian dan kecakapan karyawan, masa kerja, serta prestasi kerja. Kenaikan gaji pokok dilakukan per tahun sesuai dengan pertumbuhan ekonomi serta prestasi dari karyawan. Daftar gaji karyawan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel X.5. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

No	Jabatan	Jumlah	Pendidikan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	1	S2	Rp 30.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	S2	Rp 25.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	S2	Rp 25.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Pendidikan	Gaji/Bulan
4	Staff Ahli	1	S1	Rp 15.000.000
5	Ka. Bag. Teknik	1	S1	Rp 12.000.000
6	Ka. Bag. Produksi	1	S1	Rp 12.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	S1	Rp 12.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	S1	Rp 12.000.000
9	Ka. Sek. Instrumen dan Perlengkapan	1	S1	Rp 10.000.000
10	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	S1	Rp 10.000.000
11	Ka. Sek. K3	1	S1	Rp 10.000.000
12	Ka. Sek. Utilitas	1	S1	Rp 10.000.000
13	Ka. Sek. Proses	1	S1	Rp 10.000.000
14	Ka. Sek. Laboratorium	1	S1	Rp 10.000.000
15	Ka. Sek. Pengendalian Mutu	1	S1	Rp 10.000.000
16	Ka. Sek. Litbang	1	S1	Rp 10.000.000
17	Ka. Sek. Pemasaran	1	S1	Rp 10.000.000
18	Ka. Sek. Pembelian	1	S1	Rp 10.000.000
19	Ka. Sek. Personalia	1	S1	Rp 10.000.000
20	Ka. Sek. Humas	1	S1	Rp 10.000.000
21	Ka. Sek. Keamanan	1	S1	Rp 10.000.000
22	Karyawan Inst. dan Perlengkapan	8	S1/D3	Rp 10.000.000
23	Karyawan Proses	8	S1/D3	Rp 10.000.000
24	Karyawan Laboratorium	5	S1/D3	Rp 10.000.000
25	Karyawan Humas	4	S1/D3	Rp 7.000.000
26	Karyawan Keamanan	4	S1/D3	Rp 7.000.000
27	Karyawan Pengendalian Mutu	4	S1/D3	Rp 8.000.000
28	Karyawan Pemasaran	4	S1/D3	Rp 8.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Pendidikan	Gaji/Bulan
29	Karyawan Administrasi	3	S1/D3	Rp 8.000.000
30	Karyawan Pembelian	3	S1/D3	Rp 7.000.000
31	Karyawan Personalia	3	S1/D3	Rp 7.000.000
32	Karyawan Pengendali Lapangan	4	S1/D3	Rp 8.000.000
33	Karyawan Utilitas	4	S1/D3	Rp 7.000.000
34	Karyawan K3	4	S1/D3	Rp 7.000.000
35	Dokter	2	S1	Rp 12.000.000
36	Perawat	4	SMA/K	Rp 5.000.000
37	Satpam	12	SMA/K	Rp 3.700.000
38	Supir	5	SMA/K	Rp 3.700.000
39	Cleaning Service	5	SMA/K	Rp 3.700.000
40	Operator	52	SMA/K	Rp 6.000.000
Total		159		Rp 1.194.400.000

X.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Setiap karyawan mempunyai hak dalam hal ketenagakerjaan seperti yang tertuang dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak tersebut antara lain:

a. Tunjangan

Selain gaji pokok, setiap karyawan juga mendapatkan tunjangan yang diatur oleh perusahaan. Beberapa jenis tunjangan dan fasilitas yang diberikan oleh perusahaan antara lain adalah:

- Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar

jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

- Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.

b. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dihitung sebagai libur kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (*overtime*).

c. Hak Cuti

Hak cuti karyawan terdiri dari:

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang di tahun tersebut.
- Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan wanita yang melahirkan.

d. Fasilitas Karyawan

Dalam rangka meningkatkan produktivitas karyawan, perusahaan menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan oleh karyawan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani karyawan, sehingga mereka tidak merasa jenuh dalam menjalankan pekerjaan sehari-hari dan kegiatan dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi:

- Poliklinik

Poliklinik disediakan bertujuan untuk menjaga kesehatan karyawan yang merupakan salah satu hal yang berpengaruh dalam efisiensi produksi pabrik. Poliklinik yang disediakan ditangani oleh dokter dan perawat.

- Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya

kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) lain sebagai alat pengaman kerja.

- Makan dan Minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncanakan akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk perusahaan.

- Tempat Ibadah

Tempat ibadah yang disediakan perusahaan berupa masjid, agar karyawan tetap dapat melaksanakan kewajiban rohani dan aktivitas keagamaan lainnya.

- Transportasi

Untuk meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan menyediakan alat transportasi bagi karyawan yang tidak menggunakan transportasi pribadi berupa *shuttle bus*. Bus akan beroperasi di beberapa titik tempat tinggal karyawan untuk mengantar dan menjemput karyawan saat akan berangkat dan pulang bekerja.

e. Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK). Ruang lingkup jaminan sosial tenaga kerja meliputi:

- Jaminan Kecelakaan Kerja

1. Biaya pengangkutan
2. Biaya pemeriksaan, pengobatan, dan perawatan
3. Biaya rehabilitasi
4. Santunan berupa uang yang meliputi : santunan sementara tidak mampu bekerja, santunan cacat sebagian atau selama-lamanya, santunan cacat total untuk selama-lamanya baik fisik maupun

mental dan santunan kematian.

- Jaminan Kematian

1. Biaya pemakaman
2. Santunan berupa uang

- Jaminan Hari Tua

Jaminan hari tua dibayarkan secara sekaligus atau berkala, atau sebagian dan berkala kepada tenaga kerja karena :

1. Telah mencapai usia 55 (lima puluh lima tahun), atau
2. Cacat total tetap setelah ditetapkan dokter. Dalam hal tenaga kerja meninggal dunia, Jaminan Hari Tua dibayarkan kepada janda atau duda atau anak yatim piatu.

- Jaminan Pemeliharaan Kesehatan

1. Rawat jalan tingkat pertama
2. Rawat jalan tingkat lanjutan
3. Rawat inap
4. Pemeriksaan kehamilan dan pertolongan persalinan
5. Penunjang diagnostik
6. Pelayanan khusus
7. Pelayanan gawat darurat.

X.7. Manajemen Perusahaan

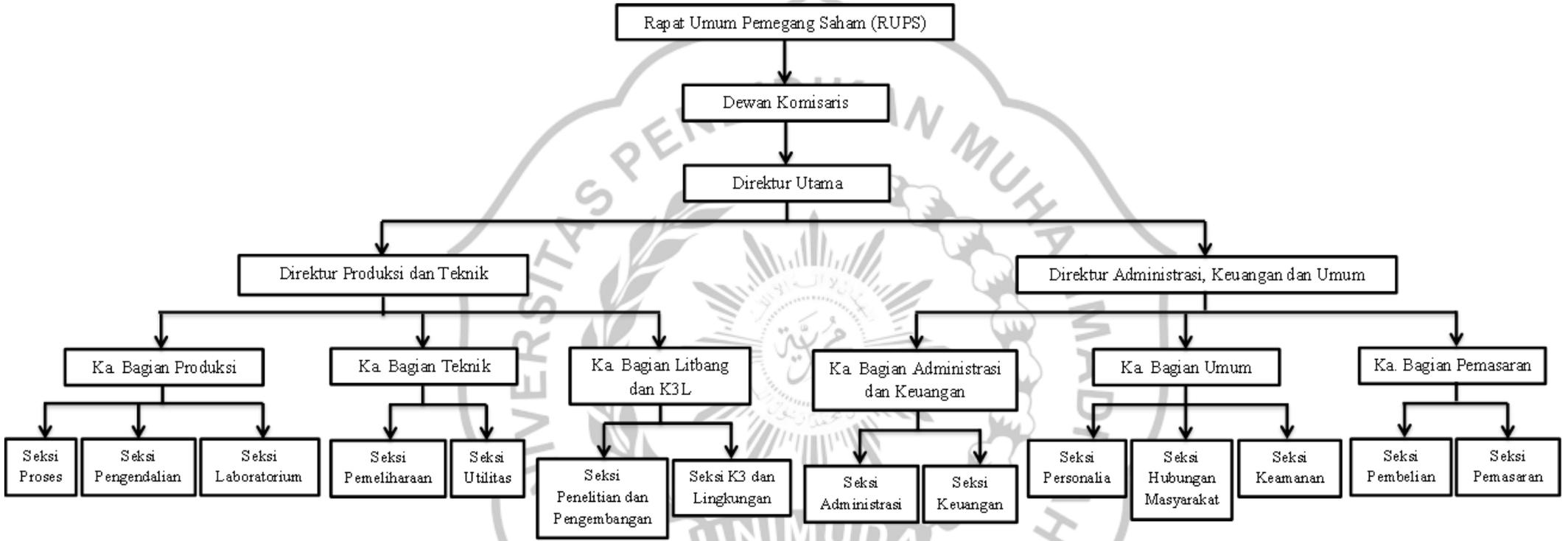
Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang berfungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perusahaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya

untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Perencanaan adalah merupakan suatu tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.





Gambar X.7. Struktur Organisasi Pabrik Asam Asetat

BAB XI

EVALUASI EKONOMI

Analisa ekonomi dilakukan dengan tujuan guna mendapatkan gambaran umum dari segi ekonomi mengenai layak tidaknya Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Asam Asetat ini didirikan. Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan pabrik kimia adalah estimasi harga dari alat-alat karena harga tersebut digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi mengenai kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas.

XI.1. Dasar Perhitungan

Analisa ekonomi dilakukan dengan menghitung *Total Capital Investment* (TCI) dan *Total Cost Production* (TCP) terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan menghitung parameter-parameter ekonomi yang diperlukan untuk menganalisa kelayakan dan prospek dari Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Asam Asetat. Parameter yang diambil dalam menentukan layak tidaknya pendirian pabrik Asam Asetat ini adalah:

1. *Profitability* / keuntungan
2. *Return On Investment* (ROI)
3. *Pay Out Time* (POT)
4. *Profit On Sales* (POS)
5. *Discounted Cash Flow* (DCF)
6. *Break Event Point* (BEP)
7. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum dilakukan analisa terhadap keenam hal di atas, perlu dilakukan perhitungan terhadap beberapa hal berikut:

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
- 2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
 - c. Pendapatan modal

Perlu juga dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal untuk mengetahui titik impas dari pendirian pabrik. Hal-hal tersebut antara lain:

- a) Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b) Biaya variable (*Variable Cost*)
- c) Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

XI.2. Perhitungan *Capital Investment*

Harga peralatan akan mengalami perubahan yang cukup signifikan setiap tahunnya tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk memperkirakan harga peralatan pada tahun yang dirikan dan perlu diketahui indeks harga peralatan pada tahun itu juga.

Untuk menghitung biaya peralatan pada tahun 2028 digunakan referensi "*Plant Design and Economic for Chemical Engineers edisi η*" karangan Max S.Peter - Klaus D.Timmerhaus untuk mengetahui indeks harga.

Tabel XI.2. Indeks Harga 2008-2022

Tahun	Y (Indeks)	X (tahun ke-)	X^2	$X * Y$
2008	438	1	1	438
2009	443	2	4	887
2010	448	3	9	1345
2011	453	4	16	1813
2012	458	5	25	2291
2013	463	6	36	2779
2014	468	7	49	3276

2015	473	8	64	3784
2016	478	9	81	4301
2017	483	10	100	4828
2018	488	11	121	5365
2019	493	12	144	5912
2020	498	13	169	6469
2021	503	14	196	7036
2022	507	15	225	7612
Total	7094	120	1240	58137

(Sumber: Petter & Timmerhaus)

Dengan menggunakan metode regresi linier, data di atas diubah ke dalam bentuk persamaan $y = 4,9311x - 9463,2$. Dalam rencana, pabrik akan didirikan pada tahun 2028. Indeks harga pada tahun 2028 adalah 537,07. Sedangkan indeks harga pada tahun 2025 (dijadikan sebagai acuan tahun referensi peralatan) adalah 522,28.

Harga peralatan pada tahun 2026 dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$Ex = \left(\frac{Nx}{Ny}\right) \times Ey$$

Keterangan : Ex = Harga pembelian tahun 2028

Nx = Indeks harga pada tahun 2028

Ny = Indeks harga pada tahun referensi (2025)

Ey = Harga pembelian pada tahun referensi (2025)

XI.3. Perhitungan Biaya Produksi

1. Kapasitas Produksi = 14.000 ton/tahun
= 1.767,68 kg/jam
2. Satu tahun operasi = 330 hari/tahun
= 7.920 jam
3. Umur Pabrik = 10 tahun

- | | | |
|--------------------------------|---|---------------------------|
| 4. Tahun Pendirian Pabrik | = | 2028 |
| 5. Indeks Harga Tahun 2028 | = | 537,07 |
| 6. Upah Buruh Asing | = | US\$ 15/ <i>manhour</i> |
| 7. Upah Buruh Indonesia | = | Rp20.000// <i>manhour</i> |
| 8. Komposisi Buruh | = | Asing : Domestik |
| | = | 5% : 95% |
| 9. Perbandingan <i>manhour</i> | = | Asing : Domestik |
| 10. Kurs Dollar | = | 1 : 3 |
| 11. Harga Jual Asam Asetat | = | Rp16.480 = 1 \$ |
| | = | Rp25.859/Kg |
| 12. UMR Bontang | = | Rp3.700.000 |

XI.3.1. Total Capital Investment

Total Capital Investment adalah total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas, penunjang dan operasi pabrik. Total capital investment terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment (FCI)*

Fixed Capital Investment adalah total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik, meliputi:

- *Purchased Equipment Cost (PEC)*
- *Instalation Cost*
- *Piping*
- *Instrumentation*
- *Insulation*
- *Electrical*
- *Building*
- *Land and Yard Improvement*
- *Utility*
- *Engineering and Construction*
- *Contractor's fee*

- *Contigency*
- *Enviromental Cost*
- *Plant Start Up Cost*

Tabel XI.3.1.1. Physical Plant Cost (PPC)

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	Purchased Equipment Cost	1,871,971.35	
2	Instalasi cost	235,868.39	2,276,317,164.41
3	Pemipaan	407,153.77	1,067,023,670.82
4	Instrumentasi	454,889.04	426,809,468.33
5	Insulasi	56,159.14	280,795,702.85
6	Listrik	140,397.85	280,795,702.85
7	Bangunan		67,500,000,000.00
8	Tanah dan pembuatan jalan	187,197.14	10,785,000,000.00
9	Utilitas	2,170,951.37	2,276,317,164.41
Total PPC		5,524,588.04	84,893,058,873.66

Tabel XI.3.1.2. Direct Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>PPC</i>	5.524.588,04	84.893.058.873,66
2	<i>Engineering and Construction</i>	1.104.917,61	16.978.611.774,73
Total		6.629.505,65	101.871.670.648,39

Tabel XI.3.1.3. Fixed Capital Investment (FCI)

No	Fixed Capital Investment	Biaya (US \$)	Biaya (Rp)
1	Direct Plant Cost	6,629,505.65	101,871,670,648.39
2	Cotractor's fee	265,180.23	4,074,866,825.94
3	Contingency	662,950.57	10,187,167,064.84
4	Enviromental cost	106,483.01	

5	Plant Start Up	93,598.57	
Jumlah		7,757,718.02	116,133,704,539.17

FCI = \$ 14,804,666.11

= Rp 243,980,897,549.74

b. Working Capital Investment

Working capital investment adalah total biaya pengeluaran untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu atau yang di tentukan, meliputi:

- *Raw Material Inventory*
- *Inprocess Inventory*
- *Product Inventory*
- *Extended Credit*
- *Available Cash*

Tabel XI.3.1.4. Working capital investment

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	21.918,78	
2	<i>Inprocess Inventory</i>	3.015,99	18.963.494,03
3	<i>Product Inventory</i>	361.919,24	2.275.619.283,09
4	<i>Extended Credit</i>	911.232,11	
5	<i>Available Cash</i>	723.838,48	4.551.238.566,19
Total WC		2.021.924,60	6.845.821.343,30
Total Manufacturing Cost		\$ 7.962.223,26	

XI.3.2. Total Production Cost

a. Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah jumlah direct, indirect, dan *fixed manufacturing cost* yang terikat dala pembuatan suatu produk.

1) *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost adalah total biaya pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan suatu produk.

Tabel XI.3.1.5. DMC

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	Bahan Baku	1,052,101.22	
2	Labor		5,424,000,000.00
3	Supervision		1,272,000,000.00
4	Maintenance	775,771.80	11,613,370,453.92
5	Plant Supplies	387,885.90	5,806,685,226.96
6	Royalties and Patent	1,093,478.54	
7	Utilitas	3,644,482.46	
Total DMC		6,953,719.92	24,116,055,680.88

DMC \$ 8,417,072.81

2) *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect Manufacturing Cost adalah total biaya pengeluaran secara akibat tidak langsung karena operasional atau berjalannya pabrik.

Tabel XI.3.1.6. IMC

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	263.300,97	4.339.200.000
2	<i>Laboratory</i>	164.563,11	2.712.000.000
3	<i>Plant Overhead</i>	230.388,35	3.796.800.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	132,70	2.186.957
Total IMC		658.385,13	10.850.186.957

3) *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah total biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat beroperasi maupun tidak beroperasi atau pengeluaran yang memiliki sifat tetap, tidak tergantung pada waktu maupun tingkat jumlah produksi.

Tabel XI.3.1.7. FMC

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	775.771,80	11.613.370.454
2	<i>Property Taxes</i>	155.154,36	2.322.674.091
3	<i>Insurance</i>	77.577,18	1.161.337.045
Total FMC		1.008.503,34	15.097.381.590
Total Manufacturing Cost		\$ 7.962.223,26	

4) General Expense

General Expense adalah pengeluaran secara umum meliputi pengeluaran - pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk dalam *manufacturing cost*.

Tabel XI.3.1.8. GE

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Administration</i>	220.072,82	3.626.800.000
2	<i>Sales Expense</i>	636.977,86	4.005.089.938
3	<i>Research</i>	636.977,86	4.005.089.938
4	<i>Finance</i>	3.249.798,23	
Total GE		5.229.881,37	86.188.445.034

Tabel XI.3.1.9. Production Cost

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost</i>	11.000.064,54	50.063.624.228
2	<i>General Expense</i>	5.229.881,37	86.188.445.034
Total PC		16.229.945.91	267.469.508.619,52

XI.4. Analisis Kelayakan

Analisa kelayakan bertujuan untuk layak atau tidaknya dari suatu pabrik yang akan didirikan. Evaluasi kelayakan tersebut diantaranya lain:

XI.4.1. Return Of Investment

Return On Investment (ROI) adalah kecepatan pengembalian banyaknya modal investasi, dinyatakan dalam persentase (%) terhadap modal yang tetap

$$ROI = \frac{\text{keuntungan}}{\text{fixed capital}} \times 100\%$$

Batasan minimum ROI sebelum pajak untuk Industri Kimia adalah untuk low risk yaitu 11% dan high risk yaitu 44%.

Total penjualan	:	\$	21.869.570,73
Total <i>Production cost</i>	:	\$	16.229.945,91
Keuntungan sebelum pajak	:	\$	5.639.624,82
Pajak (30 % dari keuntungan)	:	\$	1.691.887,45
Keuntungan setelah pajak	:	\$	3.947.737,37

a. ROI Sebelum Pajak (Industrial Chemical min 11 - 44 %)

$$ROI \text{ b} = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

$$ROI \text{ b} = 38 \%$$

b. ROI Sesudah Pajak

$$ROI \text{ a} = \frac{\text{Keuntungan sesudah pajak}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

$$ROI \text{ a} = 27 \%$$

XI.4.2. Pay Out Time

Pay Out Time (POT) adalah jumlah tahun yang berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan melebihi investasi awal jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya Fixed Capital Investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

a. POT Sebelum Pajak (Industrial Chemical max 5)

$$POT \text{ b} = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{Keuntungan tahunan} + \text{Depresiasi}}$$

$$POT \text{ b} = 2,0 \text{ tahun}$$

b. POT Sesudah Pajak

$$POT \text{ a} = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{Keuntungan tahunan} + \text{Depresiasi}}$$

$$POT \text{ a} = 3,1 \text{ tahun}$$

Batasan maksimum Pay Out Time (POT) setelah pajak untuk skala industri kimia *Low risk* yaitu 5 tahun dan *High risk* yaitu 2 tahun.

XI.4.3. Percent Profit On Sales

a. POS Sebelum Pajak

$$\text{POS b} = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Total Penjualan Produk}} \times 100\%$$

$$\text{POS b} = 25,79 \%$$

b. POS Sesudah Pajak

$$\text{POS a} = \frac{\text{Keuntungan sesudah pajak}}{\text{Total Penjualan Produk}} \times 100\%$$

$$\text{POS a} = 18,05 \%$$

XI.4.4. Break Even Point

Break Event Point (BEP) adalah suatu titik impas (hal tersebut pabrik tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian). Total Kapasitas pabrik pada saat sales 108 value = total cost. Suatu pabrik akan mengalami jika beroperasi di bawah standar *Break Event Point* (BEP) dan mendapatkan keuntungan jika beroperasi di atas *Break Event Point* (BEP). Harga *Break Event Point* (BEP) pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas.

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{\text{Fa} + (0,3 * \text{Ra})}{\text{Sa} - \text{Va} - (0,7 * \text{Ra})} \times 100\% \\ &= 42,90\% \end{aligned}$$

Keterangan

Fa : *Fixed manufacturing cost*

Ra : *Regulated cost*

Sa : *Variabel cost*

Va : *Sales price*

- Fixed Cost (Fa) adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya baik pabrik produksi ataupun tidak berproduksi.
- Variabel Cost (Va) adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya dipengaruhi total kapasitas produksi.

- Regulated Cost (Ra) adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya proporsional dengan total kapasitas produksi. Biaya - biaya tersebut bisa menjadi biaya tetap atau menjadi biaya variabel.

a. Fa (Fixed Cost)

Depresiasi	= \$	1.480.466,61
Proerty Taxes	= \$	296.093,32
Asuransi	= \$	148.046,66
TOTAL Nilai Fa	= \$	1.924.606,59

b. Ra (Regulated Cost)

Gaji Karyawan	= \$	329.126,21
Payroll Overhead	= \$	263.300,97
Supervision	= \$	77.184,47
Laboratorium	= \$	164.563,11
General Expense	= \$	5.229.881,37
Maintenance	= \$	1.480.466,61
Plant Supplies	= \$	740.233,31
TOTAL Nilai Ra	= \$	8.284.756,05

c. Va (Variabel Cost)

Raw Material	= \$	1.052.101,22
Packaging and Shipping	= \$	132,70
Utilities	= \$	3.644.482,46
Royalty & Patent	= \$	1.093.478,54
TOTAL Nilai Va	= \$	5.790.194,92

d. Sa (Sales)

= \$ 21.869.570,73

XI.4.5. Shut Down Point

Shut Down Point adalah level produksi pabrik yang mana biaya untuk mengoperasikan pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik tersebut dan membayar sejumlah *fixed cost*.

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 * \text{Ra}}{\text{Sa} - \text{Va} - (0,7 * \text{Ra})} \times 100\% \\ &= 24,18\% \end{aligned}$$

Keterangan

Ra : Regulated Expense pada produksi maksimum

Sa : Penjualan maksimum pertahun

Va : Variabel Expense pada produksi maksimum pertahun

XI.4.6. Discounted Cash Flow Rate

Evaluasi ekonomi keuntungan pabrik dengan cara *Discounted Cash Flow* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik tersebut berakhir (*present value*). Dihitung dengan persamaan:

$$(FC + WC)(1+i)^N = \sum_{j=1}^N C_j(1+i)^{N-j} + WC + SV$$

Keterangan :

R = S

FC = *Fixed Capital*

WC = *Working Capital*

SV = *Salvage Value*

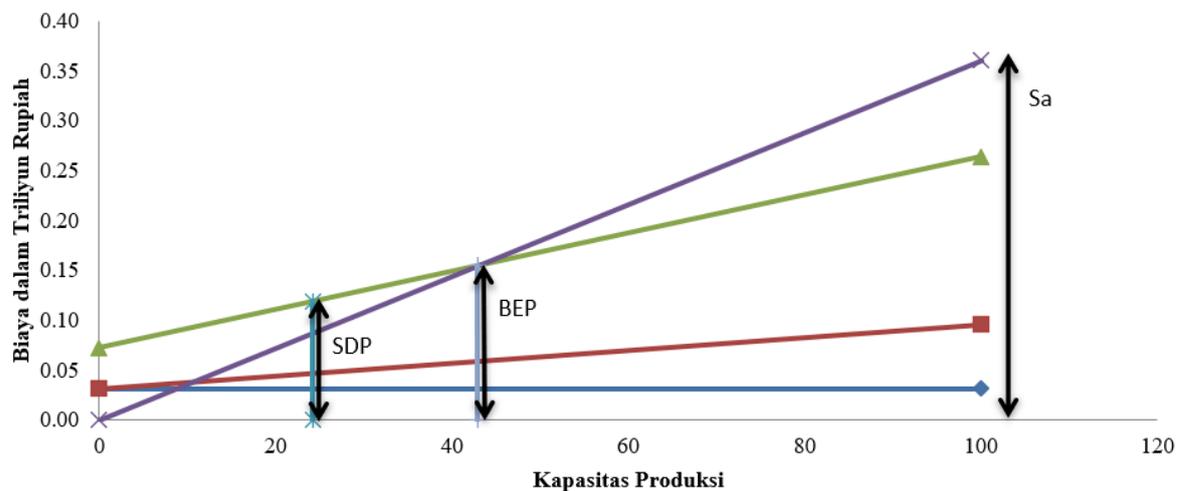
CF = *Annual Cash Flow (After Profit + taxes + depresiasi inance)*

I = *Discounted cash flow rate*

N = Umur Pabrik (10 Tahun)

Tabel XI.4. Kesimpulan Evaluasi Ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi	Layak/Tidak
ROI sebelum pajak	38%	ROI <i>before taxes</i> Min. <i>low risk</i> 11%, <i>high risk</i> 44%	Aries Newton, P.193	Layak
ROI sesudah pajak	27%			Layak
POT sebelum pajak	2,0 tahun	POT <i>before taxes</i>	Aries Newton, P.196	Layak
POT sesudah pajak	3,1 tahun	Maksimum <i>low</i> 5 thn, <i>high</i> 2 thn		Layak
POS sebelum pajak	25,79%			Layak
POS sesudah pajak	18,05%			Layak
BEP	42,90%	Kisaran 40-60%		Layak
SDP	24,18%	Kisaran 20-30%		Layak
DCFRR	22,08%	>1,5 bunga bank = minimum		Layak



Gambar XI.4. Grafik Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya

BAB XII

KESIMPULAN

1. Pabrik Asam Asetat dengan bahan baku metanol dan karbon dioksida yang berkapasitas 14.000 ton/tahun yang akan dibangun di daerah Bontang, Kalimantan Timur dengan luas tanah 30.325 m². Pabrik beroperasi selama 330 hari efektif setiap tahun dan 24 jam/hari. Bentuk perusahaan merupakan Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 159 orang.
2. Ditinjau dari segi ekonominya pabrik Asam Asetat dinyatakan layak untuk didirikan. Dengan berdasarkan Analisa ekonomi berikut :

ROI sebelum pajak	38%
ROI sesudah pajak	27%
POT sebelum pajak	2,0 tahun
POT sesudah pajak	3,1 tahun
POS sebelum pajak	25,79%
POS sesudah pajak	18,05%
BEP	42,90%
SDP	24,18%
DCFRR	22,08%

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost", Mc. Graw Hill Book co., New York
- Geankoplis, J.C., 1978, "Transport Process and Unit Operation" Third Edition, Prentice Hall International Inc., United States of America.
- Kern, D.Q., 1950, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill International Book Company Inc., New York
- MSDS *Acetic Acid*, 2024, www.sigmaaldrich.com
- MSDS *Carbon Monoxide*, 2023, www.sigmaaldrich.com
- MSDS *Iodine*, 2023, www.sigmaaldrich.com
- MSDS *Methanol*, 2023, www.sigmaaldrich.com
- MSDS *Rhodium*, 2023, www.sigmaaldrich.com
- Maitlis, P.M., Haynes, A., Sunley, G.J. and Howard, M.J., 1996, Metanol carbonylation revisited: thirty years on. *Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions*, (11), pp.2187-2196.
- Kirk-Othmer, 1991, "Encyclopedia of Chemical Technology, A to Alkaloids", 1st ed., Wiley Publisher.
- Philip J. Chenier, 2002, "Survey of Industrial Chemistry", 3th ed., Plenum Publishers, New York.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 6th ed., McGraw-Hillo Book Company, New York.

Peters, M. S., Timmerhaus, K. D and Ronald E, E. W., 2003, Plant Design and Economics for Chemical Engineers New Edition., New York: McGraw-Hill Book Company.

Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D., 1991, Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th Ed. New York: McGraw-Hill Book Company

Smith, J.M., Van Ness, H.G., and Abbott, M., 1997, "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", Sixth Edition., New York : Mc Graw Hill Book Companies, Inc.

Undang-Undang Republik Indonesia, No.1, Tahun 1970, Tentang Keselamatan Kerja di Indonesia.

Undang-Undang Republik Indonesia, No.11, Tahun 1979, Tentang Keselamatan Kerja pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi.

Undang-Undang Republik Indonesia, No.5, Tahun 1999, Tentang Larangan Praktek Monopoli dan Persaingan Usaha Tidak Sehat.

Vilbrant, F. C., 1942, "Chemical Engineering Plant Design", 2nd ed., New York : Mc Graw Hill Book Companies, Inc.

Yaws, C.L., 1999, "Chemical Properties Handbook Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport, Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemicals", New York : Mc Graw Hill Book Companies, Inc.

<https://www.alibaba.com/>

<https://www.bps.go.id/>