

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI
METANOL DAN KARBON MONOKSIDA DENGAN
PROSES MONSANTO KAPASITAS 50.000
TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Sani Nur Zakiyah

Nama : Vinda Dwi Nuraini

NIM : 17521150

NIM : 17521166

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

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sani Nur Zakiyah

Nama : Vinda Dwi Nuraini

NIM : 17521150

NIM : 17521166

Yogyakarta, 01 Agustus 2021

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

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



Sani Nur Zakiyah



Vinda Dwi Nuraini

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI METANOL DAN
KARBON MONOKSIDA DENGAN PROSES MONSANTO KAPASITAS
50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Sani Nur Zakiyah

Nama : Vinda Dwi Nuraini

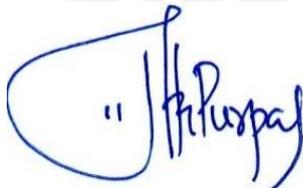
NIM : 17521150

NIM : 17521166

Yogyakarta, 01 Agustus 2021

Pembimbing I

Pembimbing II



Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI METANOL DAN KARBON MONOKSIDA DENGAN PROSES MONSANTO KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Sani Nur Zakiyah

Nama : Vinda Dwi Nuraini

NIM : 17521150

NIM : 17521166

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

Yogyakarta, 21 Agustus 2021

Tim Penguji

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

Ketua

Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

Anggota I

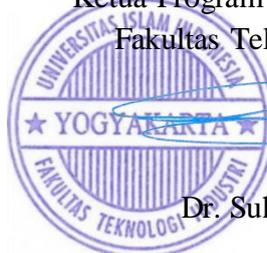
Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Tekonologi Industri



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan tugas akhir ini yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Asam Asetat Dari Metanol Dan Karbon Monoksida Dengan Proses Monsanto Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”** tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang wajib ditempuh untuk menyelesaikan program Strata-I di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberi rahmat dan keberkahan serta penyemangat ketika penulis merasa lelah.
2. Bapak dan Ibu selaku Orangtua kami yang tiada hentinya mendoakan dan meridhoi kami.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. dan Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng. selaku pembimbing tugas akhir.
6. Seluruh civitas akademik di lingkungan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Sahabat penulis yang selalu memberikan do'a, semangat dan dukungannya sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktunya.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2017 Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
9. Serta semua pihak yang telah membantu kami hingga terselesainya laporan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari masih banyak hal yang perlu diperbaiki dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi kami pada khususnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 01 Agustus 2021

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Teruntuk mereka yang selalu mencintai, menyayangi, mendo'akan, sekaligus menjadi motivasi terbesar dalam hidupku

Bapak, Ibu, Kakak dan Adik.

Dosen Pembimbing 1 & 2 Tugas Akhir

Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng, Ph.D. & Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.

Partner TA yang sudah berusaha banyak keluar dari zona nyamannya dan sudah sangat membantuku dalam banyak hal

Vinda Dwi Nuraini

Partner KP dan Penelitian, yang sudah membantuku dalam banyak hal

Rafika Devi Artamifia

Sosok Laki - laki yang sangat baik, sangat membantu, selalu *support*, selalu mengingatkanku dalam hal kebaikan, sekaligus partner dari segala partner

Fakhri Fachreza

Sahabat SMA, yang selalu supportku sedari SMA

Desti, Affandi, Hudya

Ciwi – ciwi, yang selalu *support* dari awal kuliah hingga saat ini

Rafika, Vinda, Ayu, Syifa, Mbae, Anes, Putri, Diva, Isti, Diana, Dina, Desi, Dewi

Teman seperjuangan yang membantu saya selama kuliah

Semua Angkatan 2017 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu

”

- Sani Nur Zakiyah -

HALAMAN PERSEMBAHAN

Besar rasa syukur dan terima kasih kepada mereka yang selalu memberikan do'a,
mencintai, menyayangi, sekaligus menjadi motivasi terbesar dalam hidup
Ayah, Ibu, dan Kakak

Dosen Pembimbing 1 & 2 Tugas Akhir
**Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. & Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T.,
M. Eng.**

Partner Tugas Akhir yang selalu berusaha dengan baik dan sudah sangat
membantu saya dalam banyak hal
Sani Nur Zakiyah

Partner KP & Penelitian yang sudah membantu saya dalam banyak hal
Hikmah Muji Rahayu & Aif Syaifulloh

Sosok laki-laki yang sudah memotivasi dan memberikan saya semangat
**Jin, RM, Suga, J-Hope, Jimin, Taehyung, JK, Xiumin, Suho, Lay, Baekhyun,
Chen, Chanyeol, Doh Kyung-soo, Kai, Sehun, Mark, Renjun, Jeno, Haechan,
Jaemin, Chenle, Jisung**

Sahabat yang selalu ada dan terus *support* saya
Ratna Faradhila & Syifa Salsabila

Ciwi-ciwi yang selalu *support* dari awal kuliah hingga saat ini
**Sani, Ayu, Diva, Diana, Annisa, Rafika, Desi, Isti, Dina, Putri, Anes, Syifa,
Dewi, Zerli**

Teman seperjuangan yang membantu saya selama kuliah
Semua Angkatan 2017 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu

”

- Vinda Dwi Nuraini -

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kapasitas Perancangan	2
1.2.1. Kebutuhan Impor dan Produksi Asam Asetat di Indonesia	2
1.2.2. Kebutuhan Ekspor dan Konsumsi Asam Asetat di Indonesia	5
1.2.4. Kapasitas Pabrik Asam Asetat	6
1.3. Tinjauan Pustaka	7
1.4. Proses Produksi Asam Asetat	8
1.4.1. Proses Karbonilasi Metanol	8
1.4.2. Proses Oksidasi Hidrokarbon (n-Butana)	9
1.4.3. Proses Oksidasi Asetaldehide	9

BAB II	12
PERANCANGAN PRODUK	12
2.1. Spesifikasi Bahan Baku	12
2.2. Spesifikasi Produk	13
2.3. Spesifikasi Katalis dan Katalis Promotor	14
2.4. Pengendalian kualitas	14
BAB III	18
PERANCANGAN PROSES	18
3.1. Uraian Proses	18
3.1.1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku	18
3.1.2. Tahap Persiapan Bahan Baku	18
3.1.3. Tahap Pembentukan Produk	19
3.1.4. Tahap Pemisahan Produk	19
3.1.5. Tahap Pemurnian Produk	19
3.2. Spesifikasi Alat Utama	20
3.2.1. Spesifikasi Mixer (M-01)	20
3.2.2. Spesifikasi Reaktor (R-01)	21
3.2.3. Spesifikasi Flash Drum (V-01)	22
3.2.4. Spesifikasi Menara Distilasi (T-01)	23
3.3. Spesifikasi Alat Pendukung	24
3.3.1. Spesifikasi Tangki Penyimpanan	24

3.3.2.	Spesifikasi Heat Exchanger.....	25
3.3.3.	Spesifikasi Akumulator (ACC-01).....	27
3.3.4.	Spesifikasi Expander (EXP-01).....	27
3.3.5.	Spesifikasi Pompa	28
3.3.6.	Spesifikasi Expansion Valve	29
3.3.7.	Spesifikasi Screw Conveyor (SC-01).....	30
3.3.8.	Spesifikasi Bucket Elevator (BE-01).....	30
BAB IV	31
PERANCANGAN PABRIK	31
4.1.	Lokasi pabrik.....	31
4.2.	Tata Letak Pabrik.....	41
4.3.	Tata Letak Mesin/Alat (<i>Machines</i>).....	46
4.4.	Tata Letak Alat Proses	48
4.5.	Aliran Proses dan Material.....	51
4.5.1.	Neraca Massa Alat.....	51
4.5.2.	Neraca Energi Alat	54
4.5.3.	Diagram Alir Kualitatif	61
4.5.4.	Diagram Alir Kuantitatif.....	62
4.6.	Perawatan (<i>Maintenance</i>)	63
4.7.	Pelayanana Teknik (<i>Utilitas</i>)	64

4.7.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	65
4.7.2.	Unit Pengolahan Air.....	69
4.7.3.	Kebutuhan Air	73
4.7.4.	Unit Penyedia Dowtherm A	74
4.7.5.	Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Generation System</i>)	75
4.7.6.	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	76
4.7.7.	Unit Penyedia Udara Tekan.....	79
4.7.8.	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	80
4.8.	Spesifikasi Alat – Alat Utilitas	80
4.9.	Organisasi Perusahaan.....	91
4.9.1.	Bentuk Organisasi Perusahaan	91
4.9.2.	Manajemen Perusahaan	92
4.9.3.	Bentuk Hukum Badan Usaha	93
4.9.4.	Bentuk Hukum Badan Usaha	96
4.9.5.	Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab.....	98
4.9.6.	Struktur Tenaga Kerja	102
4.9.7.	Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan.....	104
4.9.8.	Keselamatan Kerja	113
4.10.	Evaluasi Ekonomi	113

4.10.1. Penaksiran Harga Alat	114
4.10.2. Dasar Perhitungan	116
4.10.3. Analisa Kelayakan	118
4.10.4. Hasil Perhitungan	121
4.10.5. Hasil Analisa Kelayakan	127
4.10.6. Analisa Resiko Pabrik	130
BAB V	132
PENUTUP	132
5.1. Kesimpulan	132
5.2. Saran	134
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN A	139
LAMPIRAN B	163

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Impor Asam Asetat di Indonesia	2
Tabel 1.2. Produksi Asam Asetat di Dunia.....	4
Tabel 1.3. Data Ekspor Asam Asetat di Indonesia.....	5
Tabel 1.4. Data Konsumsi Asam Asetat di Indonesia.....	6
Tabel 1.5. Pertimbangan Pemilihan Proses Pembuatan Asam Asetat	10
Tabel 2.1. Spesifikasi Metanol dan Karbon Monoksida.....	12
Tabel 2.2. Spesifikasi Asam Asetat.....	13
Tabel 2.3. Spesifikasi Rhodium dan Metil Iodida.....	14
Tabel 3.1. Spesifikasi Mixer.....	20
Tabel 3.2. Spesifikasi Reaktor	21
Tabel 3.3. Spesifikasi Flash Drum	22
Tabel 3.4. Spesifikasi Menara Distilasi	23
Tabel 3.5. Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	24
Tabel 3.6. Spesifikasi Heat Exchanger	25
Tabel 3.7. Spesifikasi Akumulator	27
Tabel 3.8. Spesifikasi Expander	27
Tabel 3.9. Spesifikasi Pompa	28
Tabel 3.10. Spesifikasi Expansion Valve	29
Tabel 3.11. Spesifikasi Screw Conveyor	30
Tabel 3.12. Spesifikasi Bucket Elevator	30

Tabel 4.1. Rician Luas Tanah.....	45
Tabel 4.2. Neraca Massa Mixer (M-01).....	51
Tabel 4.3. Neraca Massa Reaktor (R-01).....	52
Tabel 4.4. Neraca Massa Flash Drum (V-01).....	52
Tabel 4.5. Neraca Massa Menara Distilasi (T-01).....	53
Tabel 4.6. Neraca Massa Condensor (CD-01).....	53
Tabel 4.7. Neraca Massa Reboiler (RB-01).....	54
Tabel 4.8. Neraca Energi Mixer (M-01).....	54
Tabel 4.9. Neraca Energi Reaktor (R-01).....	55
Tabel 4.10. Neraca Energi Flash Drum (V-01).....	56
Tabel 4.11. Neraca Energi Menara Distilasi (T-01).....	56
Tabel 4.12. Neraca Energi Heater 1 (E-01).....	57
Tabel 4.13. Neraca Energi Heater 2 (E-02).....	57
Tabel 4.14. Neraca Energi Heater 3 (E-05).....	58
Tabel 4.15. Neraca Energi Heater 4 (E-07).....	58
Tabel 4.16. Neraca Energi Cooler 1 (E-03).....	59
Tabel 4.17. Neraca Energi Cooler 2 (E-04).....	59
Tabel 4.18. Neraca Energi Cooler 3 (E-06).....	60
Tabel 4.19. Neraca Energi Cooler 4 (E-08).....	60
Tabel 4.19. Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	73
Tabel 4.20. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	76
Tabel 4.21. Kebutuhan Listrik Peralatan Proses.....	78
Tabel 4.22. Spesifikasi Pompa Utilitas.....	88

Tabel 4.23. Shift Kerja Karyawan.....	103
Tabel 4.24. Tingkat Pendidikan Karyawan	104
Tabel 4.25. Gaji Karyawan	108
Tabel 4.26. Physical Plant Cost.....	122
Tabel 4.27. Direct Plant Cost.....	122
Tabel 4.28. Fixed Capital Investment	122
Tabel 4.29. Direct Manufacturing Cost	123
Tabel 4.30. Indirect Manufacturing Cost.....	123
Tabel 4.31. Fixed Manufacturing Cost	124
Tabel 4.32. Manufacturing Cost.....	124
Tabel 4.33. Working Capital	124
Tabel 4.34. General Expense	125
Tabel 4.35. Total Production Cost	125
Tabel 4.36. Fixed Cost	125
Tabel 4.37. <i>Variable Cost</i>	126
Tabel 4.38. Regulated Cost.....	126
Tabel 4.39. Analisis Kelayakan.....	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Data Impor Asam Asetat di Indonesia	3
Gambar 4.1. Lokasi Pendirian Pabrik Asam Asetat	38
Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik.....	46
Gambar 4.3. Tata Letak Alat Proses Pabrik	50
Gambar 4.4. Diagram Alir Kualitatif	61
Gambar 4.5. Diagram Alir Kuantitatif.....	62
Gambar 4.6. Diagram Alir Pengolahan Air	90
Gambar 4.7. Struktur Organisasi Perusahaan.....	97
Gambar 4.8. Indeks Harga Alat.....	115
Gambar 4.9. Grafik Break Even Point	129

ABSTRAK

Pemerintah terus mendorong tumbuhnya industri kimia dalam negeri agar menjadi sektor penggerak perekonomian nasional. Salah satu industri kimia yang dibutuhkan dalam berbagai bidang, yaitu asam asetat. Asam asetat merupakan salah satu produk kimia yang banyak digunakan sebagai bahan baku selulosa asetat, etil asetat dan asetik anhidrat serta untuk kebutuhan industri tekstil. Dari kegunaan tersebut, asam asetat dapat memberikan peluang yang baik. Mengingat kebutuhan asam asetat di Indonesia terus meningkat dalam memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan mengambil langkah untuk mengurangi nilai impor dan menambah nilai ekspor serta penggerak perekonomian nasional, maka perlu dirancang Pabrik asam asetat dari metanol dan karbon monoksida dengan proses monsanto kapasitas 50.000 ton/tahun. Rencana pembangunan Pabrik asam aetat berada di kawasan industri Bontang, Kalimantan Timur dengan bahan baku sebanyak 29.420 ton/tahun yang berasal dari PT. Pupuk Kaltim. Pabrik asam asetat beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam dalam sehari dengan jumlah 140 karyawan. Proses produksi dilakukan dengan menggunakan proses monsanto yang berlangsung pada Reaktor gelembung pada kondisi operasi 170 °C dan tekanan 30 atm. Dengan kondisi operasi tersebut nilai konversi yang didapatkan sebesar 90%. Dalam menunjang proses produksinya, diperlukan air untuk proses utilitas sebanyak 25.194,02 kg/jam dan 327 kW listrik yang disediakan oleh PLN, serta generator sebagai cadangan. Sebuah parameter kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi keuntungan pabrik setelah pajak Rp. 259.884.611.710 dengan setiap tahunnya total penjualan Rp. 9.118.258.871.256. Analisa kelayakan dilihat dari nilai Return On Investment (ROI) sebelum pajak 57,89%, Pay Out Time (POT) sebelum pajak 1,5 tahun, Discounted Cash FlowRate of Return (DCFRR) 20,23%, Break Event Point (BEP) 53,82% dan Shut Down Point (SDP) 43,45%. Dari parameter kelayakan di atas, dapat disimpulkan bahwa Pabrik asam asetat ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Asam Asetat, Industri Kimia, Karbonilasi Metanol, Proses Monsanto

ABSTRACT

The government continues to encourage the growth of the domestic chemical industry to become a driving sector for the national economy. One of the chemical industries needed in various fields, namely acetic acid. Acetic acid is a chemical product that is widely used as raw material for cellulose acetate, ethyl acetate and anhydrous acetic acid as well as for the needs of the textile industry. From these uses, acetic acid can provide good opportunities. Considering the need for acetic acid in Indonesia continues to increase in meeting domestic needs and taking steps to reduce the value of imports and add value to exports as well as driving the national economy, it is necessary to design an acetic acid plant from metanol and carbon monoxide with the Monsanto process with a capacity of 50,000 tons/year. The plan for the construction of the acetic acid factory is in the Bontang industrial area, East Kalimantan with raw materials metanol of 33,678.27 tons/year originating from PT. Kaltim Metanol Industri and carbon monoxide of 29,440.26 tons/year originating from PT. Pupuk Kalimantan Timur. The acetic acid plant operates 330 days in a year and 24 hours a day with a total of 140 employees. The production process is carried out using the Monsanto process which takes place in a bubble reactor at operating conditions of 170 °C and a pressure of 30 atm. With these operating conditions the conversion value obtained is 90%. To support the production process, water is needed for the utility process 25,194.02 kg/hour of and 327 kW of electricity provided by PLN, as well as a generator as a backup. A parameter of the feasibility of establishing a factory using an economic analysis of factory profits after tax is Rp 259,884,611,710 with annual total sales of Rp. 9,118,258,871,256. The feasibility analysis is seen from the Return On Investment (ROI) before tax 57,89%, Pay Out Time (POT) before tax 1.5 years, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) 20,23%, Break Event Point (BEP) 53,82% and Shut Down Point (SDP) 43,45%. From the feasibility parameters above, it can be concluded that this acetic acid plant is feasible to establish.

Keywords : Acetic Acid, Chemical Industry, Methanol Carbonylation, Monsanto Process

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

1.1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Asam asetat dalam ilmu kimia disebut juga *acetid acid* atau *acidum aceticum*, akan tetapi di kalangan masyarakat asam asetat biasa disebut dengan cuka atau asam cuka (Agus, dkk., 1993). Asam asetat memiliki rumus molekul CH_3COOH berbentuk cairan jernih, tidak berwarna, berbau menyengat dan berasa asam. Kegunaan dari asam asetat adalah sebagai katalisator pelarut dalam pembuatan PTA (Pure Terephalic Acid), bahan baku selulosa asetat, bahan baku etil asetat, bahan baku asetik anhidrat, untuk kebutuhan industri tekstil dan sebagai bahan tambahan makanan serta cuka makan (Suwarni, 2006).

PT. Indo Acidatama Chemical Industry (IACI) merupakan penghasil asam asetat pertama di Indonesia dan satu-satunya produsen asam asetat di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan asam asetat dalam negeri PT. IACI masih memerlukan impor dari negara lain. Dalam mengurangi jumlah impor asam asetat yang akan terus meningkat, maka perlu membangun pabrik asam asetat di dalam negeri.

Pendirian pabrik asam asetat di Indonesia memiliki beberapa keuntungan, antara lain :

1. Dapat memenuhi kebutuhan asam asetat dalam negeri, sehingga dapat mengurangi impor asam asetat dari luar negeri.

2. Dapat menghasilkan prospek ekspor yang cukup baik, sehingga meningkatkan devisa negara.
3. Meningkatkan dan mendukung perkembangan industri bahan baku asam asetat lokal.
4. Menciptakan dan membuka lapangan kerja baru, sehingga mengurangi pengangguran di dalam negeri.
5. Mendorong perekonomian dalam negeri.

1.2. Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, antara lain : perkembangan kebutuhan asam asetat di Indonesia, ketersediaan bahan baku dan kapasitas pabrik di dunia yang sudah berdiri (kapasitas ekonomis).

1.2.1. Kebutuhan Impor dan Produksi Asam Asetat di Indonesia

A. Impor

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) 2020 kebutuhan impor asam asetat di Indonesia dari tahun 2010 - 2019 ditunjukkan dalam Tabel 1.1.

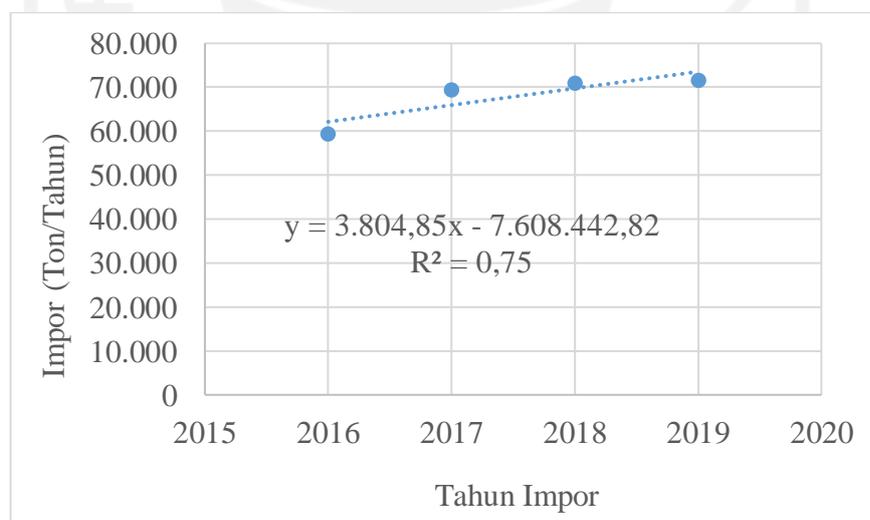
Tabel 1.1. Data Impor Asam Asetat di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2010	104.391
2011	101.787
2012	104.975
2013	106.612
2014	111.864

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2015	83.261
2016	59.447
2017	69.372
2018	70.964
2019	71.599

(Sumber data : Badan Pusat Statistik, 2020)

Untuk memproyeksikan kebutuhan impor asam asetat di Indonesia pada tahun 2026, maka dilakukan regresi linear dari data impor yang ditunjukkan pada Tabel 1.1. Grafik hasil regresi linear dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Data Impor Asam Asetat di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.1. Persamaan regresi linear untuk impor asam asetat adalah :

$$y = ax + b$$

$$y = 3.804,85x - 7.608.442,82$$

Sehingga di dapatkan proyeksi kebutuhan impor asam asetat pada tahun 2026 sebesar 100.183 ton.

B. Produksi

Produksi asam asetat di Indonesia hanya didapatkan dari PT. Indo Acidatama Chemical Industry (IACI), lokasi di Jalan Raya Solo-Sragen KM 11,4 Jawa Tengah dengan kapasitas produksi sebesar 36.600 ton/tahun ditunjukkan dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Produksi Asam Asetat di Dunia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)	Lokasi
PT. Indo Acidatama Chemical Industri (IACI)	36.600	Indonesia
BP Chemicals	675.000	UK
Acetex, Paradies	400.000	Prancis
Showa Denko	250.000	Japan
Celanese Chemical	180.000	Jerman
Chang Chun Petrochemical	60.000	Taiwan
BASF	50.000	Germany
Lonza	30.000	Swiss
Svensk Etanolkemi AB	20.000	Swedia

(Sumber data : Kirk - Othmer, 1983)

Maka *supply* asam asetat pada tahun 2026 adalah :

$$Supply = Produksi + Impor$$

$$Supply = (36.600 + 100.183) \text{ ton/tahun}$$

$$Supply = 136.783 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga didapatkan hasil proyeksi *supply* pada tahun 2026 sebesar 136.783 ton.

1.2.2. Kebutuhan Ekspor dan Konsumsi Asam Asetat di Indonesia

A. Ekspor

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia (2020) kebutuhan ekspor asam asetat di Indonesia dari tahun 2010-2019 ditunjukkan pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Data Ekspor Asam Asetat di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2010	184,000
2011	0,031
2012	1,169
2013	0,870
2014	0,612
2015	3,856
2016	66,736
2017	5,341
2018	1,272
2019	2,685

(Sumber data : Badan Pusat Statistik, 2020)

Berdasarkan Tabel 1.3. dapat dilihat bahwa ekspor asam asetat di Indonesia bervariasi mulai dari 0,031 ton/tahun sampai 184 ton/tahun. Oleh karena itu, pada tahun 2026 diambil rata-rata data dari tahun 2010 sampai tahun 2019, yaitu sebesar 1,980 ton.

B. Konsumsi

Asam asetat bisa digunakan oleh beberapa industri di Indonesia sebagai bahan baku ditunjukkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4. Data Konsumsi Asam Asetat di Indonesia

Konsumen	Konsumsi (ton)
Industri PTA	141.341
Industri Ethyl Asetat	23.912
Industri Benang Karet	4.232
Industri Asam Asetat	2.752
Industri Tekstil	24.367
Industri Lain-lain	42.552
Total	239.156

(Sumber data : PT. CIC.2010."Organic Acetic".Hal 201)

Diasumsikan bahwa konsumsi asam asetat di Indonesia tahun 2026 tetap, yaitu sebesar 239.156 ton. Maka *demand* asam asetat pada tahun 2026 adalah :

$$Demand = Konsumsi + Ekspor$$

$$Demand = (239.156 + 1,980) \text{ ton/tahun}$$

$$Demand = 239.158 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga didapatkan hasil proyeksi *demand* pada tahun 2026 sebesar 239.158 ton.

1.2.4. Kapasitas Pabrik Asam Asetat

Penentuan kapasitas pabrik asam asetat dilakukan dengan *supply and demand*.

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$\text{Peluang} = (239.158 - 136.783) \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Peluang} = 102.375 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka didapatkan peluang kapasitas sebesar 102.375 ton, maka kapasitas perancangan pabrik asam asetat tahun 2026 pada pra rancangan pabrik ini ditetapkan sebesar 50% dari besarnya peluang, yaitu sebesar 50.000 ton/tahun.

Perhitungan diatas menentukan kapasitas pabrik asam asetat yang akan didirikan sebesar 50.000 ton/tahun pada tahun 2026, berdasarkan pertimbangan ketersediaan bahan baku di dalam negeri sudah mencukupi dan mempertimbangkan kapasitas pabrik yang sudah ada dengan kapasitas terendah yaitu 20.000 ton/tahun yang sudah mampu memberikan keuntungan. Selain itu, dengan kapasitas 50.000 ton/tahun juga dapat memenuhi kebutuhan asam asetat dalam negeri. Pabrik asam asetat ini juga diharapkan dapat membantu perekonomian Indonesia dan dapat membantu pemerintah dalam menjadikan industri kimia sebagai salah satu penggerak perekonomian nasional.

1.3. Tinjauan Pustaka

Asam asetat dalam ilmu kimia disebut *acetid acid* atau *acidum aceticum*, akan tetapi dikalangan masyarakat asam asetat disebut dengan cuka atau asam cuka (Agus, dkk., 1993). Sifat fisika dan sifat kimia asam asetat :

a. Sifat Fisika

Sifat fisika asam asetat adalah tidak berwarna, berbau menyengat, berbentuk cairan jernih, berasa asam mempunyai titik didih 118,1 °C dan

titik beku 16,6 °C serta larut dalam alkohol, air dan eter. Asam asetat tidak larut dalam karbon sulfida. Asam asetat dibuat dengan fermentasi alkohol oleh bakteri *acetobacter* untuk pembuatan dalam cuka makan (Sarsojoni, 1996). Asam asetat mempunyai rumus molekul CH₃COOH dengan bobot molekul 60,5 (DepkesRI, 1995).

b. Sifat Kimia

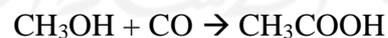
Asam asetat mudah menguap diudara terbuka, dapat menyebabkan korosif pada logam dan mudah terbakar. Asam asetat mengandung tidak kurang dari 36 % b/b dan tidak lebih dari 37 % b/b C₂H₄O₂. Asam asetat larut dalam air dengan suhu 20 °C, etanol 9,5 % pekat serta gliserol pekat. Asam asetat jika diencerkan tetap bereaksi asam. Penetapan kadar asam asetat biasanya menggunakan basa natrium hidroksida dimana 1 ml natrium hidroksida 1 N setara dengan 60,05 mg CH₃COOH (DepkesRI, 1994).

1.4. Proses Produksi Asam Asetat

Proses pembuatan asam asetat dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu :

1.4.1. Proses Karbonilasi Metanol

Pembuatan Asam asetat juga dibuat 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

Suatu campuran gas yang terdiri dari 90-95% karbon monoksida, 0-5% hidrogen dan 5% metanol yang dilewatkan dalam reaktor berisi katalis *Cobalt Iodide* dengan yield 90% (Maitlis, P. M., dkk., 1996).

b. Proses Monsanto

Proses Monsanto ini hampir serupa dengan proses BASF namun dengan penggunaan katalis yang lain, yaitu Rhodium kompleks dengan suhu operasi yang dapat diturunkan menjadi 150-200°C dan tekanan operasi diturunkan menjadi 30-60atm dengan yield 99% (Maitlis, P. M., dkk., 1996).

1.4.2. Proses Oksidasi Hidrokarbon (n-Butana)

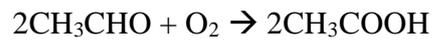
n-Butana secara komersial terdiri dari 95% n-Butana, 2,5% isobutana dan 2,5% pentana dioksidasi dengan katalis Cobalt atau Mangan Asetat. Udara digelembungkan melalui larutan pada tekanan 50-60atm dan suhu 150-230°C. Nitrogen yang tidak bereaksi meninggalkan reaktor membawa bermacam-macam produk oksidasi (formiat, aseton dan metana) serta produk buangan yang tidak bereaksi. Uap yang meninggalkan reaktor diembunkan dan dipisahkan (Yoneda, N., dkk., 2001). Reaksi :



1.4.3. Proses Oksidasi Asetaldehide

Asam asetat dapat dibuat dengan cara mengoksidasi asetaldehid dengan oksigen dari udara. Reaksi ini terjadi di didalam reaktor pada tekanan atmosfer dan suhu 50-60 °C (Yoneda, N., dkk., 2001). Proses reaksi ini membutuhkan

katalis Mangan Asetat untuk mempercepat terjadinya reaksi. Sehingga proses pembentukan asam asetat akan lebih cepat. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor, yaitu (Ulrich, G.D, 1984)



Tabel 1.5. Pertimbangan Pemilihan Proses Pembuatan Asam Asetat

No	Pertimbangan	Oksidasi Asetaldehid	Oksidasi n-Butana	Karbonilasi Metanol	
				BASF	Monsanto
1	Bahan Baku	Asetaldehid	n-Butana	Metanol dan CO	Metanol dan CO
2	Kondisi Operasi	50 - 60 °C 1 atm	150 - 230 °C 50-60 atm	230 °C 600 atm	150 - 200 °C 30-60 atm
3	Katalis	Mangan (Mn)	Cobalt (Co)	Cobalt (Co)	Rhodium (Rh)
4	Yield	95%	50%	90%	99%
5	Konversi	94%	98%		90%
6	Selektivitas			90%	>99%
7	Profit Kotor (\$/kg)	-60,856	-150,872	99.197	99.197
8	Biaya Operasi	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi
9	Biaya Investasi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

Dari beberapa proses pembuatan asam asetat tersebut di atas, maka dipilih pembuatan asam asetat Proses Monsanto dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. *Yield* reaksi yang tinggi (99%).
2. Prosesnya tidak terlalu rumit dan terjadi pada tekanan tidak terlalu tinggi yaitu 30 atm, sehingga mudah dicapai.
3. Bahan baku mudah diperoleh dari dalam negeri dengan harga lebih murah.
4. Memiliki nilai profit kotor yang tinggi.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2.1. Spesifikasi Metanol dan Karbon Monoksida

Parameter	Bahan Baku	
	Metanol	Karbon Monoksida
Rumus Molekul	CH ₃ OH	CO
Bentuk	Cair	Gas
Warna	Tidak Berwarna	Tidak Berwarna
Kemurnian	100%	100%
Berat Molekul	32,04 g/mol	28 g/mol
Titik Didih (Pada 1 atm)	64,7 °C	-191,5
Titik Beku/Titik Leleh	-97,8	-205,1
Titik Nyala	9,7 °C	-
Tekanan Uap	0,126326 atm (20 °C)	-
Densitas Uap	1,1 (20 °C)	1
Viskositas (Kinetik)	-	-
Viskositas (Dinamik)	0,544 - 0,59 mPa.s (25 °C)	-
pH	7 - 8,3	
Densitas	791 kg/m ³ (25 °C)	1,2501 kg/m ³ (0 °C)
Suhu Kritis	240 °C	-139,8
Tekanan Kritis	78,5068 atm	34,5324 atm
Kelarutan Dalam Air	1000 g/l	41 g/l

(Sumber : MSDS, PubChem., 2020)

2.2. Spesifikasi Produk

Tabel 2.2. Spesifikasi Asam Asetat

Parameter	Produk
	Asam Asetat
Rumus Molekul	CH ₃ COOH
Bentuk	Cair
Warna	Tidak Berwarna
Kemurnian	100%
Berat Molekul	60,05 g/mol
Titik Didih (Pada 1 atm)	118 °C
Titik Beku/Titik Leleh	17 °C
Titik Nyala	39 °C
Tekanan Uap	0,020518 atm (25 °C)
Densitas Uap	2,1 (20 °C)
Viskositas (Kinetik)	1,168 mm ² /s
Viskositas (Dinamik)	1,056 mPa.s (25 °C)
pH	2,4
Densitas	1040 kg/m ³ (25 °C)
Suhu Kritis	322 °C
Tekanan Kritis	44,7076 atm
Kelarutan Dalam Air	602,9 g/l Larut

(Sumber : MSDS, PubChem., 2020)

2.3. Spesifikasi Katalis dan Katalis Promotor

Tabel 2.3. Spesifikasi Rhodium dan Metil Iodida

Parameter	Katalis	Katalis Promotor
	Rhodium	Metil Iodida
Rumus Molekul	Rh	CH ₃ I
Bentuk	Padat	Cair
Warna	Abu - Abu	Tidak Berwarna
Berat Molekul	102,91 g/mol	141,939 g/mol
Titik Didih (Pada 1760 mmHg)	3727 °C	42,5 °C
Titik Beku/Titik Leleh	1966 °C	-66,5
Densitas	12.410 kg/m ³ (20 °C)	2280 kg/m ³ (0 °C)
Kapasitas Kalor	24,98 J/molK	82,75 J/molK

(Sumber : MSDS, Central Drug House., 2020)

2.4. Pengendalian kualitas

Dalam menjaga kualitas produk yang diinginkan perlunya pengawasan dan pengendalian produk yang dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk yang memiliki kualitas yang dapat dipasarkan. Adapun tujuan dilakukannya pemeriksaan produk guna menjaga stabilitas produk serta mengetahui proses produksi dapat berjalan dengan normal atau tidak. Apabila terjadi masalah dapat segera dilakukan pengendalian agar masalahnya tidak menjadi lebih besar sehingga dapat mengakibatkan penurunan kualitas produk.

1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi tentunya perlu adanya pengujian terhadap bahan baku. Hal ini bertujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan di dalam desain produksi. Pengujian yang akan dilakukan yaitu seperti densitas, kemurnian,

viskositas dan lainnya. Standar evaluasi yang digunakan untuk kualitas bahan baku adalah ASTM 1972.

2. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk perlu dilakukan guna menjaga kualitas produk yang dihasilkan dan dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Pengawasan dilakukan dari segi mutu bahan baku, produk setengah jadi, maupun produk penunjang mutu proses. Hal ini dilakukan analisa di laboratorium ataupun menggunakan alat kontrol.

3. Pengendalian Proses

Pengendalian jalannya proses produksi dilakukan menggunakan alat kendali yang berpusat di *control room*, yang dilakukan dengan cara *automatic control* maupun manual dengan menggunakan indikator. Apabila dalam proses produksi terjadi penyimpangan indikator yang telah ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku, produk, *level control*, *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan seperti nyala lampu, *alarm* dan sebagainya. Apabila hal tersebut terjadi, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan seperti kondisi semula. Adapun alat control yang digunakan yaitu :

a. *Temperature Control (TC)*

Alat kontrol yang dipasang di dalam setiap alat proses yang bertujuan untuk mengontrol suhu dalam alat proses. Karena suhu yang tidak sesuai dengan yang ditetapkan akan menimbulkan masalah pada

proses. Apabila suhu belum sesuai dengan kondisi yang sudah ditetapkan maka sensor akan nyala atau berbunyi.

b. *Pressure Control (PC)*

Alat yang digunakan untuk mengontrol tekanan. Alat kontrol akan bekerja apabila kondisi tekanan tidak sesuai dengan yang ditetapkan dengan ditandai berupa sinyal nyala lampu atau bunyi.

c. *Flow Control (FC)*

Alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan aliran *fluida* dalam pipa line atau unit proses. Pengukuran kecepatan aliran dalam pipa diatur sesuai aliran output dari alat.

d. *Flow Ratio Control (FRC)*

Alat yang digunakan untuk mengatur antara kecepatan aliran rasio refluks menara distilasi dengan kecepatan aliran *fluida* menuju tangki penyimpanan produk.

e. *Level Control (LC)*

Alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian (*level*) cairan dalam suatu alat. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan menggunakan sebuah *control valve* dengan cara mengatur rate cairan masuk atau keluar proses.

4. Pengendalian Bahan Proses

Pengendalian bahan proses dilakukan guna mengendalikan ketersediaan bahan baku agar tidak terjadi kekurangan bahan baku,

sehingga proses produksi dapat berjalan lancar dan sesuai dengan kapasitas produksi yang diinginkan.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Proses produksi asam asetat dari metanol dan karbon monoksida secara umum dapat dibagi menjadi lima tahapan, yaitu:

3.1.1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Produksi asam asetat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun menggunakan bahan baku metanol yang 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 (TK-01) dan bahan baku karbon monoksida yang memiliki kemurnian 95% dengan impuritis hidrogen 5% disimpan dalam fase gas dengan kondisi temperatur 30 °C dan tekanan 30 atm pada tangki penyimpanan (TK-03).

3.1.2. Tahap Persiapan Bahan Baku

Metanol dari tangki (TK-01) dipompa (P-01) untuk mengalirkan bahan baku menuju *mixer* (M-01) yang berfungsi untuk mencampurkan bahan baku metanol dengan katalisnya yaitu rhodium dan katalis promotornya yaitu metil iodida. Selanjutnya dialirkan dan dinaikan tekanannya menggunakan pompa (P-03) menjadi 30 atm dan dipanaskan menggunakan heater (E-01) untuk dinaikan suhunya menjadi 170 °C kemudian diumpankan menuju reaktor (R-01). Sedangkan, karbon monoksida yang disimpan di tangki penyimpanan (TK-03) dinaikan suhunya menjadi 170 °C menggunakan heater (E-02) kemudian diumpankan menuju reaktor (R-01).

3.1.3. Tahap Pembentukan Produk

Pembentukan asam asetat dari metanol dan karbon monoksida terjadi di dalam reaktor *Bubble Column* (R-01). Reaksi terjadi pada fase cair-gas dengan kondisi operasi pada tekanan 30 atm dan temperatur 170 °C. Reaksi ini bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor maka diperlukan adanya pendingin. Produk berupa uap keluar dari reaktor sebagai *flue gas* utilitas. Produk berupa cairan dari reaktor akan diturunkan tekanannya menggunakan *expansion valve* (EV-01) menjadi 2 atm dan diturunkan suhunya menggunakan cooler (E-03) menjadi 150 °C kemudian diumpankan ke *flash drum* (V-01).

3.1.4. Tahap Pemisahan Produk

Produk keluaran reaktor diumpankan ke *flash drum* (V-01) yang berfungsi untuk memisahkan katalis rhodium. Produk keluaran *flash drum* berupa cairan (*bottom*) akan di *recycle* kembali ke dalam reaktor (R-01) dan produk berupa uap (*top*) dari *flash drum* akan diumpankan dan diturunkan suhunya menggunakan cooler (E-05) menjadi 125 °C yang kemudian diumpankan ke Menara distilasi (T-01).

3.1.5. Tahap Pemurnian Produk

Dalam menara distilasi terjadi pemisahan bahan baku metanol, metil iodida dan air yang masih terbawa ke dalam asam asetat dan memurnikan produk hingga mencapai kemurnian 99,8 % dengan sedikit *impurities*. Bahan baku dan katalis yang masih terbawa dipisahkan dan akan menjadi *top product* dari menara distilasi untuk di *recycle* kembali ke dalam reaktor. Sedangkan hasil bawah menara distilasi

(T-01) yaitu asam asetat dengan kemurnian 99,8 % akan di tampung dalam tangki penyimpanan produk (TK-04).

3.2. Spesifikasi Alat Utama

3.2.1. Spesifikasi Mixer (M-01)

Tabel 3.1. Spesifikasi Mixer

Kode	M-01
Fungsi	Mencampurkan bahan baku agar temperaturnya merata
Jenis	Tangki berpengaduk
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- Tekanan	1 atm
- Temperatur operasi	30 °C
Bahan Kontruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Spesifikasi	
- Tinggi Mixer	2,41 m
- Diameter Mixer	1,68 m
- Volume Mixer	3,80 m ³
- Tinggi Shell	1,68 m
- Diameter Shell	1,68 m
- Volume Shell	2,78 in
- Tebal Shell	0,19 in
- Tebal Head	0,25 in
Pengaduk	
Jenis	Turbin dengan 6 blade disk standar
Jumlah Pengaduk	1
Diameter Pengaduk	0,56 m
Putaran Pengaduk	113,45 rpm
Power	3 HP
Harga alat	\$150.269

3.2.2. Spesifikasi Reaktor (R-01)

Tabel 3.2. Spesifikasi Reaktor

Kode	R-01
Fungsi	Mereaksikan bahan baku Metanol dengan Karbon Monoksida
Jenis	<i>Bubble Coloum Reactor</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- Tekanan	30 atm
- Temperatur	170 °C
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>
Spesifikasi	
- Diameter Reaktor	1,04 m
- Diameter Gelembung	0,59 cm
- Tinggi Reaktor	6,02 m
- Volume Reaktor	4,71 m ³
- Tebal Shell	1 in
- Tebal Head	1 m
Pendingin	Coil
Sch. No	40
- ID	0,063 m
- OD	0,073 m
- Panjang koil	84 m
Harga	\$70.369

3.2.3. Spesifikasi Flash Drum (V-01)

Tabel 3.3. Spesifikasi Flash Drum

Kode	V-01
Fungsi	Memisahkan kandungan Rh dari campurannya.
Jenis	<i>Silinder vertical torispherical head</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- Tekanan	2 atm
- Temperatur operasi	150 °C
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>
Spesifikasi	
- Diameter	1,56 m
- Tebal Shell	0,25 in
- Tebal head	0,25 in
- Tinggi head	0,39 m
- Tinggi total	7,04 m
Harga alat	\$159.245

3.2.4. Spesifikasi Menara Distilasi (T-01)

Tabel 3.4. Spesifikasi Menara Distilasi

Kode	T-01
Fungsi	Memisahkan dan memurnikan asam asetat dari zat pengotor
Jenis	<i>Sieve tray distillation Tower</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- Tekanan umpan	2 atm
- Tekanan atas	1 atm
- Tekanan bawah	3 atm
- Temperatur umpan	125 °C
- Temperatur atas	51 °C
- Temperatur bawah	151 °C
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>
Dimensi alat	
- Diameter menara atas	2,65 m
- Diameter menara bawah	3,48 m
- Tinggi	13,23 m
- Tebal <i>shell</i>	0,31 in
- Tebal <i>head</i>	0,38 in
- Jumlah <i>plate</i>	16 buah
- Jumlah <i>plate</i> aktual	25 buah
<i>Plate</i> aktual atas	21 buah
<i>Plate</i> aktual bawah	4 buah
- Jarak antar <i>plate</i>	1 m
- Diameter lubang <i>plate</i>	0,005 m
- Jumlah <i>hole</i>	130 buah
- <i>Tray thickness</i>	0,003 m
- <i>Reflux ratio</i>	1,02
<i>Plate pressure drop</i>	
- Bagian atas	0,008 atm
- Bagian bawah	0,006 atm
Harga	\$707.681

3.3. Spesifikasi Alat Pendukung

Alat pendukung terdiri dari tangki penyimpanan, condenser, reboiler, expander, akumulator, *heater*, *cooler*, kompresor, dan *screw conveyer*.

3.3.1. Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tabel 3.5. Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Kode	TK-01	TK-02	TK-03	TK-04	SL-01
Fungsi	Menyimpan bahan baku metanol cair	Menyimpan bahan baku CH ₃ I cair	Menyimpan gas CO	Menyimpan produk CH ₃ COOH cair	Menyimpan bahan baku Rh padat
Jenis	Tangki silinder <i>vertical flat bottom</i> dan <i>torispherical head</i>	Tangki silinder <i>vertical flat bottom</i> dan <i>torispherical head</i>	<i>Spherical Tank</i>	Tangki silinder <i>vertical flat bottom</i> dan <i>torispherical head</i>	Bin <i>Storage</i>
Jumlah	1	1	1	1	1
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>			<i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Volume (m ³)	6.934	361,35	2.490	8.628	20,64
Tekanan	1 atm	1 atm	30 atm	1 atm	1 atm
Suhu	30 °C	30 °C	30 °C	35 °C	30 °C
Diameter	30,48 m	12,19 m	16,82 m	36,58 m	2,74 m
Tinggi total	11,48 m	5,69 m	8,41 m	13,62 m	4,08 m
<i>Course plate</i>	6	3	-	7	-
Tebal Shell					
<i>Course 1</i>	0,19 in	0,19 in		0,25 in	
<i>Course 2</i>	0,19 in	0,19 in		0,19 in	
<i>Course 3</i>	0,19 in	0,19 in	2,95 in	0,19 in	0,25 in
<i>Course 4</i>	0,19 in	-		0,19 in	
<i>Course 5</i>	0,19 in	-		0,19 in	
<i>Course 6</i>	0,19 in	-		0,19 in	
<i>Course 7</i>	-	-		0,19 in	
Tinggi puncak <i>head</i>	0,507 m	0,208 m	-	0,82 m	-
Tebal <i>head</i>	0,188 in	0,188 in	-	0,19 in	0,31 in
Kapasitas tangki (Kg)	666.410	96.816	592.433	1.060.622	193.633
Harga alat	\$699.369	\$102.506	\$71.256	\$803.981	\$14.628

3.3.2. Spesifikasi Heat Exchanger

Tabel 3.6. Spesifikasi Heat Exchanger

Kode	E-01	E-04	E-05	E-06	E-07
Fungsi	Menaikkan suhu <i>input</i> R-01	Menurunkan suhu <i>input</i> V-01	Menaikkan suhu <i>output bottom</i> V-01	Menurunkan suhu <i>output top</i> V-01	Menaikkan suhu <i>output</i> CD-01
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>				
Jumlah	1	1	1	1	1
Kondisi Operasi					
- <i>Hot fluid</i>	175 °C	170 - 150 °C	175 °C	150 – 125 °C	175 °C
- <i>Cold fluid</i>	30 °C – 170 °C	30 °C – 105 °C	150 °C – 170 °C	30 °C – 105 °C	51 °C – 170 °C
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i>				
Annulus					
- NPS	8 in	3 in	4 in	4 in	4 in
- OD	8,63 in	3,5 in	4,5 in	4,5 in	4,5 in
- ID	7,98 in	3,07 in	4,06 in	4,06 in	4,06 in
- Sch. No.	40	40	40	40	40
- <i>Pressure drop</i>	0,005 psi	2,94 psi	0,015 psi	3,26 psi	0,11 psi
<i>inner pipe</i>					
- NPS	3 in	2 in	3 in	3 in	3 in
- OD	3,5 in	2,38 in	3,5 in	3,5 in	3,5 in
- ID	3,07 in	2,07 in	3,07 in	3,07 in	3,07 in
- Sch. no.	40	40	40	40	40
- <i>Pressure drop</i>	0,003 psi	0,25 psi	0,0000008 psi	0,03 psi	0,0000003 psi
UD (Btu/jam.ft ² .°F)	68,3	60,66	14,13	47,14	43,12
<i>Dirt factor</i>	0,019	0,02	0,054	0,014	0,012
Jumlah <i>Hairpin</i>	3	2	1	1	1
<i>Required Surface</i>	126,144 ft ²	36,02 ft ²	20,27 ft ²	35,43 ft ²	43,66 ft ²
Harga alat	\$23.382	\$1.884	\$1.884	\$2.106	\$1.884

Tabel 3.6. Spesifikasi Heat Exchanger (Lanjutan)

Kode	E-02	E-03	E-08	CD-01	RB-01
Fungsi	Menaikkan suhu <i>input</i> R-01	Menurunkan suhu <i>output top</i> R-01	Menurunkan suhu <i>output</i> RB-01	Untuk mengembunkan hasil atas T-01	Untuk menguapkan hasil bawah T-01
Jenis	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>				<i>Kettle Reboiler (Shell and Tube)</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kondisi Operasi					
- <i>Cold fluid</i>	30 °C – 170 °C	30 °C – 105 °C	30 °C – 105 °C	50 °C – 105 °C	125 °C – 151 °C
- <i>Hot fluid</i>	175 °C	170 °C - 30 °C	151 °C - 35 °C	125 °C - 51 °C	175 °C - 175 °C
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i>				
Spesifikasi <i>shell</i>	Fluida dingin	Fluida dingin	Fluida panas	Fluida panas	Fluida dingin
- NPS	0,75 in	0,75 in	0,75 in	0,75 in	0,75 in
- ID	35 in	35 in	35 in	35 in	35 in
- <i>Passes</i>	2	2	2	2	2
- <i>Baffle space</i>	26 in	26 in	26 in	26 in	26 in
- <i>Pressure drop</i>	0,01 psi	0,026 psi	0,0012 psi	0,11 psi	2,06 psi
Spesifikasi <i>tube</i>	Fluida panas	Fluida panas	Fluida dingin	Fluida dingin	Fluida panas
- NPS	0,75 in	0,75 in	0,75 in	0,75 in	0,75 in
- B.W.G	16	16	10	10	10
- ID	0,62 in	0,62 in	0,48 in	0,482 in	0,482 in
- Panjang	192 in	192 in	192 in	192 in	192 in
- <i>Pitch (triangular)</i>	1 in	1 in	1 in	1 in	1 in
- Jumlah <i>tube</i>	81	102	159	163	102
- <i>Pressure drop</i>	0,004 psi	0,0004 psi	0,41 psi	0,17 psi	0,1405 psi
<i>Dirt factor</i>	0,67	0,017	0,041	0,008	0,14
Harga alat	\$24.158	\$41.800	\$45.214	\$67.115	\$31.915

3.3.3. Spesifikasi Akumulator (ACC-01)

Tabel 3.7. Spesifikasi Akumulator

Kode	ACC-01
Fungsi	Untuk menampung distilat yang keluar dari T-01
Jenis	<i>Horizontal cylinder</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- Tekanan	1 atm
- Temperatur	51 °C
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>
Kapasitas	0,83 m ³
Dimensi <i>shell</i>	
- Diameter	0,75 m
- Panjang	1,51 m
- Tebal shell	0,19 in
Dimensi <i>head</i>	
- Diameter	0,75 m
- Panjang	0,15 m
- Tebal <i>head</i>	0,19 in
Panjang total	1,81 m
Harga alat	\$8.422

3.3.4. Spesifikasi Expander (EXP-01)

Tabel 3.8. Spesifikasi Expander

Kode	EP-01
Fungsi	Menurunkan tekanan <i>output</i> reaktor (R-01) untuk diumpankan menuju UPL
Jenis	<i>Centrifugal Expander</i>
Power	10 HP
Harga alat	\$18.507

3.3.5. Spesifikasi Pompa

Tabel 3.9. Spesifikasi Pompa

Kode	P-01 A/B	P-02 A/B	P-03 A/B	P-04 A/B	P-05 A/B
Fungsi	Mengalirkan <i>output</i> TK-01 menuju M-01	Mengalirkan <i>output</i> TK-02 menuju M-01	Mengalirkan dan menaikkan tekanan <i>output</i> M-01 menuju eater (E-01)	Mengalirkan dan menaik-kan tekanan <i>output bottom</i> V-01 menuju heater (E-04)	Mengalirkan dan menaikkan tekanan <i>output</i> akumulator (ACC-01) menuju T-01
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>				
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
Kapasitas	5,89 m ³ /jam	0,31 m ³ /jam	2,78 m ³ /jam	0,21 m ³ /jam	1,02 m ³ /jam
Dimensi :					
- NPS	2 in	0,75 in	1,5 in	0,75 in	1 in
- OD	2,38 in	1,05 in	1,5 in	1,05 in	1,32 in
- ID	1,94 in	0,74 in	1,9 in	0,74 in	0,96 in
- Sch no.	80	80	80	80	80
Power pompa	0,52 HP	0,05 HP	0,32 HP	0,13 HP	0,39 HP
Power motor	1 HP	0,08 HP	0,5 HP	0,17 HP	0,5 HP
Harga alat	\$17.952	\$10.638	\$15.736	\$10.638	\$15.400

Tabel 3.9. Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

Kode	P-06 A/B	P-07 A/B	P-08 A/B	P-09 A/B
Fungsi	Mengalirkan dan menaikkan tekanan <i>output</i> akumulator (ACC-01) menuju heater E-06	Mengalirkan dan menaik-kan tekanan <i>output bottom</i> T-01 menuju RB-01	Mengalirkan <i>output</i> EV-02 menuju cooler (E-08)	Mengalirkan <i>output</i> cooler (E-08) menuju tangki penyimpanan (TK-04)
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>			
Kapasitas	1,00 m ³ /jam	1,19 m ³ /jam	8,45 m ³ /jam	7,34 m ³ /jam
Dimensi :				
- NPS	1 in	1 in	2,5 in	2,5 in
- OD	1,32 in	1,32 in	2,88 in	2,88 in
- ID	0,96 in	0,96 in	2,32 in	2,32 in
- Sch no.	80	80	80	80
Power pompa	0,06 HP	0,04 HP	0,01 HP	0,03 HP
Power motor	0,06 HP	0,05 HP	0,05 HP	0,05 HP
Harga alat	\$12.412	\$15.400	\$10.100	\$10.100

3.3.6. Spesifikasi Expansion Valve

Tabel 3.10. Spesifikasi Expansion Valve

Kode	EV-01	EV-02
Fungsi	Menurunkan tekanan keluaran <i>bottom</i> R-01 untuk diumpankan ke E-03	Menurunkan tekanan keluaran RB-01 untuk diumpankan ke TK-04
Jenis	<i>Globe Valve</i>	
Kapasitas	9.366 kg/jam	6.313 kg/jam
Perubahan tekanan	30 atm – 1 atm	3 atm – 1 atm
Dimensi		
- NPS	1 in	1,25 in
- OD	1,32 in	1,66 in
- ID	1,05 in	1,38 in
- Sch no.	40	40
Panjang ekuivalen	65 ft	100 ft
Bahan Kontruksi	<i>Commercial steel</i>	
Harga alat	\$200	

3.3.7. Spesifikasi Screw Conveyor (SC-01)

Tabel 3.11. Spesifikasi Screw Conveyor

Kode	SC-01
Fungsi	Memindahkan Rhodium dari Bin <i>Storage</i> ke Mixer
Jenis	<i>Helicoid Screw Conveyor</i>
Tekanan	1 atm
Suhu	
Diameter	3 in
Putaran Maksimum	250 rpm
Panjang	50 ft
Power	0,05 HP
Harga alat	\$2.327

3.3.8. Spesifikasi Bucket Elevator (BE-01)

Tabel 3.12. Spesifikasi Bucket Elevator

Kode	BE-01
Fungsi	Memindahkan Rhodium Menuju Mixer
Jenis	<i>Continuous Bucket Elevator</i>
Kapasitas	576 kg/jam
Tekanan	1 atm
Suhu	30 °C
Spesifikasi	
- Ukuran Bucket	6 x 4 x 4,25 - 12
- Bucket Speed	225 ft/min
- Rpm Shaft	43 rpm
- Shaft Diameter	
Head	1,94 in
Tail	1,69 in
- Diameter Pulley	
Head	20 in
Tail	14 in
Panjang ekivalen	65 ft
Power Elevator	0,05 HP
Harga alat	\$1.900

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Sebelum mendirikan pabrik, tata letak peralatan dan fasilitas dalam rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini dapat memberikan informasi yang dapat dipercaya terhadap biaya pembangunan dan tempat sehingga diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum mendirikan pabrik.

4.1. 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).

Dengan adanya penentuan lokasi pabrik yang baik dan tepat akan menentukan beberapa hal, yaitu :

- a. Kemampuan untuk melayani konsumen dengan memuaskan.
- b. Kemampuan untuk mendapatkan bahan bahan mentah yang cukup dan kontinyu dengan harga yang layak dan memuaskan.
- c. Kemudahan untuk mendapatkan tenaga buruh yang cukup.

d. Memungkinkan adanya perluasan pabrik di masa yang akan datang.

Oleh sebab itu, pabrik asam asetat ini dengan kapasitas 50.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur dengan mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu :

A. Faktor primer

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi proses produksi dan distribusi produk. Menurut Peter dan Timmerhaus 2004, yang termasuk dalam faktor primer adalah :

1. Pemasaran

Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan terjaminnya kelangsungan proyek. Pemasaran juga diharapkan untuk membantu dalam mencukupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Untuk daerah pemasaran asam asetat sebagian besar dipasarkan di luar Kalimantan dan untuk distribusi pemasaran ditempuh dengan jalur laut, karena asam asetat merupakan bahan baku yang dibutuhkan oleh banyak industri terutama di pulau Jawa yang selama ini penyediaanya tergantung pada pemasaran impor.

2. 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 dengan kapasitas sebesar 660.000 ton/tahun dan karbon monoksida diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim yang berlokasi di Bontang Kalimantan Timur dengan kemurnian 95%.

3. Fasilitas Pengangkutan/Transportasi

Transportasi merupakan salah satu faktor penting dalam pemilihan lokasi pabrik untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya. Pemasaran produk dapat dilakukan melalui jalur darat dan laut, sedangkan untuk transportasi bahan baku melalui PT. Kaltim Metanol Industri dan PT. Pupuk Kaltim yang berada dekat dengan industri.

4. 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. Apabila didatangkan dari daerah lain, maka diperlukan adanya peningkatan upah atau penyediaan fasilitas lainnya sebagai daya tarik.

5. Utilitas

Penyediaan sarana utilitas adalah kebutuhan air dan listrik dapat dipenuhi oleh pihak pengelola kawasan industri baik dari sumber tanah maupun air dapat dipenuhi dengan baik karena area kawasan ini dekat

dengan sumber air laut. Listrik merupakan faktor utama dalam operasional pabrik dan dapat dipenuhi oleh jaringan PLN setempat.

6. Letak Geografis

Letak pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam. Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi pemilihan lokasi pendirian pabrik. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik, sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

B. Faktor Sekunder

Faktor sekunder, merupakan faktor yang secara langsung akan mempengaruhi sarana yang meningkatkan kinerja dari manajemen pabrik, terdapat pada proses produksi dan kesejahteraan tenaga kerja. Faktor yang termasuk dalam faktor sekunder, yaitu :

1. 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 bangunan bertingkat walaupun pembangunan gedungnya lebih mahal.

2. 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.

3. Fasilitas Servis

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

4. Fasilitas Finansial

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan fasilitas finansial guna menunjang perkembangan pabrik, misalnya adanya pasar modal, bursa, sumber-sumber modal, bank, koperasi simpan pinjam, dan lembaga keuangan lainnya.

5. Persediaan Air

Apabila suatu pabrik memerlukan air yang banyak, maka lokasi pabrik harus didirikan dekat dengan sumber air, seperti sungai, danau, sumur (air tanah), waduk, dan air laut.

6. Peraturan Daerah Setempat

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

7. Masyarakat

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan sikap, tanggapan dari masyarakat setempat disekitar lokasi pembangunan pabrik.

Sehingga keselamatan dan keamanan masyarakat sekitar pabrik dapat dijaga dengan baik.

8. Iklim di Daerah Lokasi

Suatu pabrik apabila ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi yang dipengaruhi oleh iklim, seperti kelembaban udara, panas matahari, dan sebagainya. Hal ini berhubungan dengan pengolahan, penyimpanan bahan baku ataupun produk. Faktor iklim juga dapat mempengaruhi gairah kerja dan moral para karyawan.

9. Keadaan Tanah

Sifat – sifat tanah dan tempat pembangunan pabrik harus diketahui. Hal ini berfungsi sebagai rencana pondasi untuk perancangan alat dan bangunan atau fasilitas pabrik.

10. Perumahan atau Mess

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan adanya sarana perumahan atau mess yang terletak di dekat lokasi pabrik. Sehingga karyawan pabrik yang berasal dari luar daerah dapat terjamin kehidupannya. Sehingga menjadi daya tarik bagi pekerja yang akan melamar di pabrik tersebut.

11. Daerah Pinggiran Kota

Pemilihan lokasi pabrik di daerah pinggiran kota dapat menjadi salah satu pilihan, karena dapat menimbulkan desentralisasi industri pabrik.

Alasan lainnya yaitu harga tanah lebih murah, upah buruh relatif murah serta servis industri tidak terlalu jauh dari kota.

Berdasarkan faktor - faktor tersebut, maka “**Pabrik Asam Asetat**” direncanakan berlokasi di Jl. Pupuk Raya, Guntung, Bontang Utara, Kota Bontang Kalimantan Timur 75321 yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.





(Sumber : Google Maps)

Gambar 4.1. Lokasi Pendirian Pabrik Asam Asetat

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah

a. Bahan Baku

Pendirian pabrik di Kota Bontang cocok dijadikan sebagai lokasi pabrik, dikarenakan di daerah Bontang banyak sekali pabrik - pabrik lain yang berdiri, dan letaknya dekat dengan lokasi bahan baku untuk membuat asam asetat yaitu metanol dan karbon monoksida.

b. Transportasi

Transportasi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan, pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan laut, udara, maupun darat. Lokasi pabrik yang dipilih dalam rencana pendirian terletak di kawasan industri yang di dekatnya terdapat sarana pelabuhan untuk transportasi laut. Selain itu, fasilitas transportasi darat dari industri ke tempat sekitar juga sangat baik dan dekat dengan jalan utama, sehingga memudahkan untuk proses pemasaran produk.

c. Pemasaran

Lokasi pemilihan 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. Selain itu, daerah lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan, sehingga mempermudah untuk melakukan ekspor.

d. Kebutuhan Air

Air yang dibutuhkan dalam proses diambil dari Sungai Guntung yang mengalir dekat pabrik, dan juga terdapat banyak sumur dan waduk, yang dapat digunakan untuk kebutuhan proses, kebutuhan utilitas, dan kebutuhan domestik pabrik.

e. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Daerah Bontang merupakan kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar dapat dipenuhi, sedangkan tenaga listrik diperoleh dari PLTA dan generator cadangan.

f. Tenaga Kerja

Dengan banyaknya pabrik yang berdiri di Bontang menjadi daya tarik tersendiri bagi pelamar kerja. Sehingga kebutuhan tenaga kerja yang kompeten dapat terpenuhi.

g. Biaya Tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.

h. Kondisi Iklim dan Cuaca

Seperti daerah lain di Indonesia, maka iklim di sekitar lokasi pabrik relatif stabil. Pada tengah tahun pertama mengalami musim kemarau dan tengah tahun berikutnya mengalami musim hujan. Walaupun demikian perbedaan suhu yang terjadi relatif kecil. Sehingga para pekerja mudah beradaptasi dengan lingkungan disekitar lokasi pabrik.

i. Kemungkinan Perluasan dan Ekspansi

Lokasi pabrik yang dipilih di Kota Bontang memiliki lahan kosong yang luas, sehingga ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas.

j. Sosial Masyarakat

Di Bontang 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.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi, sehingga produksi menjadi baik, efisien dan menjaga keamanan serta keselamatan dari pabrik tersebut. Pangaturan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan fasilitas atau mesin penunjang produksi lainnya, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat permanen maupun temporer, personil pekerja dan sebagainya (Wignjosebroto, 2009).

Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lainnya, seperti kantor, laboratorium, gudang, kamar dan semua fasilitas lainnya yang berhubungan dengan proses dalam menghasilkan produk. Selain itu dalam penentuan tata letak pabrik yang harus diperhatikan yaitu, penempatan alat-alat produksi harus sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat

memberikan keamanan serta kenyamanan. Perancangan tata letak pabrik dalam posisi yang efisien dengan memperlihatkan faktor-faktor berikut ini (Peters, 1991):

1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa mendatang.
3. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.
5. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
7. Fleksibilitas perancangan tata letak pabrik dengan melihat kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
8. Penanganan pembuangan limbah cair.
9. Servis area, meliputi kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur secara efisien agar tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Dengan mengatur tata letak pabrik yang baik maka akan memberikan keuntungan, seperti :

1. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi proses material *handling*.

2. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga memudahkan dalam perbaikan mesin dan peralatan yang rusak.
3. Mengurangi biaya produksi.
4. Meningkatkan keselamatan kerja.
5. Meningkatkan pengawasan operasional dan proses agar berjalan lebih baik.

Berdasarkan faktor diatas, 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. 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*).

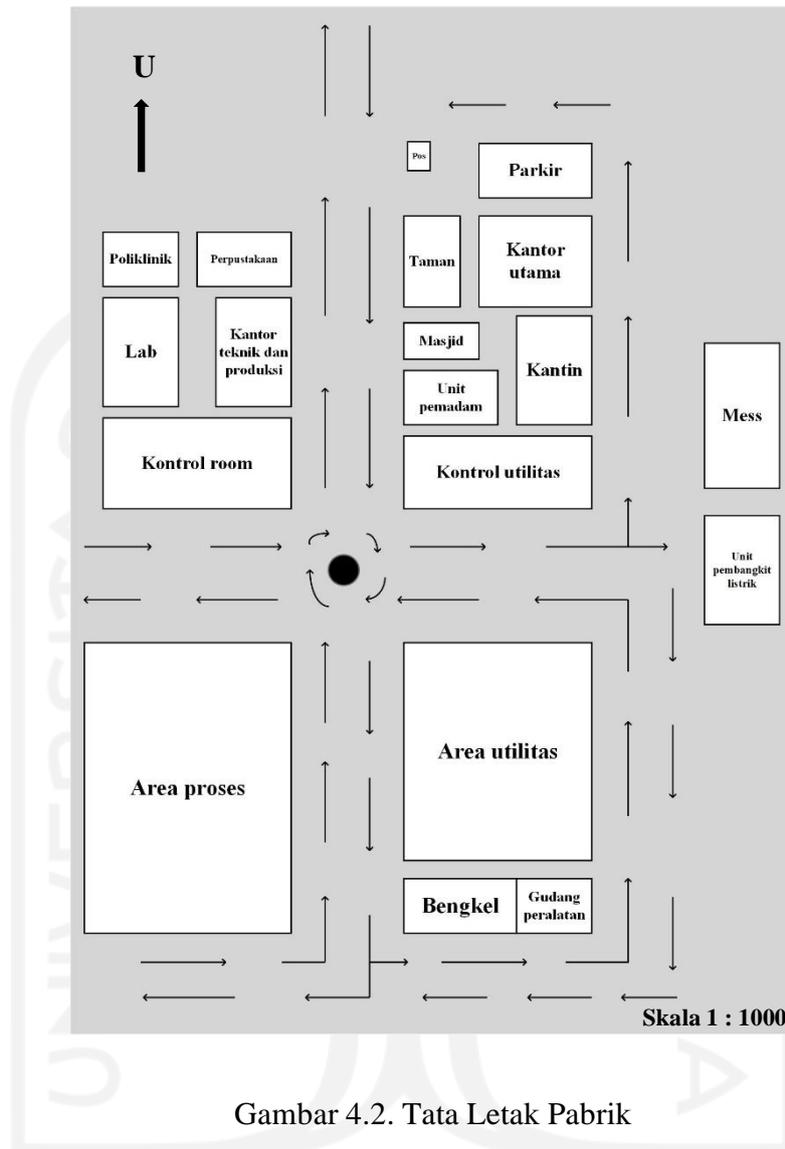
Dalam uraian diatas, maka tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah :

- a. Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.
- b. Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.
- c. Menggunakan seluruh areal secara efektif.
- d. Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.
- e. Mengerjakan perpindahan bahan sedikit mungkin.
- f. Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel.

Pembangunan pabrik asam asetat direncanakan akan menggunakan areal seluas seluas 18.873 m². Adapun rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rician Luas Tanah

No	Nama Bangunan	Luas (m ²)	No	Nama Bangunan	Luas (m ²)
1	Area Proses	5.200	12	Perpustakaan	375
2	Area Utilitas	3.000	13	Poliklinik	300
3	Bengkel	450	14	Pos Keamanan	48
4	Gudang Peralatan	300	15	Control Room	1.250
5	Kantin	600	16	Control Utilitas	1.000
6	Jalan	800	17	Daerah Perluasan	800
7	Kantor Teknik dan Produksi	600	18	Area Mess	800
8	Kantor Utama	750	19	Masjid	200
9	Laboratorium	600	20	Unit Pemadam Kebakaran	375
10	Parkir Utama	450	21	Taman	375
11	Parkir Truk	600			
Total					18.073



Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik

4.3. Tata Letak Mesin/Alat (*Machines*)

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 diatas 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 mengakitbatkan 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.

4.4. Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa, sehingga :

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
2. Dapat mengaktifkan penggunaan luas lahan.
3. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.
4. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.
5. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

Hal yang harus diperhatikan juga :

1. Letak alat dalam ruangan yang cukup, sehingga tersedia ruang gerak untuk keperluan perawatan, perbaikan maupun penggantian alat.
2. Penempatan alat control atau alat bantu pada alat maupun pipa aliran proses dapat terjangkau atau dapat terlihat jelas untuk pengawasan proses.
3. Pengaturan tata letak diusahakan menurut urutan proses.

Faktor - faktor yang dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak alat proses pabrik asam asetat, yaitu :

1. Pertimbangan ekonomis

Biaya konstruksi diminimumkan dengan jalan menempatkan peralatan yang memberikan sitem pemipaan sependek mungkin diantara alat proses, sehingga akan mengurangi daya tekan alat terhadap bahan, akibatnya akan mengurangi biaya variable.

2. Kemudahan operasi

Letak tiap alat diusahakan agar dapat memberikan keleluasaan bergerak pada para pekerja dalam melaksanakan aktifitas produksi.

3. Kemudahan pemeliharaan

Kemudahan pemeliharaan alat juga dapat dipertimbangkan dalam penempatan alat-alat proses. Hal ini disebabkan karena pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat beroperasi sebagaimana mestinya dan berumur panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk memperbaiki maupun untuk membersihkan peralatan.

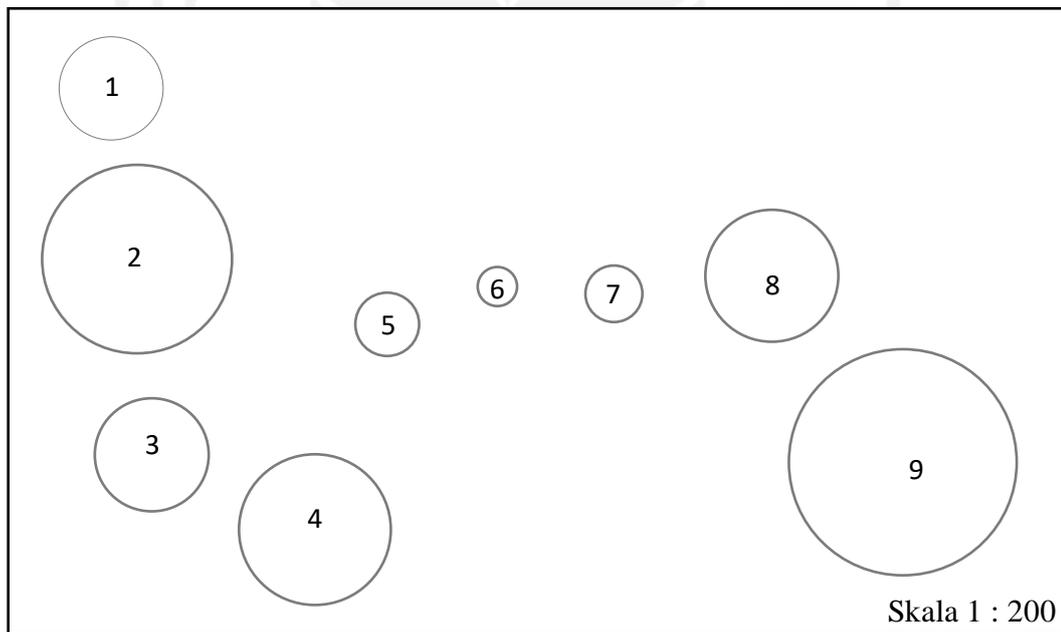
4. Keamanan

Untuk alat-alat yang bersuhu tinggi diisolasi dengan bahan isolator, sehingga tidak membahayakan pekerja. Selain itu perlu disediakan pintu keluar darurat sehingga memudahkan para pekerja untuk menyelamatkan diri jika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan.

5. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.

Berikut peta situasi pabrik tata letak alat dapat dilihat dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Tata Letak Alat Proses Pabrik

Keterangan:

1 : Bin Penyimpanan Radium (SL-01)

- 2 : Tangki Penyimpanan Metanol (TK-01)
- 3 : Tangki Penyimpanan Metil Iodida (TK-02)
- 4 : Tangki Penyimpanan Karbon Monoksida (TK-03)
- 5 : Mixer (M-01)
- 6 : Reaktor (R-01)
- 7 : Flash Drum (V-01)
- 8 : Menara Distilasi (T-01)
- 9 : Tangki Penyimpanan Asam Asetat (TK-04)

4.5. Aliran Proses dan Material

4.5.1. Neraca Massa Alat

1. Neraca Massa Mixer (M-01)

Tabel 4.2. Neraca Massa Mixer (M-01)

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 5
CH ₃ I	-	-	576,29	576,29
CH ₃ OH	-	3.841,92	-	3.841,92
H ₂ O	-	5,76	-	5,76
CH ₃ COOH	-	-	-	0,00
Rh	576,29	-	-	576,29
Total			5.000,26	5.000,26

2. Neraca Massa Reaktor (R-01)

Tabel 4.3. Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)	
	Arus 4	Arus 5	Arus 9	Arus 12	Arus 6	Arus 7
CH ₃ I	-	576,29	2,95	573,34	-	1.152,58
CH ₃ OH	-	3.457,73	1,80	382,39	-	384,19
H ₂ O	-	5,76	0,09	2,74	-	8,59
CH ₃ COOH	-	-	187,58	0,49	-	6.668,42
Rh	-	576,29	576,29	-	-	1.152,58
CO	3.358,46	-	-	-	335,85	-
H ₂	167,92	-	-	-	167,92	-
Total				9.870,12		9.870,12

3. Neraca Massa Flash Drum (V-01)

Tabel 4.4. Neraca Massa Flash Drum (V-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
CH ₃ I	1.152,58	1.141,42	11,16
CH ₃ OH	384,19	380,78	3,42
H ₂ O	8,59	8,34	0,25
CH ₃ COOH	6.668,42	6.310,75	357,67
Rh	1.152,58	0,00	1.152,58
Total	9.366,35		9.366,35

4. Neraca Massa Menara Distilasi (T-01)

Tabel 4.5. Neraca Massa Menara Distilasi (T-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 10	Arus 13
CH ₃ I	1.141,42	1.141,42	0,00
CH ₃ OH	380,78	380,78	0,00
H ₂ O	8,34	5,26	3,08
CH ₃ COOH	6.310,75	0,61	6.310,14
Total	7.841,29	7.841,29	

5. Neraca Massa Condensor (CD-01)

Tabel 4.6. Neraca Massa Condensor (CD-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12
CH ₃ I	2.302,77	1.161,35	1.141,42
CH ₃ OH	768,20	387,43	380,78
H ₂ O	10,60	5,35	5,26
CH ₃ COOH	1,23	0,62	0,61
Total	3.082,81	3.082,81	

5. Neraca Massa Reboiler (RB-01)

Tabel 4.7. Neraca Massa Reboiler (RB-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15
CH ₃ I	0,00	0,00	0,00
CH ₃ OH	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	4,28	1,20	3,08
CH ₃ COOH	8.756,72	2.446,58	6.310,14
Total	8.760,99	8.760,99	

4.5.2. Neraca Energi Alat

1. Neraca Energi Mixer (M-01)

Tabel 4.8. Neraca Energi Mixer (M-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)			Qout (kJ/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 5
CH ₃ I	-	-	1.690,75	1.690,75
CH ₃ OH	-	48.103	-	48.103,44
H ₂ O	-	120,78	-	120,78
CH ₃ COOH	-	-	-	-
Rh	709,68	-	-	709,68
Total	50.625			50.625

2. Neraca Energi Reaktor (R-01)

Tabel 4.9. Neraca Energi Reaktor (R-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)				Qout (kJ/jam)	
	Arus 4	Arus 5	Arus 9	Arus 12	Arus 6	Arus 7
CH ₃ I	-	54.781	280,20	54.501	-	109.563
CH ₃ OH	-	1.397.939	729,21	154.597	-	155.327
H ₂ O	-	3.533	54,19	1.677	-	5.265
CH ₃ COOH	-	-	63.619	165,42	-	2.261.596
Rh	-	21.092	21.092	-	-	42.183
CO	509.012	-	-	-	50.901	-
H ₂	350.581	-	-	-	350.581	-
QReaksi	5.780.818	-	-	-	-	-
QPendingin	-	-	-	-	6.122.580	-
Total	2.924.729				2.924.729	

3. Neraca Energi Flash Drum (V-01)

Tabel 4.10. Neraca Energi Flash Drum (V-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
CH ₃ I	92.435	91.540	894,79
CH ₃ OH	131.113	129.948	1.165
H ₂ O	4.510	4.380	129,70
CH ₃ COOH	1.921.649	1.818.580	103.070
Rh	36.196	0,00	36.196
Total	2.185.903	2.185.903	

5. Neraca Energi Menara Distilasi (T-01)

Tabel 4.11. Neraca Energi Menara Distilasi (T-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)	
	Arus 8	Arus 10	Arus 13
CH ₃ I	71.393	17.321	0,00
CH ₃ OH	101.402	24.642	0,00
H ₂ O	3.481	561,35	1.637
CH ₃ COOH	1.429.225	34,00	1.838.920
Qpendingin	-		85.457
Qsteam	192.156	-	-
Total	1.797.657	1.797.657	

6. Neraca Energi Heater 1 (E-01)

Tabel 4.12. Neraca Energi Heater 1 (E-01)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
CH ₃ I	1.691	54.796
CH ₃ OH	48.103	1.553.676
H ₂ O	120,78	3.534
Rh	709,68	21.093
Qsteam	1.582.474	-
Total	1.633.099	1.633.099

7. Neraca Energi Heater 2 (E-02)

Tabel 4.13. Neraca Energi Heater 2 (E-02)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
CO	17.417	509.021
H ₂	11.986	350.587
Qsteam	830.205	-
Total	859.608	859.608

8. Neraca Energi Heater 3 (E-05)

Tabel 4.14. Neraca Energi Heater 3 (E-05)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
CH ₃ I	895,99	1.061
CH ₃ OH	1.166,5	1.381
H ₂ O	129,86	151,43
CH ₃ COOH	103.203	121.326
Rh	36.240	42.186
Qsteam	24.468	-
Total	166.105	166.105

9. Neraca Energi Heater 4 (E-07)

Tabel 4.15. Neraca Energi Heater 4 (E-07)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
CH ₃ I	17.424	108.536
CH ₃ OH	24.789	153.987
H ₂ O	564,64	3.222
CH ₃ COOH	34,20	207,23
Qsteam	223.137	-
Total	265.948	265.948

11. Neraca Energi Cooler 1 (E-03)

Tabel 4.16. Neraca Energi Cooler 1 (E-03)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
CO	50.902	1.741
H ₂	350.586	11.986
Qpendingin		387.761
Total	401.488	401.488

12. Neraca Energi Cooler 2 (E-04)

Tabel 4.17. Neraca Energi Cooler 2 (E-04)

Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
CH ₃ I	109.593	92.560
CH ₃ OH	155.368	131.290
H ₂ O	5.265	4.515
CH ₃ COOH	2.262.024	1.924.144
Rh	42.186	36.240
Qpendingin	-	385.686
Total	2.574.435	2.574.435

13. Neraca Energi Cooler 3 (E-06)

Tabel 4.18. Neraca Energi Cooler 3 (E-06)

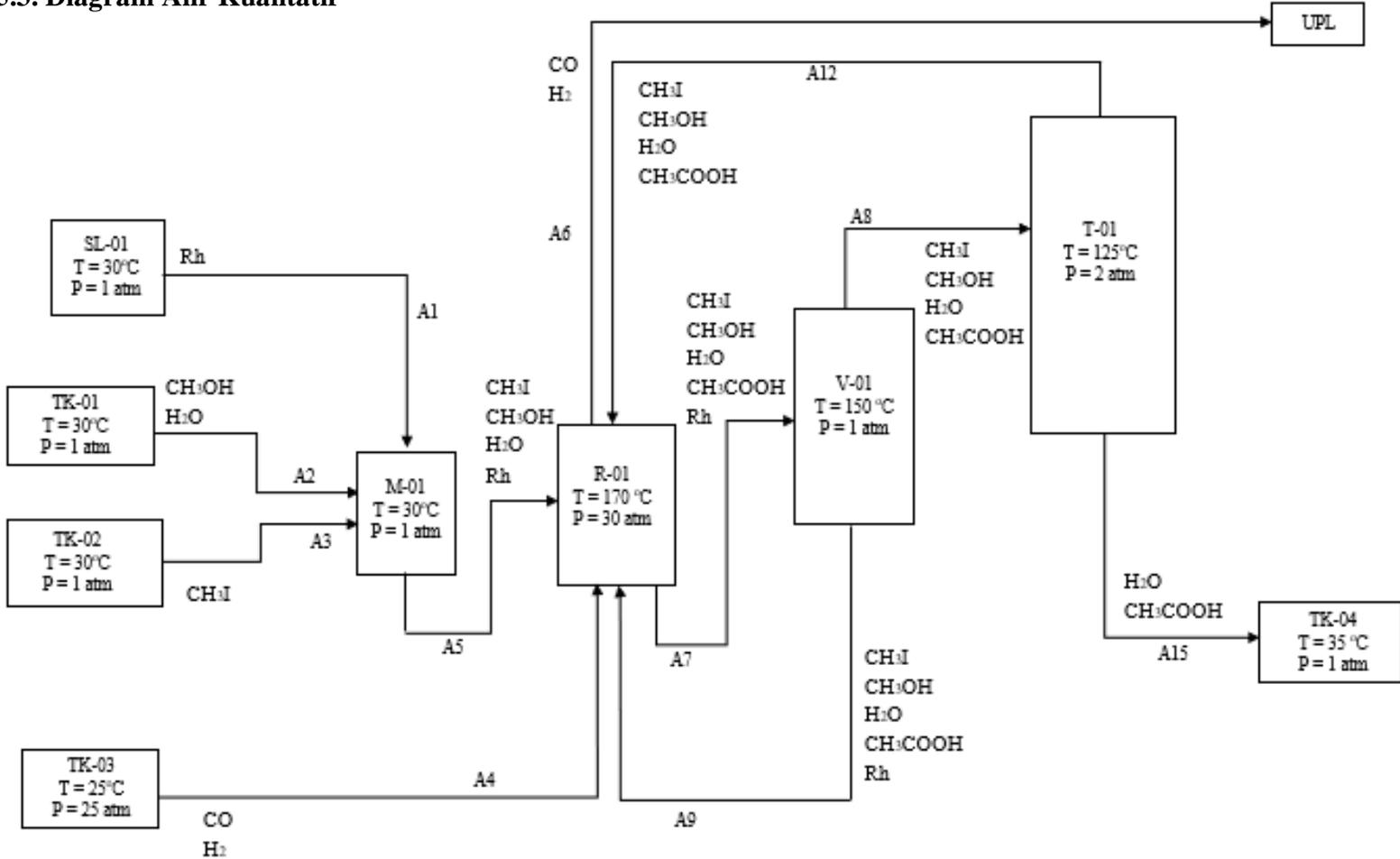
Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
CH ₃ I	91.664	71.510
CH ₃ OH	130.123	101.568
H ₂ O	4.386	3.486
CH ₃ COOH	1.820.941	1.431.504
Qpendingin	-	439.045
Total	2.047.112	2.047.112

13. Neraca Energi Cooler 4 (E-08)

Tabel 4.19. Neraca Energi Cooler 4 (E-08)

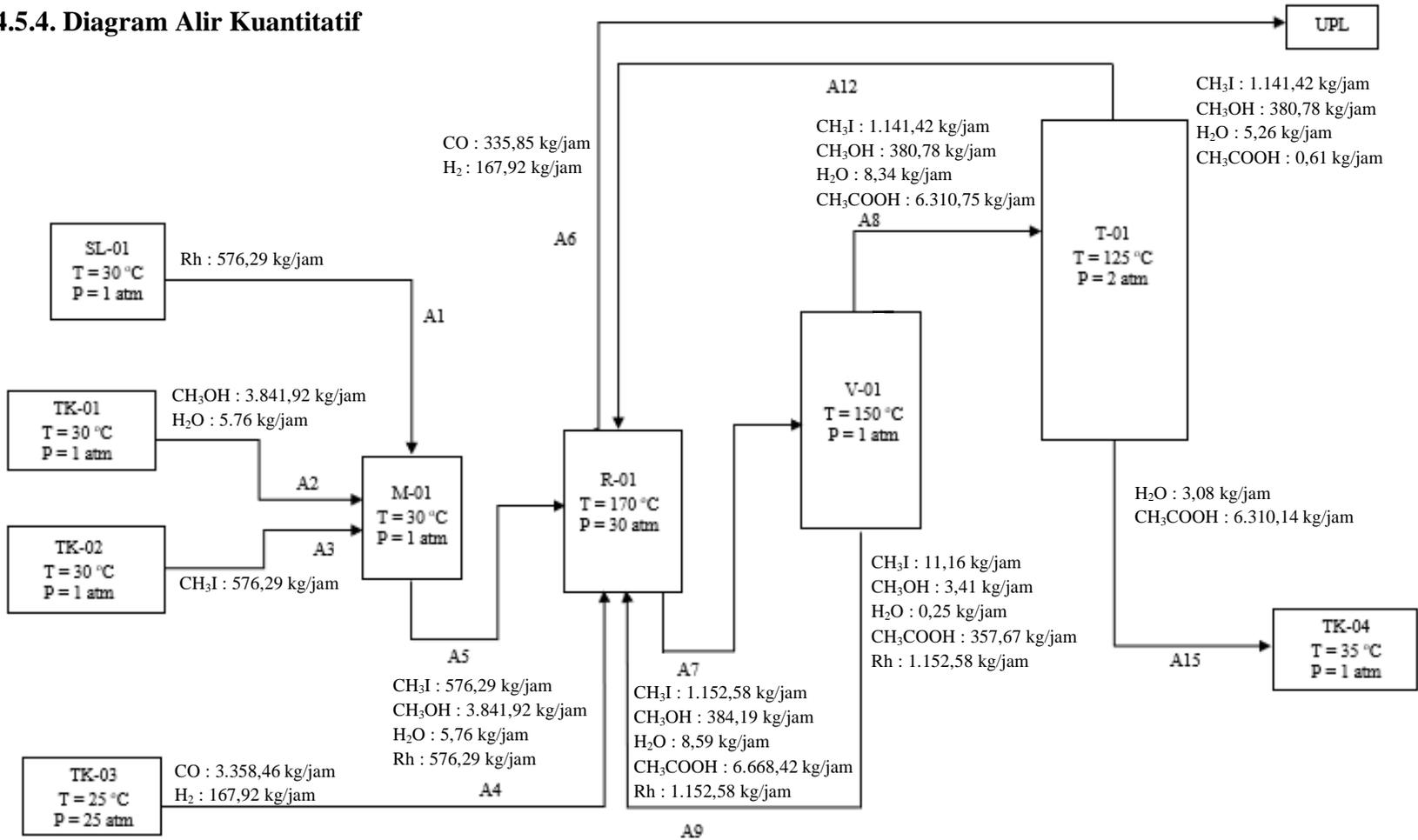
Komponen	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
CH ₃ I	0,00	0,00
CH ₃ OH	0,00	0,00
H ₂ O	1.637	77,56
CH ₃ COOH	1.838.920	81.569
Qpendingin	-	1.758.910
Total	1.840.557	1.840.557

4.5.3. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4. Diagram Alir Kualitatif

4.5.4. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.5. Diagram Alir Kuantitatif

4.6. Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga sarana maupun fasilitas peralatan yang ada di pabrik dengan cara memelihara dan memperbaiki alat agar proses produksi dapat berjalan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga dapat produksi dapat mencapai target dan produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan, perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan. Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat, hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat, meliputi :

Perawatan alat-alat proses dilakukan sesuai prosedur yang tepat. Adapun perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Overhead* 1 x 1 tahun

Proses perawatan ini merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara menyeluruh meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang mengalami kerusakan untuk dikembalikan ke kondisi seperti semula.

2. *Repairing*

Proses ini merupakan proses *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor yang mempengaruhi *maintenance* :

a. Umur alat

Semakin bertambah usia umur suatu alat, semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan agar alat tersebut tetap optimal dalam bekerja. Sehingga menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Pemilihan dan penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat, sehingga diperlukan adanya pembersihan pada alat.

c. Tenaga manusia

Dengan memanfaatkan tenaga kerja yang kompeten maka akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula, sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada alat proses.

4.7. Pelayanana Teknik (Utilitas)

Utilitas adalah sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Unit utilitas keberadaannya sangat penting dan harus ada dalam perancangan suatu pabrik. Unit utilitas pabrik tidak semuanya sama, semua tergantung dari beberapa faktor, diantaranya karakteristik proses produksi, kompleksitas proses produksi, proses-proses penunjang yang ada di dalam pabrik dan jenis produk yang

dihasilkan. Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik asam asetat ini terdiri dari :

1. Unit Pengolahan Air

Unit ini berfungsi menyediakan air umpan boiler, air sanitasi untuk air perkantoran dan air untuk perumahan.

2. Unit Penyediaan Steam

Unit ini berfungsi menyediakan panas yang digunakan di *heat exchanger* dan reboiler.

3. Unit penyediaan listrik

Unit ini berfungsi menyediakan tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, dan penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan Generator Set sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini berfungsi menyediakan bahan bakar untuk Boiler dan Generator.

5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit ini berfungsi menyediakan udara tekan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik.

4.7.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, air yang digunakan pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau, dan air laut. Suatu pabrik sangat membutuhkan sistem penyediaan air dalam jumlah yang cukup untuk

keberlangsungan pabriknya. Adapun unsur-unsur yang membentuk suatu system penyediaan air meliputi :

1. Sumber Pengadaan Air

Sumber pengadaan air untuk industri dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti sungai, danau, waduk, sumber air tanah (sumur) ataupun air laut.

2. Sarana Penampungan

Sarana yang digunakan untuk menampung air biasanya diletakkan didekat sumber penyediannya.

3. Sarana Penyaluran

Sarana untuk menyalurkan air dari penampungan ke sarana pengolahan.

4. Sarana Pengolahan

Karena air yang didapat dari sumbernya belum dapat digunakan secara langsung, maka diperlukan sarana pengolahan agar mutu air sesuai dengan ketentuan.

5. Sarana Penyaluran (dari pengolahan)

Sarana ini berfungsi untuk menyalurkan air yang sudah diolah menuju sarana-sarana penampungan sementara serta kesatu atau beberapa titik distribusi.

6. Sarana-Sarana Distribusi

Sarana yang berfungsi untuk membagikan air yang sudah diolah ke berbagai unit.

Air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam operasional pada prarancangan pabrik asam asetat yaitu air yang berasal dari Sungai Guntung yang terletak di Kota Bontang dan masih mengandung pasir, mineral-mineral, ion-ion, dan kotoran yang harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Pengolahan air ini bertujuan untuk menjaga alat - alat proses agar tidak cepat rusak serta menjaga adanya kontaminan yang akan menyebabkan reaksi antara reaktan-reaktan yang terdapat dalam proses. Pemilihan air sungai memiliki pertimbangan sebagai berikut :

1. Air sungai relatif lebih mudah pengolahannya, sederhana dan biayanya lebih murah dibandingkan dengan pengolahan air laut yang lebih rumit dan biayanya lebih mahal.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya tinggi sehingga persediaan air tercukupi.
3. Jumlah persediaan air sungai lebih banyak dibandingkan dengan air sumur.
4. Letak sungai berada didekat lokasi pabrik.

Proses penyediaan air untuk pabrik asam asetat terdiri dari beberapa langkah, yaitu :

1. Pengadaan air
 - a. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Air yang digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu dilakukan pengolahan secara kimiawi. Air umpan boiler juga digunakan untuk media pemanas. Air yang dapat digunakan untuk boiler harus memenuhi persyaratan, apabila air boiler tidak memenuhi

persyaratan dapat mengakibatkan kerusakan pada alat. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

1. Tidak Menyebabkan Korosi Pada Pipa

Korosi yang terjadi didalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam, bikarbonat, minyak, bahan organik, lemak serta gas-gas terlarut seperti CO_2 , O_2 , NH_3 , H_2S dan SO_2 .

2. Tidak Membentuk Kerak

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam-garam karbohidrat dan silikat.

3. Tidak Berbuih (Berbusa)

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

b. Air Sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang digunakan untuk memenuhi keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lainnya diperlukan air sanitasi. Air yang memenuhi kualitas sebagai air sanitasi memiliki syarat sebagai berikut:

i. Syarat fisik yang meliputi :

- Suhu harus dibawah suhu udara luar.
- Warna jernih.
- Tidak memiliki rasa.
- Tidak memiliki bau.

ii. Syarat kimia yang meliputi :

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlaru di dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

iii. Syarat biologi yang meliputi :

- Tidak mengandung bakteri patogen.

4.7.2. Unit Pengolahan Air

Air yang berasal dari Sungai Guntung akan diolah di unit pengolahan air dengan tahapan pengolahan sebagai berikut :

1. Penyaringan Kasar

Air dari Sungai Guntung akan dilakukan penyaringan terlebih dahulu agar kandungan padatan seperti sampah, daun, plastik dan lainnya yang terbawa oleh air dapat terpisah.

2. Clarifier

Sumber air yang diperoleh dari Sungai Guntung yang terletak di dekat lokasi pabrik akan diolah terlebih dahulu agar spesifikasinya sesuai dengan ketentuan. Adapun pengolahan air tersebut meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Langkah pertama yaitu *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia yang terdiri dari :

- a. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ yang berfungsi sebagai flokulan.
- b. Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai flokulan.

Selanjutnya air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* agar lumpur dan partikel padat lainnya yang terganggu dapat mengendap dengan cara menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, koagulan acid sebagai pembantu pembentuk flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini akan masuk ke *clarifier* melalui bagian tengah dan diaduk menggunakan agitator. Kemudian air bersih akan keluar dari pinggi *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan akan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang sebelum masuk *clarifier* memiliki nilai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm setelah keluar dari *clarifier*.

3. Penyaringan

Air keluaran dari *clarifier* kemudian dialirkan menuju *sand filter* yang berperan untuk memisahkan partikel-partikel solid yang masih lolos atau terbawa air dari *clarifier*. Air yang keluar dari *sand filter* akan memiliki nilai *turbidity* kira-kira 2 ppm, kemudian akan dialirkan ke dalam tangki penampungan (*filter water reservoir*).

Air bersih yang sudah ditampung di tangki penampungan, kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. Untuk memaksimalkan kerja *sand filter* dalam proses penyaringan, maka diperlukan regenerasi secara periodik dengan cara *back washing*.

4. Demineralisasi

Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga nilai konduktifitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica memiliki nilai lebih kecil dari 0,02 ppm. Sehingga air tersebut dapat digunakan sebagai air umpan boiler. Tahapan dalam pengolahan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

a. *Cation Exchanger*

Di dalam *cation exchanger* berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang terkandung didalam air akan diganti dengan ion H^+ sehingga air yang keluar dari *cation exchanger* akan mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi :



Setelah dalam jangka waktu tertentu, kation resin akan jenuh sehingga diperlukan regenerasi kembali dengan H_2SO_4 .

Reaksi :



b. *Anion Exchanger*

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

Reaksi :



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

Reaksi:



c. *Deareasi*

Proses pembebasan air umpan boiler dari oksigen (O_2). Air yang sudah mengalami proses demineralisasi (*polish water*) akan dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan larutan hidrazin (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang masih terkandung dalam air.

Dengan hilangnya kandungan air di dalam air umpan boiler maka dapat mencegah timbulnya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi :



Air yang keluar dari *deaerator* akan dialirkan menggunakan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*)

4.7.3. Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Steam jenuh yang dihasilkan boiler merupakan steam yang memiliki suhu 250 °C dengan tekanan 1 atm. Adapun peralatan-peralatan yang membutuhkan steam dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.20. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Alat	Kode	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
Heater 1	E-01	571,73
Heater 2	E-02	299,94
Heater 3	E-04	8,83
Heater 4	E-06	80,48
Reboiler Menara Distilasi	RB-01	204,16
Total		1.165,14

Perancangan dibuat *overdesign* 20%, sehingga jumlah kebutuhan steam adalah 1.398,16 kg/jam. Sedangkan untuk nilai blowdown pada reboiler adalah 15% dari kebutuhan steam. Sehingga diperoleh blowdown sebesar 209,7 kg/jam dan kebutuhan make up air untuk steam dengan *overdesign* 20% sebesar 335,56 kg/jam.

2. Kebutuhan air domestik

Total kebutuhan air untuk 1 orang menurut standar WHO adalah 100 – 120 liter/hari. Kebutuhan air untuk setiap karyawan adalah sebesar 4,07 kg/jam. Jumlah karyawan yang bekerja di pabrik asam asetat sebanyak 140 orang. Sehingga total kebutuhan air karyawan sebesar 570,29 kg/jam. Pabrik berencana mendirikan mess sebanyak 20 rumah dan perkiraan

kebutuhan air yang diperlukan untuk mess sebesar 10.000 kg/jam. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar 23.686,91 kg/jam.

3. Kebutuhan air *service water*

Perkiraan kebutuhan air yang digunakan untuk pemakaian layanan umum (*service water*) seperti bengkel, laboratorium, pemadam kebaran dan lain sebagainya sebesar 500 kg/jam.

Sehingga, total keseluruhan kebutuhan air yaitu 25.585,07 kg/jam.

4.7.4. Unit Penyedia Dowtherm A

Dowtherm A merupakan media pendingin yang dapat digunakan dengan kisaran suhu 12 °C – 497 °C. Dowtherm A tidak memerlukan treatment secara fisis, kimia, maupun biologi. Dowtherm A digunakan sebagai pendingin pada reaktor (R-01), cooler 1 (E-03), cooler 2 (E-04), cooler 3 (E-06), cooler 4 (E-08) dan condensor menara distilasi (CD-01). Kebutuhan ini hanya digunakan saat start up pabrik, dan setelah digunakan, media pendingin Dowtherm A ini dapat digunakan kembali. Alasan dipilihnya pendingin jenis Dowtherm A yaitu jenis pendingin ini mampu bekerja pada suhu tinggi. Apabila menggunakan air pendingin biasa untuk menurunkan suhu maka proses pendinginan akan menjadi tidak efektif. Hal ini disebabkan air pendingin pada saat proses pendinginan dimungkinkan ikut menjadi panas dan menguap sebagian terlebih dahulu sebelum proses pendinginan berakhir. Sehingga pemilihan jenis pendingin yang digunakan memiliki sifat fisik dan kimia yang lebih ringan dan dapat bertahan pada suhu tinggi.

Pendingin Dowtherm A terdiri dari senyawa dipenil eter dan bipenil eter. Dowtherm A dapat digunakan dalam fase cair atau fase uap. Suhu Dowtherm A

yang digunakan yaitu pada suhu input 30 °C dan outputnya 105 °C. Jumlah dowtherm A yang dibutuhkan untuk mendinginkan reaktor (R-01) sebesar 50.992,82 kg/jam, untuk condenser menara distilasi (CD-01) membutuhkan dowtherm A sebesar 2.860,87 kg/jam, untuk cooler 1 (E-03) membutuhkan dowtherm A sebesar 3.061 kg/jam, untuk cooler 2 (E-04) membutuhkan dowtherm A sebesar 3.212,25 kg/jam, untuk cooler 3 (E-06) membutuhkan dowtherm A sebesar 3.656,65 kg/jam dan untuk cooler 4 (E-08) membutuhkan dowtherm A sebesar 14.193,34 kg/jam.

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

Untuk memenuhi kebutuhan steam pada proses produksi dibutuhkan unit pembangkit steam dengan spesifikasi :

Kapasitas : 1.398,16 kg/jam

Jenis : *Packaged Boiler*

Jumlah : 1

Boiler dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Unit pembangkit steam berguna untuk memenuhi kebutuhan steam pada produksi dengan cara menyediakan steam untuk boiler.

Air yang berasal dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang masih terkandung dengan cara menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Serta pengaturan pH sekitar 10 – 11 dikarenakan apabila pH yang terlalu tinggi nilai korosifitasnya akan tinggi.

Air sebelum masuk ke dalam boiler, terlebih dahulu dimasukkan ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 175 °C, kemudian diumpankan ke boiler.

Api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) memiliki tugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran akan masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air yang berada di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air akan menjadi mendidih. Uap air yang terkumpul kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.7.6. Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System)

Unit pembangkit listrik berfungsi untuk menyediakan kebutuhan listrik pabrik yang meliputi peralatan proses, peralatan utilitas, dan kebutuhan perkantoran. Adapun rincian dari kebutuhan listrik adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan Listrik Proses
 - Alat utilitas

Tabel 4.21. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2,00	1.491,40
Kompresor Udara	CP-01	3,00	2.237,10
Pompa-01	PU-01	1,44	1.070,46

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-02	PU-02	1,05	780,05
Pompa-03	PU-03	1,01	750,59
Pompa-04	PU-04	0,00004	0,03
Pompa-05	PU-05	0,96	713,94
Pompa-06	PU-06	0,88	654,70
Pompa-07	PU-07	2,09	1.557,00
Pompa-08	PU-08	1,66	1.234,24
Pompa-09	PU-09	1,81	1.351,96
Pompa-10	PU-10	0,00001	0,01
Pompa-11	PU-11	2,61	1.942,88
Pompa-12	PU-12	2,61	1.942,88
Pompa-13	PU-13	0,04	27,09
Pompa-14	PU-14	0,04	27,09
Pompa-15	PU-15	0,07	49,07
Pompa-16	PU-16	0,10	72,37
Pompa-17	PU-17	0,06	44,63
Pompa-18	PU-18	0,06	44,71
Pompa-19	PU-19	0,06	44,63
Total		21,51	16.037,84

- Alat Proses

Tabel 4.22. Kebutuhan Listrik Peralatan Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-01	0,52	387,76
Pompa-02	P-02	0,05	37,29
Pompa-03	P-03	0,32	240,87
Pompa-04	P-04	0,13	95,43
Pompa-05	P-05	0,39	290,82
Pompa-06	P-06	0,06	44,74
Pompa-07	P-07	0,04	29,83
Pompa-08	P-08	0,01	5,22
Pompa-09	P-09	0,03	22,37
Mixer-01	M-01	3,00	2237,10
Screw Conveyor-10	SC-01	0,05	37,29
Bucket Elevator-01	BE-01	10,00	7457,00
Expander-01	EXP-01	0,05	37,29
Total			10.923,00

2. Kebutuhan listrik lainnya

Kebutuhan listrik untuk AC dan penerangan masing-masing sebesar 20 kW dan 150 kW. Sedangkan kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan sebesar 100 kW dan listrik untuk instrumentasi sebesar 30 kW.

Kebutuhan listrik secara keseluruhan yang ada di pabrik mencapai 327 kW diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Nasional (PLN) dan generator. Generator berfungsi untuk tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat-alat seperti boiler, pengaduk dan sejumlah pompa.

Generator beroperasi menggunakan solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga generator dapat menghasilkan listrik, kemudian listrik tersebut didistribusikan menggunakan panel. Energi listrik dari generator digunakan sebagai sumber utama untuk menggerakkan alat proses. Berikut adalah spesifikasi generator yang digunakan :

Kapasitas	: 1600 kW
Jenis	: AC Generator
Tegangan	: 220/360
Jumlah	: 1

4.7.7. Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Udara tekan dipilih memiliki tekanan 6 bar dan suhu 30°C. Adapun jumlah alat kontrol sebanyak 14 buah dengan total kebutuhan udara tekan keseluruhan sebesar 26 m³/jam. Kebutuhan udara tekan diperoleh dari kompresor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi *silica gel*.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	: KU-01
------	---------

Fungsi	: mengompres udara menjadi udara bertekanan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 26 m ³ /jam
Tekanan discharge	: 6 atm
Suhu udara	: 30 °C
Efisiensi	: 85%
Daya kompresor	: 3 Hp

4.7.8. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang diperlukan untuk proses pembakaran pada boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk boiler dan generator yaitu solar. Solar memiliki *heating value* sebesar 35.677 – 36.235 kJ/liter. Adapun jumlah kebutuhan solar sebanyak 135 kg/jam.

4.8. Spesifikasi Alat – Alat Utilitas

4.8.1. Saringan / *Screening* (FU-01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya : daun, ranting dan sampah-sampah lainnya.

Bahan : Aluminium

Jumlah air : 32.559,62 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 3,05 m

- Lebar = 2,44 m

4.8.2. Bak Pengendapan awal (B-01) / Sedimentasi

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi.

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 30.931,64 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 6,67 m

- Lebar = 6,67 m

- Tinggi = 3,34 m

4.8.3. Bak Floktuator/ Bak Penggumpal (B-02)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

Jumlah air : 29.385,06 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 3,55 m

- Tinggi = 3,55 m

Pengaduk :

- Jenis = *Marine propeller 3 blade*

- Diameter = 3,55 m

- Power = 2 Hp

4.8.4. Tangki Larutan Alum (TU-01)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5%

untuk 2 minggu operasi.

Kebutuhan : 0,06 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 0,88 m

- Tinggi = 1,76 m

4.8.5. Bak Pengendap I (BU-01)

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi).

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 29.385,06 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 6,56 m

- Lebar = 6,56 m

- Tinggi = 3,28 m

4.8.6. Bak Pengendap II (BU-02)

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi ke 2).

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 27.915,81 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 6,45 m

- Lebar = 6,45 m
- Tinggi = 3,22 m

4.8.7. Sand Filter (FU-02)

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.

Jumlah air : 26.520,02 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 1,92 m

- Lebar = 1,92 m

- Tinggi = 0,96 m

4.8.8. Bak Penampung Sementara (BU-03)

Fungsi : Menampung sementara *raw water* setelah disaring di *sand filter*

Jumlah air : 25.194,02 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 3,93 m

- Lebar = 3,93 m

- Tinggi = 1,96 m

4.8.9. Tangki Klorinasi (TU-03)

Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga.

Jumlah air : 23.295,85 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 3,29 m

- Tinggi = 3,29 m

4.8.10. Tangki Kaporit (TU-02)

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-01).

Jumlah bahan : 0,17 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 0,43 m

- Tinggi = 0,43 m

4.8.11. Tangki Air Bersih (TU-04)

Fungsi : Menampung air keperluan kantor dan rumah tangga.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 23.295,85 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 9,49 m

- Tinggi = 9,49 m

4.8.12. Tangki *Service Water* (TU-05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 500 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2,64 m
- Tinggi = 2,64 m

4.8.13. Tangki Air Bertekanan (TU-06)

Fungsi : Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 500 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2,64 m

- Tinggi = 2,64 m

4.8.14. *Mixed Bed* (TU-07)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO₄, dan NO₃.

Jumlah air : 1.398,16 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 0,43 m

- Tinggi = 1,39 m

- Tebal = 0,19 in

4.8.15. Tangki NaCl (T-07)

Fungsi : Menampung/menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.

Tipe : Tangki silinder

Jumlah NaCl : 16 kg

Dimensi bak :

- Diameter = 1 m

- Tinggi = 1 m

4.8.16. Tangki NaOH (TU-08)

Fungsi : Menampung Larutan NaOH yang akan digunakan untuk mengregenerasi anion exchanger.

Tipe : Tangki silinder

Jumlah NaOH : 4 kg

Dimensi bak :

- Diameter = 0,80 m

- Tinggi = 0,80 m

4.8.17. Deaerator (DE-01)

Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *Feed water* yang menyebabkan kerak pada boiler.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 1.398,16 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,29 m

- Tinggi = 1,29 m

4.8.18. Tangki N₂H₄ (TU-11)

Fungsi : Menyimpan larutan N₂H₄.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 1.398,16 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,3 m

- Tinggi = 1,3 m

4.8.19. Tangki Umpan Boiler (TU-09)

Fungsi : Mencampur kondensat sebelum dibangkitkan
sebagai steam alam boiler

Tipe : Tangki Silinder Tegak

Jumlah air : 1.398,16 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,28 m

- Tinggi = 1,28 m

4.8.20. Tangki Air Demin (TU-10)

Fungsi : Menampung air bebas mineral sebagai air proses
dan air umpan boiler.

Tipe : Tangki Silinder Tegak

Jumlah air : 1.398,16 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 3,72 m

- Tinggi = 3,72 m

4.8.21. Pompa Utilitas

Tabel 4.23. Spesifikasi Pompa Utilitas

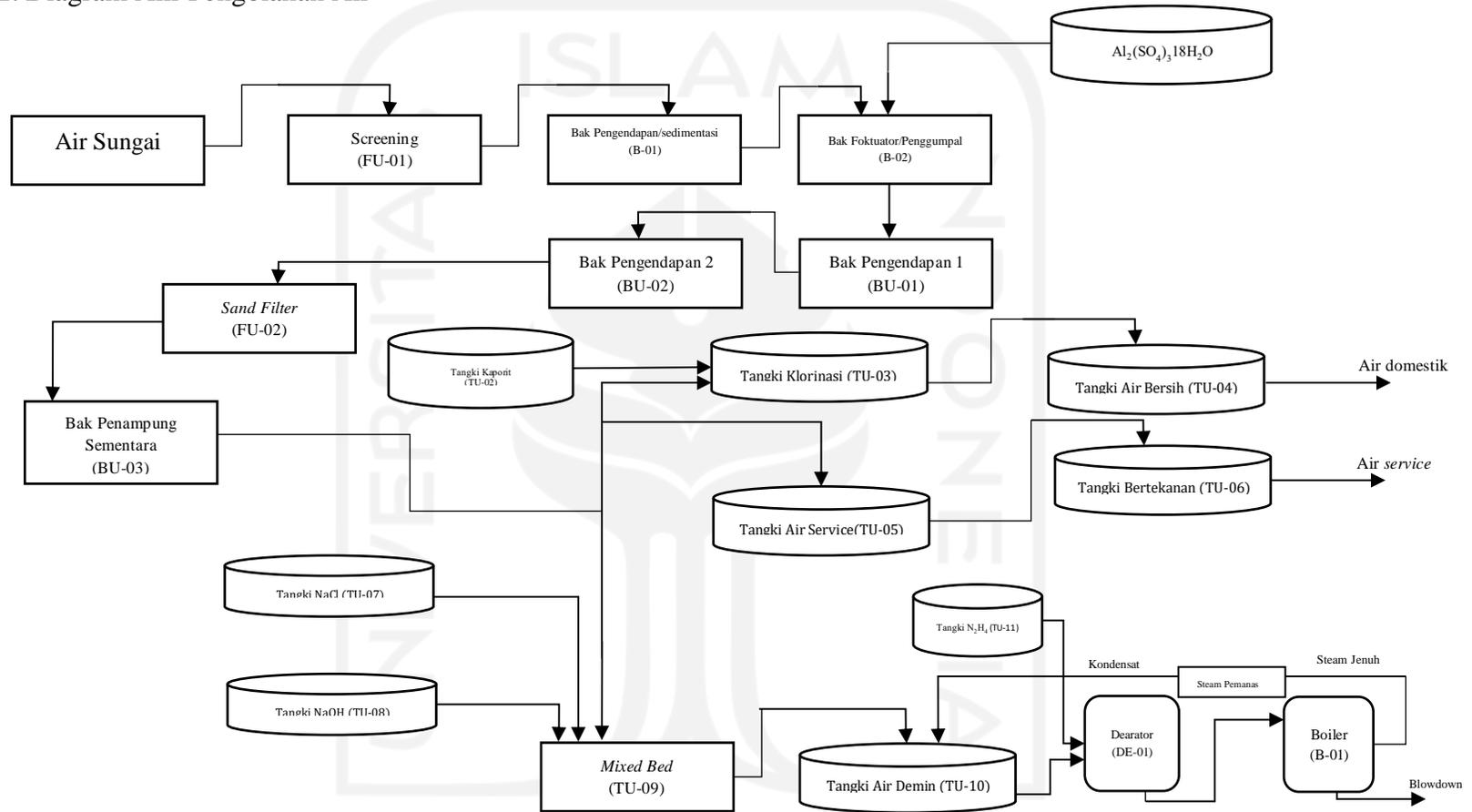
Kode Alat	Jumlah	Efisiensi Pompa (%)	Daya (Hp)		Kapasitas (gpm)
			Pompa	Motor	
PU-01	1	75%	1,44	2,00	168,26
PU-02	1	73%	1,05	1,50	159,85
PU-03	1	72%	1,01	1,50	151,86
PU-04	1	20%	0,00004	0,05	0,01
PU-05	1	72%	0,96	1,50	151,86
PU-06	1	71%	0,88	1,50	144,26
PU-07	1	70%	2,09	3,00	137,05
PU-08	1	70%	1,66	3,00	130,20
PU-09	1	70%	1,81	3,00	130,20
PU-10	1	20%	0,000012	0,05	0,0009
PU-11	1	69%	2,61	5,00	120,39
PU-12	1	69%	2,61	5,00	120,39

Tabel 4.22. Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Kode Alat	Jumlah	Efisiensi Pompa (%)	Daya (Hp)		Kapasitas (gpm)
			Pompa	Motor	
PU-13	1	41%	0,04	0,13	2,58
PU-14	1	41%	0,04	0,05	2,58
PU-15	1	40%	0,07	0,08	7,23
PU-16	1	40%	0,10	0,13	7,23
PU-17	1	40%	0,06	0,08	7,23
PU-18	1	40%	0,06	0,08	7,23
PU-19	1	40%	0,06	0,08	7,23

*Jenis pompa *centrifugal pump*

4.8.22. Diagram Alir Pengolahan Air



Gambar 4.6. Diagram Alir Pengolahan Air

4.9. Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi adalah salah satu faktor penting penunjang kemajuan perusahaan. Agar mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain : perumusan tujuan perusahaan, pembagian tugas kerja, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengendalian pekerjaan, dan organisasi perusahaan. Tanpa manajemen yang teratur, baik dari kinerja sumber daya manusia maupun terhadap fasilitas yang ada secara otomatis organisasi akan berkembang.

4.9.1. Bentuk Organisasi Perusahaan

Arti dari organisasi, berasal dari kata Latin "*organum*" yang dapat berarti alat, anggota badan James D. Mooney, mengatakan: "Organisasi adalah bentuk setiap perserikatan manusia untuk mencapai suatu tujuan bersama.", sedangkan Chester I. Barnard memberikan pengertian organisasi sebagai: "Suatu system daripadah aktivitas kerjasama yang dilakukan dua orang atau lebih".

Dari pendapat para ahli dapat diambil arti dari kata organisasi, yaitu kelompok orang yang secara sadar bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama dengan menekankan wewenang dan tanggung jawab masing-masing. Secara ringkas, ada tiga unsur utama dalam organisasi, yaitu :

1. Adanya sekelompok orang.
2. Adanya hubungan dan pembagian tugas.
3. Adanya tujuan yang ingin dicapai.

4.9.2. Manajemen Perusahaan

Perusahaan mempunyai pengolahan (manajemen) organisasi yang bertugas untuk mengatur, merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan perusahaan dengan efektif dan efisien. Selain itu untuk mendapat profit yang optimal juga harus didukung oleh pembagian tugas dan wewenang yang jelas dari setiap personil atau individu yang terlibat dalam perusahaan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas yang terdapat dalam suatu perusahaan atau suatu pabrik diatur oleh manajemen. Dengan kata lain bahwa manajemen bertindak memimpin, merencanakan, menyusun, mengawasi, dan meneliti hasil pekerjaan. Perusahaan dapat berjalan dengan baik secara menyeluruh, apabila perusahaan memiliki manajemen yang baik antara atasan dan bawahan.

Fungsi dari manajemen adalah meliputi usaha memimpin dan mengatur faktor-faktor ekonomis sedemikian rupa, sehingga usaha itu memberikan perkembangan dan keuntungan bagi mereka yang ada di lingkungan perusahaan.

Dengan demikian, jelaslah bahwa pengertian manajemen itu meliputi semua tugas dan fungsi yang mempunyai hubungan yang erat dengan permulaan dari pembelanjaan perusahaan (*financing*).

Dengan penjelasan ini dapat diambil suatu pengertian bahwa manajemen itu diartikan sebagai seni dan ilmu perencanaan (*planning*), pengorganisasian, penyusunan, pengarahan, dan pengawasan dari sumber daya manusia untuk mencapai tujuan (*criteria*) yang telah ditetapkan.

Menurut Siagian (1992), manajemen dibagi menjadi tiga kelas pada perusahaan besar, yaitu:

1. *Top* manajemen.
2. *Middle* manajemen.
3. *Operating* manajemen.

Orang yang memimpin (pelaksana) manajemen disebut dengan manajer. Manajer ini berfungsi atau bertugas untuk mengawasi dan mengontrol agar manajemen dapat dilaksanakan dengan baik sesuai dengan ketetapan yang digariskan bersama. Menurut Madura (2000), syarat - syarat manajer yang baik adalah:

1. Harus menjadi contoh (teladan).
2. Harus dapat menggerakkan bawahan.
3. Harus bersifat mendorong.
4. Penuh pengabdian terhadap tugas-tugas.
5. Berani dan mampu mengatasi kesulitan yang terjadi.
6. Bertanggung jawab, tegas dalam mengambil atau melaksanakan keputusan yang diambil
7. Berjiwa besar.

4.9.3. Bentuk Hukum Badan Usaha

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat menjadi tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus

didirikan agar tujuan itu tercapai. Menurut Sutarto (2002), bentuk-bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain adalah:

1. Perusahaan Perorangan.
2. Persekutuan Firma.
3. Persekutuan Komanditer (CV).
4. Perseroan Terbatas (PT).
5. Koperasi.
6. Usaha Daerah.
7. Perusahaan Negara

Bentuk badan usaha dalam Pabrik Asam asetat direncanakan adalah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam saham, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam UU No. 1 tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), serta peraturan pelaksanaannya. Syarat-syarat pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Didirikan oleh dua orang atau lebih, yang dimaksud dengan “orang” adalah orang perseorangan atau badan hukum.
2. Didirikan dengan akta otentik, yaitu di hadapan notaris.
3. Modal dasar perseroan, yaitu paling sedikit Rp. 20.000.000,- (dua puluh juta rupiah) atau 25% dari modal dasar, tergantung mana yang lebih besar dan harus telah ditempatkan dan telah disetor.

Prosedur pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Pembuatan akta pendirian di hadapan notaris
2. Pengesahan oleh Menteri Kehakiman
3. Pendaftaran Perseroan
4. Pengumuman dalam tambahan berita negara.

Menurut Widjaja (2003), landasan dalam pemilihan bentuk perusahaan ini berdasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

1. Mudah untuk mendapat modal dengan menjual saham di pasar modal.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan beserta karyawan.
3. Pemilik dan pengurus terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan.
5. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang berpengalaman.
6. Suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.
7. Merupakan bisang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

4.9.4. Bentuk Hukum Badan Usaha

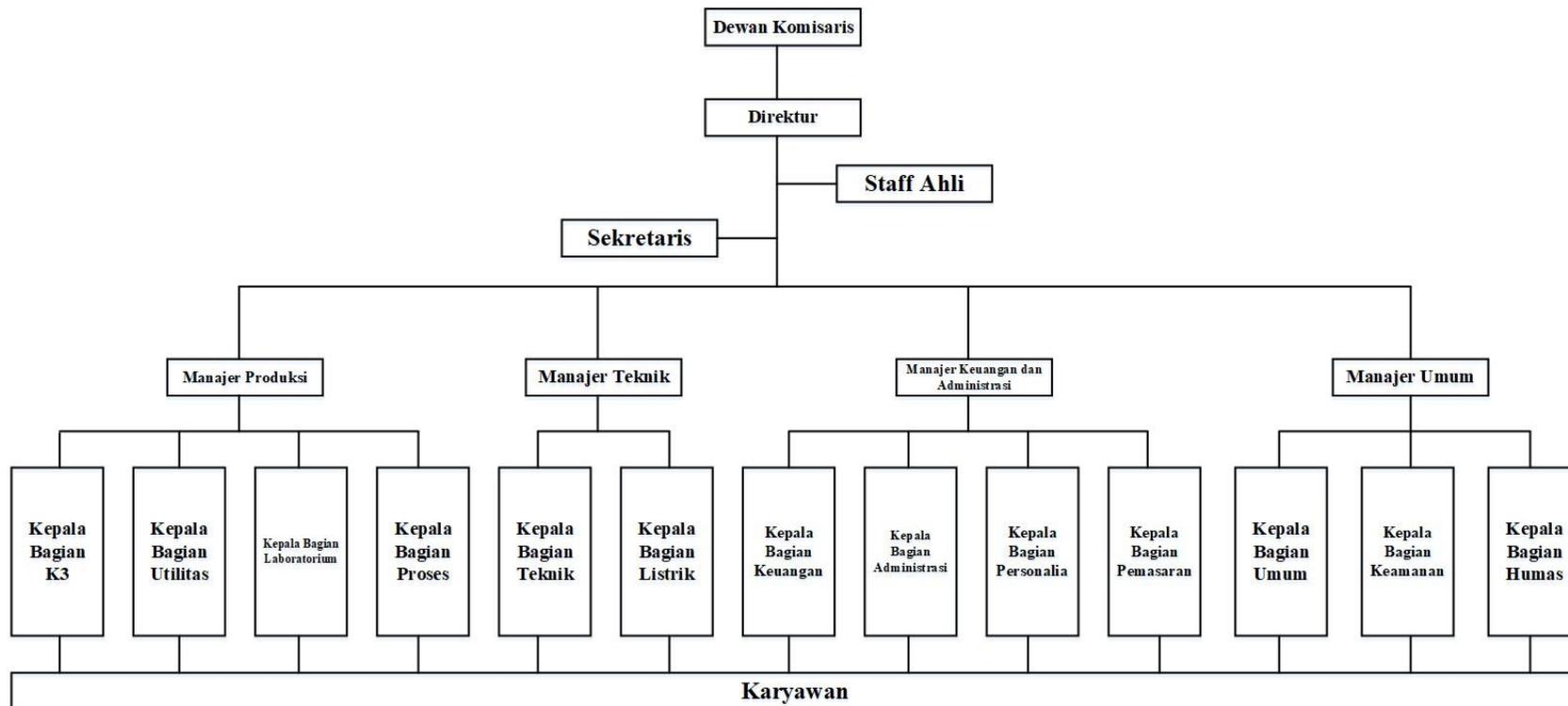
Bentuk struktur organisasi yang dipilih, yaitu line dan staff. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem line dan staff ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan, maka akan didapatkan beberapa keuntungan, yaitu :

1. Menjelaskan atau menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain.
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah.
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan dalam pejabat yang sudah ada.
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Struktur Organisasi perusahaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7. Struktur Organisasi Perusahaan

4.9.5. Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab

1. Pemegang Saham

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

- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
- Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
- Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih dalam RUPS untuk mewakili para pemegang saham dalam mengawasi jalannya perusahaan. Dewan Komisaris ini bertanggung jawab kepada RUPS. Tugas-tugas Dewan Komisaris adalah:

- Menentukan garis besar kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham.
- Meminta laporan pertanggungjawaban Direktur secara berkala.
- Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas Direktur.

3. Direktur Utama

Direktur utama adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju atau mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Tugas-tugas Direktur Utama, antara lain :

- Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
- Meyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
- Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
- Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjinan dengan pihak ketiga.
- Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.

Dalam menjalankan pabrik asam asetat, direktur dibantu oleh tiga orang manajer yang masing-masing membawahi sebuah departemen. Adapun tiga manajer dalam perusahaan, yaitu :

1. Manajer Produksi yaitu membawahi empat divisi yang dikepalai oleh supervisor. Departemen produksi mengawasi dan mengatur segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan jalannya proses produksi. Divisi yang terdapat dalam departemen produksi, antara lain :

a. Divisi Proses

Memiliki tugas untuk mengawasi kelancaran proses produksi, sehingga dapat mencapai target jumlah produksi yang telah ditetapkan. Divisi proses juga bertugas mengatur jadwal *shift* dari *staff* atau karyawan, mengitung kebutuhan bahan baku maupun bahan penunjang yang dibutuhkan hingga pengemasan produk.

b. Divisi Utilitas

Bertugas dalam hal penyediaan *steam*, udara tekan, bahan bakarr, listri dan sebagainya yang menunjang proses produksi. Selain itu, bertanggung jawab atas seluruh peralatan yang digunakan dalam proses penyediaan utilitas yang ada.

c. Divisi Laboratorium

Bertanggung jawab atas prose pengecekan kualitas produk yang dihasilkan dan melakukan pengembangan teknologi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

d. Divisi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Bertugas atas keamanan kerja baik dalam keamanan alat maupun pelindung diri semua pegawai di area pabrik guna mengurangi terjadinya kecelakaan saat pabrik berjalan.

2. Manajer Teknik, bertugas mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik di lapangan atau di

kantor. Dalam menjalankan tugasnya manajer teknik dibantu oleh dua supervisor divisi, yaitu Supervisor Listrik dan Supervisor Teknik.

4. Manajer Umum bertanggung jawab langsung kepada Direktur dalam mengawasi dan mengatur keamanan, gudang/logistik dan humas. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Umum dibantu oleh enam Kepala Bagian (Kabag.), yaitu Kepala Bagian Umum, Kepala Bagian Keamanan dan Kepala Bagian Humas.

5. Manajer Keuangan dan Administrasi bertanggung jawab langsung kepada Direktur dalam mengawasi dan mengatur Keuangan dan Administrasi. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Umum dibantu oleh enam Kepala Bagian (Kabag.), yaitu Kepala Bagian Keuangan, Kepala Bagian Administrasi, Kepala Bagian Personalia dan Kepala Bagian Pemasaran.

6. Staf Ahli

Staf ahli di Pabrik asam asetat ini memiliki tugas untuk memberikan masukan, baik berupa saran nasehat, maupun pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan khususnya pada aspek keselamatan kerja seluruh karyawan.

7. Sekretaris

Dalam menjalankan tugasnya, selain keempat manajer tersebut, direktur juga mengangkat seorang Sekretaris untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan

pekerjaan lainnya untuk membantu Direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

4.9.6. Struktur Tenaga Kerja

1. Pembagian Struktur Tenaga Kerja

Pabrik Asam asetat ini direncanakan beroperasi 330 hari per tahun secara kontinu 24 jam sehari. Berdasarkan pengaturan jam kerja, karyawan dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu karyawan regular atau *non-shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan *non-shift*

Waktu kerja bagi karyawan regular atau *non-shift* adalah 5 hari kerja, dimana hari Sabtu dan Minggu dijadikan hari libur. Untuk karyawan *shift* digunakan jadwal kerja berdasarkan giliran *shift* masing-masing. Jam kerja karyawan *non-shift* ditetapkan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003 yaitu 8 jam sehari atau 40 jam per minggu dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (Pasal 10 Kep.234/Men/2003) dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam. Adapun perincian waktu kerja baik bagi karyawan regular maupun karyawan *shift* adalah sebagai berikut:

Senin s.d. Kamis	: 08.00 – 17.00 WIB
	(Istirahat: 12.00 – 13.00 WIB)
Jumat	: 08.00 – 17.00 WIB

(Istirahat: 11.30 – 13.00 WIB)

b. Karyawan *shift*

Untuk pekerjaan yang langsung berhubungan dengan proses produksi yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, para karyawan diberi pekerjaan bergilir (*shift work*). Pekerjaan dalam satu hari dibagi tiga *shift*, yaitu tiap *shift* bekerja selama 8 jam dan 15 menit pergantian *shift* dengan pembagian sebagai berikut:

Shift pagi (I) : 07.00 – 15.00 WIB

Shift siang (II) : 15.00 – 23.00 WIB

Shift malam (III) : 23.00 – 07.00 WIB

Karyawan yang termasuk dalam kerja *shift* dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok A, B, C, dan D. Pola pembagian waktu kerja adalah pergantian dari *shift* pagi, sore, malam, dan hari libur. Karyawan yang telah bekerja selama 2 kali *shift* malam akan mendapatkan hari libur selama 2 hari.

Berikut ini adalah tabel jadwal giliran kerja untuk karyawan *shift* :

Tabel 4.24. Shift Kerja Karyawan

Grup	Hari							
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin
A	I	I	II	II	III	III	--	--
B	II	II	III	III	--	--	I	I
C	III	III	--	--	I	I	II	II
D	--	--	I	I	II	II	III	III

4.9.7. Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan

Dari data karyawan *shift* dan *non-shift* jumlah karyawan pada pabrik asam asetat adalah 140 orang. SDM yang digunakan pada pabrik asam asetat perlu diperhatikan, adapun perinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.25. Tingkat Pendidikan Karyawan

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Dewan Komisaris	1	Teknik (S1)
Direktur	3	Teknik Kimia (S1)
Sekretaris	1	Akuntansi (S1)/ Kesekretariatan (D3)
Staff Ahli	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 5 tahun
Manajer Umum	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Produksi	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Teknik	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Administrasi dan Keuangan	1	Ekonomi/Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Kepala Bagian Proses	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Keapala Bagian Laboratorium	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun

Tabel 4.24. Tingkat Pendidikan Karyawan (Lanjutan)

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Kepala Bagian Pemasaran	1	Teknik Kimia (S1) / Manajemen (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Umum	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Utilitas	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Keuangan	1	Akuntansi/Manajemen (D3) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian K3	1	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) atau (D3) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Listrik	1	Teknik Elektro (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Administrasi	1	Akuntansi/Ekonomi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Personalia	1	Manajemen/Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Humas	1	Hukum (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Keamanan	1	Pensiunan ABRI
Kepala Bagian Pemeliharaan	1	Teknik Elektro/Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Karyawan Proses	8	Teknik Kimia (S1)
Karyawan Laboratorium R&D	4	MIPA Kimia (S1)/ Kimia Analis (D3)
Karyawan Utilitas	4	Teknik Kimia (S1)

Tabel 4.24. Tingkat Pendidikan Karyawan (Lanjutan)

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Karyawan Unit Pemeliharaan	5	Teknik Elektro/Mesin (S1)
Karyawan Instrumentasi Pabrik	3	Teknik Instrumentasi Pabrik (D4)
Karyawan Pemasaran	3	Teknik Kimia (S1)/ Manajemen(D3)
Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	4	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) atau (D3)
Karyawan Bag. Keuangan	2	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Administrasi	2	Ilmu Komputer (D1)
Karyawan Bag. Personalia	2	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Humas	2	Akutansi/Manajemen (D3)
Operator Proses	52	Teknik Kimia (D3)
Operator Utilitas	4	Teknik Kimia (D3)
Petugas Keamanan	4	SLTP/STM/SMU/D1
Karyawan Perpustakaan	1	Minimal D3
Dokter	2	Kedokteran, Profesi (S1)
Perawat	4	Akademi Perawat (D3)
Petugas Kebersihan	7	SLTP/SMU
Supir	4	SMU/STM
Jumlah	140	

Setiap karyawan di perusahaan memiliki hak dan kewajiban yang diatur oleh undang-undang ketenagakerjaan. Terdapat dua jenis karyawan berdasarkan jenis kontrak kerjanya, yaitu:

- Karyawan Pra-Kontrak merupakan karyawan baru yang akan mengalami masa percobaan kerja selama 6 bulan. Setelah 6 bulan, kinerja karyawan akan dievaluasi untuk kemudian diambil keputusan mengenai pengangkatan menjadi karyawan tetap.
- Karyawan Tetap merupakan karyawan yang telah memiliki kontrak kerja secara tertulis dengan perusahaan.

Baik karyawan pra-kontrak maupun karyawan tetap memiliki hak serta kewajiban yang sama. Hak karyawan meliputi masalah gaji, tunjangan, serta cuti karyawan.

1. Hak Karyawan

- Gaji Pokok

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 4.26. Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Dewan Komisaris	1	50.000.000	50.000.000
2	Direktur	3	40.000.000	120.000.000
3	Sekretaris	1	30.000.000	30.000.000
4	Staff Ahli	1	30.000.000	30.000.000
5	Manajer Produksi	1	30.000.000	30.000.000
6	Manajer Teknik	1	30.000.000	30.000.000
7	Manajer Adminitrasi dan Keuangan	1	25.000.000	25.000.000
8	Manajer Umum	1	25.000.000	25.000.000
9	Kepala Seksi Proses	1	25.000.000	25.000.000
10	Keapala Seksi Laboratorium	1	25.000.000	25.000.000
11	Kepala Seksi Utilitas	1	25.000.000	25.000.000
12	Kepala Seksi Listrik	1	25.000.000	25.000.000
13	Kepala Seksi Pemasaran	1	25.000.000	25.000.000
14	Kepala Seksi Umum	1	25.000.000	25.000.000
15	Kepala Keuangan	1	25.000.000	25.000.000
16	Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	25.000.000	25.000.000

Tabel 4.25. Gaji Karyawan (Lanjutan)

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total Gaji (Rp)
17	Kepala Seksi Administrasi	1	25.000.000	25.000.000
18	Kepala Seksi Personalia	1	25.000.000	25.000.000
19	Kepala Seksi Humas	1	25.000.000	25.000.000
20	Kepala Seksi Keamanan	1	25.000.000	25.000.000
21	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	25.000.000	25.000.000
22	Karyawan Proses	8	10.000.000	80.000.000
23	Karyawan Laboratorium	4	9.000.000	36.000.000
24	Karyawan Utilitas	4	9.000.000	36.000.000
25	Karyawan Unit Pemeliharaan	5	9.000.000	45.000.000
26	Karyawan Instrumentasi Pabrik	3	12.000.000	36.000.000
27	Karyawan Pemasaran	3	7.000.000	21.000.000
28	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	4	7.000.000	28.000.000
29	Karyawan Bag. Keuangan	2	7.000.000	14.000.000
30	Karyawan Bag. Administrasi	2	7.000.000	14.000.000
31	Karyawan Bag. Personalia	2	7.000.000	14.000.000
32	Karyawan Bag. Humas	2	7.000.000	14.000.000

Tabel 4.25. Gaji Karyawan (Lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total gaji (Rp)
33	Petugas Keamanan	4	7.000.000	28.000.000
34	Dokter	2	10.000.000	20.000.000
35	Perawat	4	5.000.000	20.000.000
36	Petugas Kebersihan	7	4.238.471	22.279.000
37	Supir	4	4.238.471	12.731.000
38	Karyawan Perpustakaan	1	4.238.471	3.183.000
39	Operator Proses	52	6.000.000	316.000.000
40	Utilitas	4	6.000.000	24.000.000
Total		140	800.548.000	1.445.192.000

- Tunjangan dan Fasilitas bagi Karyawan

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

- a. Tunjangan makan

Makan siang disediakan oleh perusahaan dan setiap karyawan berhak makan siang yang disediakan. Namun karyawan juga dapat makan siang di luar wilayah perusahaan dan akan diberikan uang makan yang besarnya disesuaikan dengan jabatan karyawan.

b. Tunjangan kesehatan

Setiap karyawan akan memiliki asuransi yang diatur oleh perusahaan, sesuai dengan undang-undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional Pasal

18. Jenis program jaminan sosial meliputi:

- Jaminan kesehatan
- Jaminan kecelakaan kerja
- Jaminan hari tua
- Jaminan pension dan kematian

Sehingga karyawan mengalami kecelakaan ataupun sakit dan harus dirawat, maka perusahaan akan mengganti seluruh biaya perawatan.

c. Tunjangan hari raya

Setiap karyawan akan mendapatkan tunjangan hari raya sebesar 1 bulan gaji setiap tahunnya.

d. Tunjangan keluarga

Karyawan yang telah memiliki keluarga akan mendapatkan tunjangan bagi istri dan anaknya (maksimal 2 anak) yang ketentuannya telah diatur oleh perusahaannya.

e. Tunjangan Hari Tua

Karyawan yang telah berumur 60 tahun akan memasuki usia pensiun dan akan diberikan uang pensiun sebesar 10% dari gaji total selama karyawan tersebut bekerja.

- Penyediaan Fasilitas bagi Karyawan
 - a. Penyediaan sarana transportasi / bus karyawan.
 - b. Penyediaan fasilitas tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.
 - c. Beasiswa kepada anak-anak karyawan yang berprestasi.
 - d. Memberikan tanda penghargaan dalam bentuk tanda mata kepada pekerja yang mencapai masa kerja berturut-turut 10 tahun.
 - e. Penyediaan fasilitas perumahan yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.
- Cuti dan Hari Libur Nasional

Setiap karyawan tetap akan mendapatkan cuti kerja sebanyak 15 hari per tahunnya dan hal ini tidak berlaku akumulatif. Selain itu pada hari libur nasional, karyawan *non-shift* akan libur, namun karyawan *shift* yang memiliki jadwal kerja pada hari tersebut tidak libur namun jam kerjanya akan dihitung sebagai jam kerja lembur.

2. Kewajiban Karyawan

Hak yang diterima oleh karyawan perlu diimbangi juga dengan kewajiban yang harus diberikan oleh setiap karyawan. Beberapa kewajiban karyawan antara lain adalah:

- Wajib turut serta menyukseskan visi dan misi perusahaan
- Wajib mentaati kontrak kerja yang telah disepakati sebelumnya antara perusahaan dan karyawan
- Wajib menjaga kerahasiaan proses produksi pabrik

4.9.8. 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, dll.

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.

4.10. Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidaknya untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah :

- a. *Return On Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*

- c. *Discounted Cash Flow*
- d. *Break Event Point* (BEP)
- e. *Shut Down Point* (SDP)

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

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

Meliputi:

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

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap

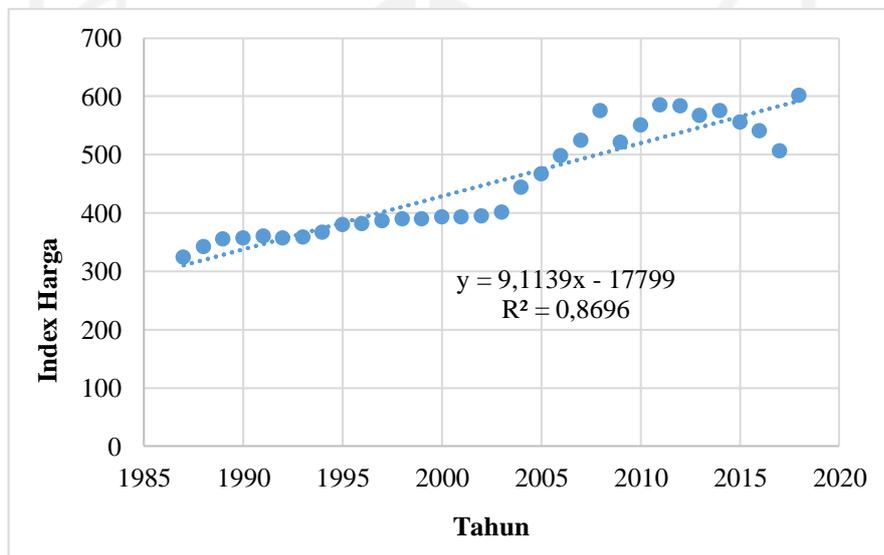
- a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variable (*Variable Cost*)
- c. Biaya tak pasti/mengambang (*Regulated Cost*)

4.10.1. Penaksiran Harga Alat

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

Pabrik asam asetat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2023. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lainnya diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun ke 2023 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai tahun 2018 (www.chemengonline.com/pci), dicari dengan persamaan regresi linear.



Gambar 4.8. Indeks Harga Alat

Dari regresi linear, diperoleh persamaan : $y = 9,1139x - 17799$. Sehingga, didapatkan indeks untuk tahun 2026 adalah 665,761.

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

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun ke 2023

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Indeks harga pada tahun ke 2023

Ny : Indeks harga pada tahun referensi

4.10.2. Dasar Perhitungan

1. Investasi Modal (*Capital Investment*)

Capital Investment merupakan banyaknya pengeluaran untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari :

a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost merupakan jumlah *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries dan Newton (Tabel 23), *manufacturing cost* meliputi :

a. Biaya Produksi Langsung (*Direct Cost*)

Direct cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. Biaya Produksi Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Indirect cost adalah pengeluaran – pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

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

3. *General Expense*

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran – pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

a. Administrasi

Biaya administrasi, yaitu *management salaries, auditing and legal fees* serta biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2-3% hasil penjualan atau sekitar 3-6% dari *manufacturing cost*.

b. *Sales*

Pengeluaran yang berkaitan dengan penjualan produk, misalnya biaya iklan dan distribusi. Besarnya biaya *sales* sekitar 3-12% harga jual atau sekitar 5-22% dari *manufacturing cost*. Untuk

produk standar kebutuhan *sales expense* kecil dan untuk produk baru yang diperkenalkan *sales expense* besar.

c. Riset

Penelitian diperlukan guna menjaga mutu dan inovasi ke depan.

Dalam industri kimia, dana riset sebesar 2,8% dari hasil penjualan.

4.10.3. Analisa Kelayakan

Studi kelayakan dari pabrik asam asetat ini dapat dilihat dari parameter – parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

1. *Return on Investment* (ROI)

Return on investmen digunakan sebagai sebuah pertimbangan penting karena ROI menunjukkan seberapa cepat pengembalian investasi berdasarkan pada keuntungan.

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

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian utang selama pembangunan pabrik. *Finance* akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik ini. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 11% sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay out time (POT) merupakan jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan keuntungan (profit) sebelum dikurangi depresiasi. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit} + \text{Depresiasi})}$$

3. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) merupakan kondisi titik impas produksi, yaitu dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan ataupun kerugian. Dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik *break even point* ialah perusahaan yang telah mempunyai kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40-60%. BEP dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

Dimana:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point SDP merupakan suatu penentuan dimana aktivitas produksi pabrik dihentikan. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi atau bisa juga dikarenakan keputusan manajemen akibat produksi tidak menghasilkan keuntungan (profit). Dengan kata lain pabrik mengalami kebangkrutan, sehingga pabrik harus dihentikan. Untuk menghitung nilai SDP menggunakan persamaan :

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

5. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR)

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) merupakan

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan menggunakan nilai mata uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.
- d. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFRR adalah

- Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
- *Annual profit* dan *taxes* konstan setiap tahun
- Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik

i : Nilai DCFRR

4.10.4. Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik asam asetat ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.27. sampai dengan Tabel 4.39.

Tabel 4.27. *Physical Plant Cost*

No.	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment cost	55.375.539.610	3.691.703
2	Delivered Equipment Cost	13.843.884.903	922.926
3	Instalasi cost	8.660.734.395	577.382
4	Pemipaan	12.883.281.305	855.552
5	Instrumentasi	13.771.896.701	918.126
6	Insulasi	2.062.738.850	137.516
7	Listrik	8.306.330.942	553.755
8	Bangunan	152.082.000.000	10.138.800
9	Land & Yard Improvement	132.111.000.000	8.807.400
	Total	399.047.406.706	26.603.160

Tabel 4.28. *Direct Plant Cost*

No	<i>Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Engineering and Constrution	79.809.481.341	5.320.632
<i>Total (DPC + PPC)</i>		478.856.888.047	31.923.793

Tabel 4.29. *Fixed Capital Investment*

No	<i>Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	478.856.888.047	31.923.793
2	Kontraktor	47.885.688.805	3.192.379
3	Biaya tak terduga	71.828.533.207	4.788.569
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		598.571.110.059	39.904.741

Tabel 4.30. *Direct Manufacturing Cost*

No	<i>Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	3.903.897.821.508	260.259.855
2	<i>Labor</i>	17.494.339.824	1.166.289
3	<i>Supervision</i>	3.498.867.965	233.258
4	<i>Maintenance</i>	11.971.422.201	798.095
5	<i>Plant Supplies</i>	1.795.713.330	119.714
6	<i>Royalty and Patents</i>	91.182.588.713	6.078.839
7	<i>Utilities</i>	3.156.172.983.997	210.411.532
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		7.186.013.737.538	479.067.583

Tabel 4.31. *Indirect Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.624.150.974	174.943
2	<i>Laboratory</i>	1.749.433.982	116.629
3	<i>Plant Overhead</i>	15.744.905.842	1.049.660
4	<i>Packaging and Shipping</i>	455.912.943.563	30.394.196
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		476.031.434.360	31.735.429

Tabel 4.32. Fixed Manufacturing Cost

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	59.857.111.006	3.990.474
2	<i>Propertu taxes</i>	11.971.422.201	798.095
3	<i>Insurance</i>	5.985.711.101	399.047
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		77.814.244.308	5.187.616

Tabel 4.33. Manufacturing Cost

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	7.186.013.737.538	479.067.583
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	476.031.434.360	31.735.429
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	77.814.244.308	5.187.616
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		7.739.859.416.206	515.990.628

Tabel 4.34. Working Capital

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	82.809.953.790	5.520.664
2	<i>In Process Inventory</i>	82.089.418.051	5.472.628
3	<i>Product Inventory</i>	164.178.836.101	10.945.256
4	<i>Extended Credit</i>	193.417.612.421	12.894.507
5	<i>Available Cash</i>	164.178.836.101	10.945.256
<i>Working Capital (WC)</i>		686.674.656.463	45.778.310

Tabel 4.35. *General Expense*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	232.195.782.486	15.479.719
2	<i>Sales expense</i>	386.992.970.810	25.799.531
3	<i>Research</i>	386.992.970.810	25.799.531
4	<i>Finance</i>	25.704.915.330	1.713.661
<i>General Expense (GE)</i>		1.031.886.639.437	68.792.443

Tabel 4.36. *Total Production Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	7.739.859.416.206	515.990.628
2	<i>General Expenses (GE)</i>	1.031.886.639.437	68.792.443
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		8.771.746.055.643	584.783.070

Tabel 4.37. *Fixed Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	59.857.111.006	3.990.474
2	<i>Property taxes</i>	11.971.422.201	798.095
3	<i>Insurance</i>	5.985.711.101	399.047
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		77.814.244.308	5.187.616

Tabel 4.38. *Variable Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	3.903.897.821.508	260.259.855
2	<i>Packaging & shipping</i>	455.912.943.563	30.394.196
3	<i>Utilities</i>	3.156.172.983.997	210.411.532
4	<i>Royalties and Patents</i>	91.182.588.713	6.078.839
<i>Variable Cost (Va)</i>		7.607.166.337.780	507.144.423

Tabel 4.39. *Regulated Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	17.494.339.824	1.166.289
2	<i>Plant overhead</i>	15.744.905.842	1.049.660
3	<i>Supervision</i>	3.498.867.965	233.258
4	<i>Laboratory</i>	1.749.433.982	116.629
5	<i>Payroll Overhead</i>	2.624.150.974	174.943
6	<i>General Expense</i>	1.031.886.639.437	68.792.443
7	<i>Maintenance</i>	11.971.422.201	798.095
8	<i>Plant supplies</i>	1.795.713.330	119.714
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		1.086.765.473.555	72.451.032

4.10.5. Hasil Analisa Kelayakan

Penjualan :

1. Analisis Keuntungan

Produksi = 50.000 ton/tahun

Harga Jual = Rp 9.118.258.871.256 /tahun

Pajak = 25 %

Biaya Pajak = Rp 86.628.203.903

Keuntungan setelah pajak = Rp 259.884.611.710

Pajak ditentukan sebesar 25% dari keuntungan menurut pasal 25 badan

Direktorat Jenderal Pajak

A. *Return on Investment* (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 57,89 %

ROI setelah pajak = 28,95 %

B. *Pay Out Time* (POT)

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

POT sebelum pajak = 1,5 tahun

POT setelah pajak = 2,6 tahun

C. *Break Even Point* (BEP)

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

BEP = 53,82 %

D. *Shut Down Point (SDP)*

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

$$SDP = 43,45 \%$$

E. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)*

Umur pabrik = 10 tahun

FCI = Rp 598.571.110.059

Working Capital = Rp 686.674.656.463

Salvage Value (SV) = Rp 59.857.111.006

Cash flow (CF) = Annual Profit + Depresiasi + Finance

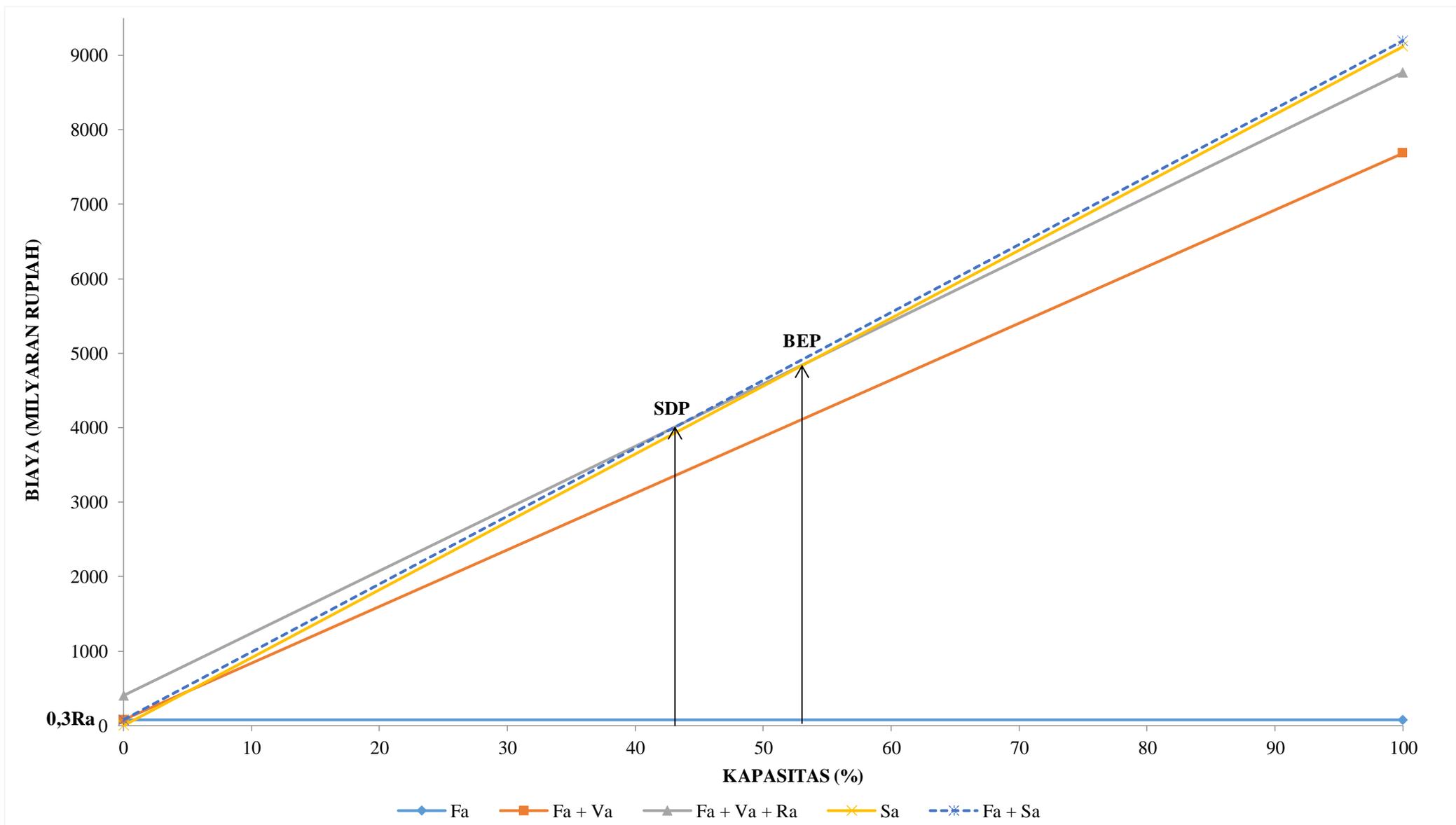
= Rp 258.818.434.143

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

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 20,23 \%$

Tabel 4.40. Analisis Kelayakan

Parameter	Terhitung	Persyaratan	Kriteria
ROI sebelum pajak	57,89 %	Minimal 44 %	Memenuhi
POT sebelum pajak	1,5 tahun	Maksimal 2 tahun	Memenuhi
BEP	53,82 %	40-60%	Memenuhi
DCFRR	20,23 %	<i>Interest</i> = 1,5 x bunga simpanan bank (5,25 %)	Memenuhi



Gambar 4.9. Grafik *Break Even Point*

4.10.6. Analisa Resiko Pabrik

Dalam pendirian pabrik perlu diperhatikan terkait resiko pabrik tersebut apa beresiko rendah (*low risk*) atau beresiko tinggi (*high risk*). Berikut ini beberapa parameter untuk melihat pabrik asam asetat ini termasuk pabrik yang beresiko rendah atau tinggi :

a. Kondisi Operasi

- Suhu : Suhu tertinggi pada proses terdapat pada Reaktor (R-01) yaitu sebesar 170 °C.
- Tekanan : Tekanan tertinggi terdapat pada Reaktor (R-01) yaitu sebesar 30 atm.

b. Karakteristik bahan baku dan produk

- Bahan Baku

Metanol merupakan salah satu senyawa kimia yang mudah terbakar, mudah menguap (*volatile*) dan mudah bercampur dengan air serta dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, serta menyebabkan gangguan pernapasan apabila terhirup. Sedangkan karbon monoksida merupakan salah satu senyawa kimia yang beracun.

- Produk

Produk dari pabrik ini adalah asam asetat, yang memiliki bau yang sangat menyengat dan dapat menyebabkan iritasi apabila terkena kulit.

c. Sumber Bahan Baku

Bahan baku dari pabrik asam asetat adalah metanol yang diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri dan karbon monoksida yang diperoleh dari PT. Pupuk Kalimantan Timur.

d. Proses

Proses yang di gunakan adalah Proses Monsanto dan sudah *well established*, karena proses ini merupakan proses yang dominan digunakan dalam industri asam asetat sejak tahun 1970.

e. Peraturan Kota Bontang

Kota Bontang dikenal sebagai kota industri tertuang dalam Peraturan Daerah Kota Bontang Nomor 13 Tahun 2019 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bontang tahun 2012 – 2032, yang bertujuan untuk mewujudkan Kota Bontang sebagai kota berkebudayaan industri, sehingga pemerintah memberikan kelonggaran dalam mendirikan pabrik di Kota Bontang.

Dari hasil analisa resiko pabrik di atas, karena dari beberapa parameter seperti karakteristik bahan baku dan produk, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik asam asetat ini termasuk ke dalam pabrik beresiko tinggi (*high risk*).

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil laporan perancangan pabrik kimia ini antara lain :

1. Pabrik asam asetat dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku metanol sebesar 33.678,27 ton/tahun dan karbon monoksida 29.440,26 ton/tahun.
2. Luas tanah yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik asam asetat sebesar 18.073 m².
3. Pabrik asam asetat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun membutuhkan utilitas berupa :
 - a. Air = 25.585 kg/jam
 - b. Dowtherm A = 93.571 kg/jam
 - c. Bahan bakar = 135 kg/jam
 - d. Listrik = 327 kW
4. Pabrik membutuhkan tenaga kerja sebanyak 140 pekerja.
5. Perancangan pabrik asam asetat bila ditinjau dari kondisi operasi, pemilihan bahan baku dan produk, analisa kelayakan ekonomi, serta limbah pabrik, maka pabrik asam asetat dari metanol dan karbon monoksida menggunakan proses Monsanto kapasitas 50.000 ton/tahun tergolong pabrik beresiko tinggi (*high risk*).

6. *Total Capital Investment* yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik ini terdiri dari *fixed capital investment* sebesar Rp 598.571.110.059 dan *working capital* sebesar Rp 686.674.656.463

7. *Total Production Cost* yang terdiri dari *manufacturing cost* sebesar Rp 7.739.859.416.206 dan *general expense* sebesar Rp 1.031.886.639.437

Nilai ROI pabrik asam asetat ini adalah :

ROI sebelum pajak = 57,89 %

ROI setelah pajak = 28,95 %

Pabrik ini beresiko tinggi memiliki syarat ROI sebelum pajak minimal 44 % dan pabrik ini memenuhi syarat

8. Nilai POT pabrik asam asetat :

POT sebelum pajak = 1,5 tahun

POT setelah pajak = 2,6 tahun

Pabrik beresiko tinggi memiliki syarat POT sebelum pajak maksimal 2 tahun dan pabrik ini memenuhi syarat

9. Nilai BEP, SDP dan DCFRR pabrik asam asetat ini adalah

Nilai BEP = 53,82 %

Nilai SDP = 43,45 %

Nilai DCFRR = 20,23 %

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi ekonomi di atas maka pabrik asam asetat dari metanol dan karbon monoksida menggunakan proses monsanto kapasitas 50.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan memenuhi syarat untuk didirikan.

5.2. Saran

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

1. Optimasi saat pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangannya pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Pendirian Pabrik asam asetat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan asam asetat di Indonesia.
4. Pendirian Pabrik asam asetat dapat menjadi solusi pemerintah untuk mendorong tumbuhnya industri kimia di dalam negeri, agar menjadi *sector* penggerak perekonomian nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost", Mc. Graw Hill Book co., New York
- Brown, G.G., 1950, "Unit Operation", John Wiley and Sons Inc, New York.
- Brownell, L.E and Young, E.H., 1959, "Equipment Design", John Willey & Sons, inc., New York.
- Chemical Technology., 2009, Industry Projects. In the Chemical Technology Homepage (online). <http://www.chemicals-technology.com/projects/>.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., 1983, "Chemical Engineering Design", Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford
- Faith, W.L., ; D.B. Keyes; and R.L. Clark., 1961, Industrial Chemicals. London: John Wiley and Sons In
- Froment, F., Gilbert, and Bischoff, B., Kenneth., 1981, Chemical Reactor Analysis and Design, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York.
- Geankoplis, J.C., 1978, "*Transport Process and Unit Operation*" *Third Edition*, Prentice Hall International Inc., United States of America.
- Kementrian Perindustrian Indonesia., 2019, "Pemerintah Pacu Industri Kimia Jadi Penggerak Ekonomi Nasional". Jakarta.
- Kern, D.Q., 1950, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill International Book Company Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1982, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd Edition, vol. 4, New york., Interscience Publishing Inc.

- 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.
- Muskett, M.J., BP Chemicals Ltd, 2001, *Carbonylation of metanol to acetic acid with carbon monoxide flow controls*. U.S. Patent 6,255,527.
- McKetta, J. J., and W.A. Cunningham., 1976, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York: Marcen Dekker Inc
- 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., 1991, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* 4th Ed. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Renken, A. and Kiwi-Minsker, L., 2010, Microstructured catalytic reactors. *Advances in catalysis*, 53, pp.47-122.
- Seader, J.D., and Henley, E.J., 2006, *Separation Process Principles, Second Edition*, New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Sigma Aldrich., 2009, Safety Data Sheet. In The Sigma-Aldrich Homepage(online).
<http://www.sigmaldrich.com/MSDS/MSDS?DisplayMSDSPage.do>
- 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.
- Suwarni, Eka S., 2006, *Proses Produksi Asam Asetat di PT Sarasa Nugraha Tbk*.
 Lapora Kerja Praktek Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia.

Treybal, R.E., 1981, *Mass Transfer Operation*, 3th ed., Mc. Graw Hill Book Company Inc., Singapore.

Ullmann., 1987, “*Encyclopedia of Industrial Chemistry*”, Vol, A.10, 5th edition, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim Federal Republic of Germany.

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.

Yoneda, N., Kusano, S., Yasui, M., Pujado, P. and Wilcher, S., 2001, Recent advances in processes and catalysts for the production of acetic acid. *Applied Catalysis A: General*, 221(1-2), pp.253-265.

Yuying, Chen., Yuan G, dan Chen R., 1989, Kinetic Study of Carbonylation of Metanol to Acetic Acid and Acetid Anhydride Over a Novel Copolymer-Bound Cis- Discarbony Irhodium Complex. *Chinese Journal of Polymer Science* 7(3):225-231.

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

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

<http://www.matche.com/>

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

<https://www.chemengonline.com/category/separation-processes/>



LAMPIRAN A

الجامعة الإسلامية
الابستد الاندو

LAMPIRAN A

REAKTOR GELEMBUNG

Fungsi : Mereaksikan CH₃OH dengan gas CO menjadi CH₃COOH

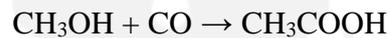
Kondisi operasi :

Tekanan : 30 atm = 22.800 mmHg

Suhu : 443 K = 170 °C

Terkonversi menjadi CH₃COOH 90 %

Reaksi yang terjadi:



Tujuan Perancangan :

1. Memilih jenis dan bahan konstruksi reaktor.
2. Menentukan faktor yang paling berpengaruh.
3. Menentukan dimensi orifice
4. Menentukan dimensi utama
5. Menentukan ukuran pipa

Konversi : 90 % terhadap CH₃OH

1. Menentukan faktor yang paling berpengaruh

- Neraca Massa Umpan Masuk Reaktor

Gas masuk

Komponen	kmol/jam	fraksi mol	Kg/jam	fraksi berat	BM
CO	119,905	0,59	3.358,464	0,95	2,016
H ₂	83,295	0,41	167,923	0,048	28,01
Total	203,200	1	3.526,388	1	

Cairan masuk

Komponen	kmol/jam	fraksi mol	Kg/jam	fraksi berat	BM
CH ₃ I	8,12	0,062	1.152,576	0,222	141,94
CH ₃ OH	119,905	0,911	3.841,921	0,740	32,04
H ₂ O	0,477	0,004	8,587	0,002	18,01
CH ₃ COOH	3,132	0,024	188,07	0,036	60,05
Total	131,634	1	5.191,155	1	

Data-data yang diketahui :

Viscositas pada suhu 170 °C = 0,164 cp

Cairan masuk = 5.191,155 kg/jam
142,833 kmol/jam

ρ cairan = 293,887 kg/m³

BM cairan = 39,34 kg/mol

Kec.volumetrik = 17,664 m³/jam

Umpan CH₃OH (F_{A0}) = 119,905 kmol/jam

Konsentrasi CH₃OH (C_{A0}) = 6,788 kmol/m³

Umpan CO (F_{B0}) = 119,905 kmol/jam

Konsentrasi CO (C_{B0}) = 6,788 kmol/m³

μ L = 0,164 cp

σ L = 5,901 dyne/cm

g = 9,8 m/s²

R = 0,0821 m³.atm/kmol.K

Konsentrasi gas

Komponen	kmol/jam	fraksi mol	Kg/jam	ρ	$x_{mol} \cdot \rho$	$x_{mol} \cdot BM$
CO	119,905	0,59	3.358,464	124,778	73,629	16,53
H ₂	83,295	0,41	167,923	0,854	0,350	0,83
Total	203,200	1	3.526,388		73,979	17,35

$$BMc \text{ gas} = 17,354 \text{ kg.kmol}$$

$$\rho \text{ campuran gas} = 73,979 \text{ kg/m}^3$$

Menghitung ρ_{gas}

$$\rho_{gas} = \frac{BM \cdot P}{RT} = 14,315 \text{ kg/m}^3$$

Menghitung Cai

Dari persamaan $P_{Ai} = H_A \cdot C_{Ai}$

$$C_{Ai} = \frac{P_{Ai}}{H_A}$$

Dengan asumsi gas ideal, $P_{Ai} \sim P_{AG} = y_A \cdot P_T$

Hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

- Komposisi gas masuk reaktor :

$$CO = 119,905 \text{ kmol/jam} \quad 0,033 \text{ kmol/s}$$

$$H_2 = 83,295 \text{ kmol/jam} \quad 0,023 \text{ kmol/s}$$

$$y_A = \frac{F_{CO}}{F_{CO} + F_{H_2}} = 0,590$$

$$P_{AG} = 17,702 \text{ atm}$$

Konstanta Antoine untuk CO (Appendix D, Coulson vol.6,1983)

$$A = 13,87$$

$$B = 770$$

$$C = 1,64$$

$$\ln P_A^0 = A - \frac{B}{T + C}$$

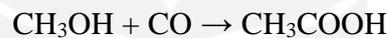
$$= 12,138$$

$$P_A^0 = 186.887,473 \text{ mmHg} = 245,905 \text{ atm}$$

$$H_A = \frac{P_A \cdot BM \cdot x}{\rho \cdot x} = 57,685 \text{ atm} \cdot \text{m}^3/\text{kmol}$$

$$C_{Ai} = \frac{P_{Ai}}{H_A} = 0,307 \text{ kmol/m}^3$$

Konstanta kecepatan reaksi (k)



*Dari : Jurnal Chen Yuying, Yuan Guoqing, and Chen Rangyao., Kinetik Study
Of Carbonylation Of Metanol Vol.7 No.3, 1989*

$E = 22.0 \text{ Kcal/mol}$ $k_0 = 2.57 \times 10^{10} \text{ L/mol/sec}$

Diperoleh harga k dari persamaan $k = k_0 e^{\frac{-E}{RT}} = 0,359 \text{ l/mol/s}$

Jadi, harga konstanta kecepatan reaksi (k) = 0,359 l/mol/s

Menentukan diffusivitas gas dalam cairan

$$D_{AL} = \frac{(7,4 \times 10^{-8}) \cdot (\phi \cdot Ml)^{0,5} \cdot T}{\mu_L \cdot V_A^{0,6}} \quad (\text{Perry, R.H., 1986})$$

dengan,

Dal = diffusivitas karbonmonoksida terlarut dalam cairan (m^2/s)

Θ = faktor disosiasi

BM = berat molekul campuran cairan (kg/kmol)

T = suhu reaktor (K)

μ_c = viskositas cairan (kg/m.s)

v_c = volume molal cairan (m³ /kmol)

Diperoleh nilai difusivitas sebesar $5,4 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{s}$

Mencari koefisien transfer massa CO ke CH₃OH

$$K_L = 0,42 \left[\frac{\mu_L \cdot g}{\rho_L} \right]^{\frac{1}{3}} \left[\frac{\mu_L}{\rho_L D_{AL}} \right]^{-0,5} \quad (\text{Hal. 637, Froment, 2007})$$

dengan,

k_L = koefisien transfer massa gas tiap gas ke cairan (m/s)

Didapatkan nilai transfer massa gas ke cairan sebesar 0,000098 m/s

Menghitung Conversion Parameter

$$M = \frac{k \cdot C_A \cdot D_{AL}}{K_{AL}^2} = 0,079$$

Karena $0,0004 < M < 4$, maka difusi gas dan reaksi kimia merupakan faktor yang berpengaruh.

2. Menentukan dimensi sparger

Diameter gelembung

$$d_B = \left[\frac{6 \cdot d_o \cdot \sigma \cdot g_c}{g \cdot \Delta \rho} \right]^{1/3} \quad (\text{Persamaan 6.1, hal 141, Treybal, 1981})$$

Dimana:

d_o = diameter lubang orifice 0,004 – 0,95 cm (Perry, 2008)

= diambil 0,4 cm

$$\sigma = A \left(1 - \frac{T}{(T_c)^n} \right) = 81,146 \text{ dyne/cm}$$

$g_c = 1 \text{ g.cm/dyne.s}^2$ (Tabel 1.4, hal.14, Treybal, 1981)

$$g = 980,7 \text{ cm/s}^2$$

(Tabel 1.4, hal.14, Treybal, 1981)

Densitas gas (ρ_g)

$$\rho_g = \frac{P \cdot BM_{avg}}{z \cdot T \cdot R}$$

(Pers.34, hal. 96 *Perry's Standard Tables and formulas for Chemical Engineers, James G. Speight, 2002*)

$$\rho_g = \frac{BM_{avg}}{V_s}$$

Dimana : BM_{avg} = BM campuran

V_s = volume spesifik uap

Komponen	kmol/jam	Fraksi mol (Xi)	BM	Xi . BM	ω	$W = Xi \cdot \omega$
CO	119,905	0,59	2,016	16,528	0,049	0,03
H ₂	83,295	0,41	28,01	0,826	-0,22	-0,09
Total	203,200	1		17,35		-0,06

Harga faktor asentris (ω) dapat dilihat pada apendix B hal. 572 (Smith & VanNess, 1987)

Jadi, $BM_{avg} = 17,354$

Volume spesifik uap (V_s)

$$V_s = \frac{z \cdot R \cdot T}{P}$$

(Smith & Vannes, 1987 hal 78)

Mencari z :

dimana :

$$P = 30 \text{ atm}$$

$$T = 443 \text{ K}$$

$$R = 82,06 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$$

$$P_c = 35 \text{ bar} = 34,542 \text{ atm}$$

$$T_c = 132,92$$

$$W = -0,061$$

$$BM_{avg} = 17,354$$

$$z = 1 + \left[\frac{B.P_c}{R.P_c} \right] \frac{Pr}{Tr} \quad (\text{Pers.3.46, hal.89,Smith \& VanNess,1987})$$

$$Pr = \frac{P}{P_c} = 0,869 \text{ atm} \quad (\text{Pers.3.48, hal.92,Smith \& VanNess,1987})$$

$$Tr = \frac{T}{T_c} = 3,333 \text{ K} \quad (\text{Pers.4.9, hal.92,Smith \& VanNess,1987})$$

$$B = \frac{R.T_c}{P_c} (B^0 + W.B^1) \quad (\text{Pers.3.46, hal.89,Smith \& VanNess,1987})$$

$$B^0 = 0,083 - \frac{0,422}{Tr^{1,6}} = 0,022$$

$$B^1 = 0,139 - \frac{0,172}{Tr^{4,2}} = 0,138$$

$$\frac{B.P_c}{R.T_c} = B^0 + W.B^1 = 0,013$$

$$z = 1 + \left[\frac{B.P_c}{R.T_c} \right] \frac{Pr}{Tr} = 1,003$$

$$V_s = \frac{z.R.T}{P} = 1.215,877 \text{ cm}^3/\text{mol}$$

$$\rho_g = \frac{BM_{avg}}{V_s} = 0,014 \text{ g/cm}^3$$

$$\Delta\rho = \rho_L - \rho_g = 0,986 \text{ g/cm}$$

Jadi diameter gelembung adalah :

$$d_B = \left[\frac{6 \cdot d_o \cdot \sigma \cdot g_c}{g \cdot \Delta\rho} \right]^{1/3} = 0,586 \text{ cm}$$

Menghitung thermal velocity gas (V_t)

$$V_t = \left[\frac{2 \cdot \sigma \cdot g_c}{\rho_L \cdot d_B} + \frac{g \cdot d_B}{2} \right]^{1/2} = 23,755 \text{ cm/s}$$

(Pers. 6.7 Hal. 142, Treybal, 1981)

Menghitung kecepatan gas (Q_{gas})

$$Q_g = \frac{n \cdot R \cdot T}{P}$$

$$N_{\text{total}} = n_{\text{H}_2} + n_{\text{CO}} = 203.200,15 \text{ mol/jam}$$

Jadi kecepatan volumetrik gas adalah $68.396,758 \text{ cm}^3/\text{s}$

Menghitung laju alir tiap orifice (Q)

$$Q^{6/5} = \left[\frac{\frac{\pi}{6} d_B^3 \cdot g^{3/5}}{1,38} \right] = 3,673 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Jumlah orifice (No)

$$No = \frac{Q_g}{Q} = 16.622 \text{ buah}$$

Luas orifice seluruhnya (Lo)

$$Lo = \frac{1}{4} \pi \cdot do^2 \cdot No = 2.338,941 \text{ cm}^2$$

Diketahui luas orifice adalah 37,5% dari luas seluruh perforated plated, maka Lp

$$= 6.237,176 \text{ cm}^2$$

Sehingga diameter plate :

$$Dp = \left[\frac{4 \cdot Lp}{\pi} \right]^{1/2} = 89,137 \text{ cm} = 0,891 \text{ m}$$

Diameter reaktor (DR)

Dari Ludwig Fig. 8-72, Vol. II, Daerah luas sarang 4-6 in

Diambil 6 in

$$DR = Dp + 15,24 = 89,137 \text{ cm} + 15,24 = 104,377 \text{ cm}$$

Sehingga diameter reactor adalah 1,044 m

Luas penampang reaktor (A)

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot D_R^2 = (1/4 \times 3,14 \times 104,377^2) = 8.552,268 \text{ cm}^2$$

Jadi, kecepatan linier supervicial gas $V_{s(g)} = \frac{\text{Kecepatan Volumetrik Gas}}{\text{Luas Penampang Reaktor}} = 7,997 \text{ cm/s}$

Maka, hold up gas (Hg)

$$H_g = \frac{V_{s(g)}}{V_{s(g)} + V_t} = \frac{7,997}{7,997 + 23,755} = 0,252$$

(Ulman's Encyclopedia Of Industrial Chemistry, Vol. 84, 1992 p.284)

Menentukan volume gelembung (Nb)

$$V_b = \frac{\pi}{6} \times d_B^3 = \frac{3,14}{6} \times 0,586 \text{ cm}^3 = 0,105 \text{ cm}^3$$

Menentukan jumlah gelembung (Nb)

$$N_b = \frac{Q_g}{V_b} = \frac{68.396,758 \text{ cm}^3/\text{s}}{0,105 \text{ cm}^3} = 648.740,633 \text{ gelembung/s}$$

Menentukan jumlah gelembung yang dihasilkan tiap orifice (Ni)

$$N_i = \frac{N_b}{N_o} = \frac{648.740,633 \text{ gelembung/s}}{18.622 \text{ buah}} = 34,837 \text{ gelembung/s.tiap lubang}$$

Menentukan luas lubang orifice (Ai)

$$A_i = \frac{1}{4} \pi \cdot d_o^2 = 0,126 \text{ cm}^2$$

Susunan lubang orifice

Susunan lubang orifice disusun triangular.

$$P_t = 3d_o = 3 \times 0,4 \text{ cm} = 1,2 \text{ cm}$$

$$C' = P_t - d_o = 1,2 \text{ cm} - 0,4 \text{ cm} = 0,8 \text{ cm}$$

Menentukan luas interface gas (Ag)

$$A_g = \frac{6 \cdot H_g}{d_B} = \frac{6 \cdot 0,252}{0,586} = 2,578 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$$

Menghitung mass transfer koefisien fase gas

$$K_{Ag} = \frac{jD \cdot Gm}{Sc^{2/3} \cdot Pg}$$

Gm : Kecepatan aliran gas

Pg : Tekanan parsial udara dalam gas masuk

Sc : Bilangan scmith

$$Gm = \frac{Fg}{Lo} = \frac{3.526,388 \text{ kg/jam}}{2.338,941 \text{ cm}^2} = 1,508 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{jam}$$

Viscositas CO = 0,000233 g/cm.s

$$jD = 0,0149 \left(\frac{Gm \cdot D_R}{\mu} \right)^{-0,12}$$

$$jD = 0,0035 \frac{g/cm^2 dt \cdot cm}{g/cm \cdot dt}$$

Sc (bilangan Schmidt)

$$Sc = \frac{\mu}{\rho \cdot D_{AL}} \frac{g/cm dt}{g/cm^3 cm^2 / dt}$$

$$Sc = 3,019$$

Jadi koefisien transfer massa fase gas :

$$K_{Ag} = \frac{jD \cdot Gm}{Sc^{2/3} \cdot Pg} = 2,04 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{atm}$$

Persamaan transfer massa pada bagian dasar:

$$K_{ag} \cdot P_A = 6,96 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{s}$$

$$K_{AL} \cdot C_A = 8,40 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{s}$$

Pada keadaan ini tahanan pada fase gas merupakan faktor yang berpengaruh.

Karena fase gas dan transfer massa yang mengontrol maka dapat diketahui

persamaan reaksi :

$$-r_A = -\frac{1}{A_g} \frac{dN_A}{dt} = K_{Ag} \cdot P_A \quad \text{Pers.12, p.415, Levenspiel}$$

Menghitung tinggi reaktor

Karena fase gas dan transfer massa yang berpengaruh maka untuk menentukan tinggi reaktor menggunakan persamaan

$$Z = \frac{Gm}{K_g \cdot A_g \cdot P_A} \int_{P_1}^{P_2} \frac{P}{P-P^*} \quad \text{Ernes, J.Henley and J.D. Seader, p.647.}$$

$$P^* = C_A^* \cdot H_A$$

Karena kecepatan reaksi \gg besarnya difusi sehingga A (gas reaktan) yang masuk ke cairan langsung bereaksi sehingga besarnya $C_A^* = 0$ karena reaksi irreversibel pada kondisi absorpsi maka dari persamaan di atas menjadi:

$$Z = \frac{Gm}{K_g \cdot A_g \cdot P_A} \int_{P_1=P_t}^{P_2=P_A} \frac{dP}{P}$$

$$Z = \frac{Gm}{K_g \cdot A_g \cdot P_A} \ln \frac{P_A}{P_t}$$

$$Z = \frac{0,419}{2,04 \times 10^{-6} \cdot 2,578 \cdot 359,197} \ln \frac{359,197}{30}$$

$$Z = 5,508 \text{ m}$$

Menghitung volume total reaktor

$$V_{cairan} = 1/4 \times 3,14 \times DR^2 \times Z$$

$$V_{cairan} = 4,711 \text{ m}^3$$

Dipilih atap dan bawah reaktor menggunakan elliptical dished head.

$$V_h = 0,000076 \times DR^3 \quad (\text{Brownell, 5.14 hal 95})$$

$$V_h = 0,000086 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume (reaktor+head)} &= V_{cairan} + V_h \\ &= 4,711 \text{ m}^3 + 0,000086 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$= 4,711 \text{ m}^3$$

Menentukan waktu tinggal

$$t_{\text{gas}} = \frac{Z}{V_t} = 23,186 \text{ s}$$

Menghitung tinggi cairan

$$h = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2}$$

$$h = \frac{4 \cdot 4,711}{3,14 \cdot 1,044^2}$$

$$h = 5,508 \text{ m}$$

3. Menghitung tebal shell dan tebal head

a. Tebal shell (dinding reaktor)

$$t_s = \frac{P \times r_i}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + c \quad (\text{Pers.13.1, p.254, Brownell \& Young})$$

dirancang :

Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>
Alasan pemilihan	: tahan korosi, tahan suhu tinggi (Brownell, 1959)
allowable stress (f)	: 16000 psi
effisiensi pengelasan (E)	: 80 %
faktor koreksi (c)	: 0,125 in
faktor keamanan 20 %	
tekanan desain	: 488 psi
ri = jari – jari	: 0,522 m = 20,547 in

$$t_s = \frac{P \times r_i}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + c = 0,926 \text{ in}$$

Dipilih tebal shell standar = 7/8 in = 1 in (Brownell hal 88)

Jadi diameter luar reaktor

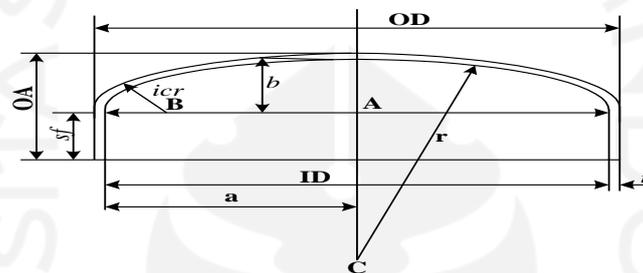
$$OD = ID + 2ts$$

$$OD = 41,093 + (2 \times 1)$$

$$OD = 43,093 \text{ in}$$

Diambil OD standard = 60 in

b. Tebal head



Tebal tutup dihitung dengan menggunakan persamaan 7.77, p.138, Brownell and Young

$$t_h = \frac{W \times P \times r_c}{2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P} + c$$

Dengan menggunakan tabel 5-7, p.90, Brownell:

Untuk OD = 60 in dengan t = 1 in

Maka didapat:

$$r = 54 \text{ icr} = 3,63 \text{ c} = 0,125 \text{ (Brownell hal 88)}$$

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{\text{icr}}{r}} \right) \quad \text{Pers 7.76, p.138, Brownell and Young)}$$

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{3,63}{54}} \right)$$

$$W = 0,815$$

$$t_h = \frac{W \times P \times r_c}{2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P} + c$$

$$t_h = 0,966 \text{ in}$$

Dipilih tebal head adalah = 1 in

Tinggi tutup atas dan bawah tangki

Dari hal 87, Brownell and Young didapatkan persamaan:

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

dimana:

b = tinggi dishead, in

$$BC = r - icr = 50,375 \text{ in}$$

r = crown radius, in = 48 in

$$AB = ID/2 - icr = 16,922 \text{ in}$$

a = ID/2 = 20,547 in

sf = 1,5 - 4 in

sf = 2,5 in

icr = 3,63 in

Sehingga diperoleh:

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$b = 6,552 \text{ in}$$

Maka tinggi tutup atas = tinggi tutup bawah

$$H_h = b + sf + t_h$$

$$H_h = 10,052 \text{ in}$$

$$H_h = 25,533 \text{ cm}$$

Tinggi (reaktor + tutup)

H_R = tinggi silinder + 2 tinggi head

$$H_R = 550,790 \text{ cm} + 2 \times 25,533 \text{ cm}$$

$$H_R = 601,855 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi reaktor adalah 6,019 m

4. Menghitung Pipa-Pipa Pemasukan dan Pengeluaran

Pipa pemasukan umpan dan pengeluaran hasil digunakan pipa Stainless Steel dari

Coulson untuk aliran turbulen didapat:

$$d_{opt} = 285 G^{0.52} \rho^{-0.37}$$

dengan d_{opt} = diameter optimum, mm

G = kecepatan massa, kg/s

ρ = densitas, kg/m³

a. Pipa Pemasukan Gas

BM campuran	17,354	kg/kmol
ρ gas	14,315	kg/m ³
	0,014	kg/L
	0,894	lb/ft ³
G	3526,388	kg/jam
G	0,980	kg/s
ρ	14,315	kg/m ³

$$d_{opt} = 105,327 \text{ mm} = 4,14 \text{ in}$$

Dipilih pipa standar : (Kern, tabel 11)

Nps = 6 in

ID = 6,065 in

OD = 6,625 in

Sechedule = 40

Luas area = 28,9 in² = 1,138 ft²

b. Pipa Pemasukan Cairan

ρ cairan 666,536 kg/m³

0,667 kg/L

41,612 lb/ft³

G 6343,731 kg/jam

G 1,762 kg/s

ρ 666,536 kg/m³

d opt 34,512 mm = 1,35 in

Dipilih pipa standar : (Kern, tabel 11)

Nps = 1,5 in

ID = 1,61 in

OD = 1,9 in

Sechedule = 40

Luas area = 2,04 in² = 0,08 ft²

c. Pipa Pengeluaran Gas

BM campuran 5,287 kg/kmol

ρ gas 4,363 kg/m³

0,004 kg/L

G 503,770 kg/jam

G 0,140 kg/s

ρ 4,363 kg/m³

d opt 59,43 mm = 2,34 in

Dipilih pipa standar : (Kern, tabel 11)

Nps = 2,5 in

ID = 2,469 in

OD = 2,88 in

Sechedule = 40

Luas area = $4,79 \text{ in}^2 = 0,189 \text{ ft}^2$

d. Pipa Pengeluaran Hasil Reaksi

ρ cairan 742,931 kg/m³

0,743 kg/L

46,381 lb/ft³

G 9366,349 kg/jam

G 2,602 kg/s

ρ 742,931 kg/m³

d opt 40,601 mm = 1,598 in

Dipilih pipa standar : (Kern, tabel 11)

Nps = 2 in

ID = 2,067 in

OD = 2,38 in

Sechedule = 40

Luas area = $3,35 \text{ in}^2 = 0,132 \text{ ft}^2$

5. Menghitung pendingin

1. Menghitung Neraca Panas

Pada reaktor umpan masuk pada suhu 170 °C dan produk keluar pada suhu 170 °C.

Perhitungan ΔH

Nilai ΔH diperoleh dengan persamaan

$$\Delta H_1 = \sum F_{i0} \int_{443}^{298} C_p dT$$

$$\Delta H_2 = \sum F_i \int_{298}^{443} C_p dT$$

Nilai C_p untuk gas dan cairan dapat dicari menggunakan persamaan berikut

(Yaws, 1999)

$$C_{Pg} = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

$$C_{PL} = A + BT + CT^2 + DT^3$$

dengan,

C_p = kapasitas panas komponen (J/mol.K)

T = suhu (K)

Panas Masuk (170 °C)

Komponen	Qin (panas masuk reaktor)				
	Mole Flow	Mass Flow	$\int C_p.dT$		$Q = n \int C_p.dT$
	kmol/jam	kg/jam	Joule/mol	kJ/kmol	kJ/jam
CH ₃ I	8,120	1152,576	13492,573	13492,573	109562,697
CH ₃ OH	119,905	3841,921	12954,142	12954,142	1553265,214
H ₂ O	0,497	8,945	11045,628	11045,628	5484,622
CH ₃ COOH	14,043	843,285	20366,249	20366,249	286000,463
Rh	11,200	1152,576	3766,417	3766,417	42183,295
CO	119,905	3358,464	4245,130	4245,130	509011,858
H ₂	83,295	167,923	4208,896	4208,896	350581,040
Total	356,965	10525,692	70079,035	70079,035	2856089,189

Panas Keluar (170°C)

Komponen	Qout (panas keluar reaktor)				
	Mole Flow	Mass Flow	∫ Cp.dT		Q = n ∫ Cp.dT
	kmol/jam	kg/jam	Joule/mol	kJ/kmol	kJ/jam
CH ₃ I	8,120	1152,576	13492,573	13492,573	109562,697
CH ₃ OH	11,990	384,192	12954,142	12954,142	155326,521
H ₂ O	0,497	8,945	11045,628	11045,628	5484,622
CH ₃ COOH	121,957	7323,632	20366,249	20366,249	2483812,322
Rh	11,200	1152,576	3766,417	3766,417	42183,295
CO	11,990	335,846	4245,130	4245,130	50901,186
H ₂	83,295	167,923	4208,896	4208,896	350581,040
Total	249,050	10525,692	70079,035	70079,035	3197851,683

ΔH reaksi

Panas pembentukan standar

$$\Delta H_R = \left(\sum ni \Delta H_f \right)_{produk} - \left(\sum ni \Delta H_f \right)_{reaktan}$$

ΔH reaksi = 5780818,355 kJ/jam (Eksotermis)

$$Q = \Delta H_{reaktan} + \Delta H_{298} + \Delta H_{produk}$$

$$Q = 3197851,683 - 5780818,355 + 2856089,189$$

$$Q = 273122,517 \text{ kJ/jam}$$

Menentukan kebutuhan pendingin

$$Q_{pendingin} = 6122580,85 \text{ kJ/jam}$$

$$m_p = \frac{Q_p}{c_{p_p} \times \Delta T}$$

dengan,

m = massa air pendingin yang dibutuhkan (lb/jam)

Q = beban panas (btu/jam)

C_p = kapasitas panas air (btu/lb.F)

ΔT = beda suhu fluida pendingin (F)

Menggunakan persamaan diatas, maka didapatkan massa fluida pendingin sebesar

$$m = 50992,824 \text{ kg/jam}$$

$$= 112419,952 \text{ lb/jam}$$

Menentukan harga ΔT_{LMTD}

	Pendingin (°F)	Reaktor (°F)	ΔT (°F)
T_1	86	338	252
T_2	221	338	117

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{252 - 117}{\ln \left(\frac{252}{117} \right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 175,952 \text{ } ^\circ F$$

Kecepatan volumetrik pendingin (Q_g)

$$Q_g = \frac{m}{\rho}$$

$$Q_g = 1817,698 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

Dimana:

$$\rho \text{ dowtherm A} = 990,7 \text{ kg/m}^3$$

$$= 61,847 \text{ lb/ft}^3$$

Menghitung luas transfer panas:

Untuk fluida panas (*light organic*) dan fluida dingin (air), UD : 75 – 150

Btu/ft².°F.jam (Tabel 8. Kern) diambil harga UD = 150 Btu/ft².°F.jam

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{Q}{U_D \Delta T_{LMTD}} \\
 &= \frac{5479137,068 \text{ btu/jam}}{150 \text{ btu/ft}^2 \text{ } ^\circ\text{Fjam. } 175,952 \text{ F}} \\
 &= 207,600 \text{ ft}^2 \\
 &= 19,286 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Menghitung luas selubung reaktor

$$\begin{aligned}
 L &= (3,14 \times D \times H) + \frac{1}{4} Dr^2 \\
 &= 18,324 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Karena luas transfer panasnya lebih besar dibandingkan luas selubungnya maka digunakan pendingin koil

Jenis koil yang digunakan: Coil Helix

Ukuran pipa koil berada pada kisaran 0,5 – 2,5 in (Perry,1999)

Dipilih diameter koil 2,5 in = 0,064 m

Digunakan pipa standart (*tabel.11, Kern*)

$$D \text{ nominal} = 2,5 \text{ in} = 0,208 \text{ ft}$$

$$OD = 2,88 \text{ in} = 0,24 \text{ ft}$$

$$ID = 2,47 \text{ in} = 0,206 \text{ ft}$$

$$\text{Sechedule} = 40$$

$$\text{flow area per pipe} = 4,79 \text{ in}^2 = 0,033 \text{ ft}^2$$

$$A_o = 0,753 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

Menghitung panjang pipa koil yang digunakan

$$L_c = \frac{A}{A_o}$$

$$Lc = \frac{203,330 ft^2}{0,753 ft^2/ft}$$

$$Lc = 275,697 ft = 84 m$$

Menghitung koefisien perpindahan panas dalam koil

Panas spesifik, c	=	1,95 kJ/kgK	8,181	Btu/lb/°F
Konduktifitas termal, k	=	0,12 w/mK	1,355	Btu/hr.ft.°F
Viscosity, μ	=	0,56 mPa.s	1,355	Lb/ft.jam

$$\frac{hc.D}{k} = 0,87 \left(\frac{L^2.N.\rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{c.\mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu.w} \right)^{0,14}$$

$$\left(\frac{L^2.N.\rho}{\mu} \right)^{2/3} = 231228,889$$

$$\left(\frac{c.\mu}{k} \right)^{1/3} = 3,796$$

$$\left(\frac{\mu}{\mu.w} \right)^{0,14} = 1$$

$$\frac{hc.D}{k} = 763738,305$$

$$hc = 742476,704 \text{ btu/jam. ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Menghitung fluks massa cold fluid

$$G = \frac{\text{massa pendingin reaktor}}{\text{luas area}}$$

$$G = \frac{112419,952 \text{ lb/jam}}{0,033 \text{ ft}^2}$$

$$G = 3379641,632 \text{ lb/ft}^2 \text{ jam}$$

Bilangan Reynold

$$Re = \frac{D \cdot G}{\mu} = 519744$$

$jH = 900$ (dari fig.24, hal.834, Kern)

$$hi = jH \times \frac{k}{D} \times \left(\frac{c \cdot \mu}{k}\right)^{1/3} \times \left[\frac{\mu}{\mu_w}\right]^{0,14}$$

$$hi = 3321,727$$

$$hio = hi \times \frac{ID}{OD}$$

$$hio = 2847,689 \text{ btu}/(\text{jam})(\text{ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F})$$

Menghitung Rd

$$Uc = \frac{hc \cdot hio}{hc + hio}$$

$$Uc = 2836,809$$

(Tabel 8. Kern) diambil harga UD = 150 btu/ft²°F.jam

$$Rd = \frac{Uc - Ud}{Uc \times Ud}$$

$$Rd = 0,006 \text{ jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} / \text{Btu}$$

Menghitung volume koil

$$Vc = \frac{\pi}{4} \times (OD)^2 \times Lc$$

$$Vc = 14,419 \text{ ft}^3$$

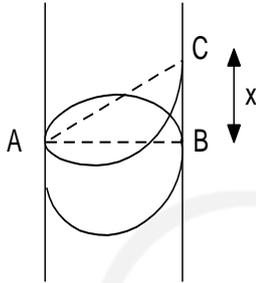
$$Vc = 0,408 \text{ m}^3$$

Volume = volume cairan + volume coil

$$= 4,711 \text{ m}^3 + 0,408 \text{ m}^3$$

$$= 5,119 \text{ m}^3$$

Menghitung jumlah lilitan:



Jarak antara koil, $BC = 1/4 \times OD$

$$= 0,018 \text{ m}$$

$AB = 0,8 \times D_{reaktor}$

$$= 0,835 \text{ m}$$

$AC = (AB^2 + BC^2)^{0,5}$

$$= 0,835 \text{ m}$$

Panjang koil tiap lilitan = $\pi \times AC$

$$= 2,623 \text{ m} = 8,733 \text{ ft}$$

Jumlah lilitan = L koil dibutuhkan / Panjang koil tiap lilitan

$$\text{Jumlah lilitan} = \frac{84,032}{2,623} = 32 \text{ lilitan}$$

Menghitung tinggi koil

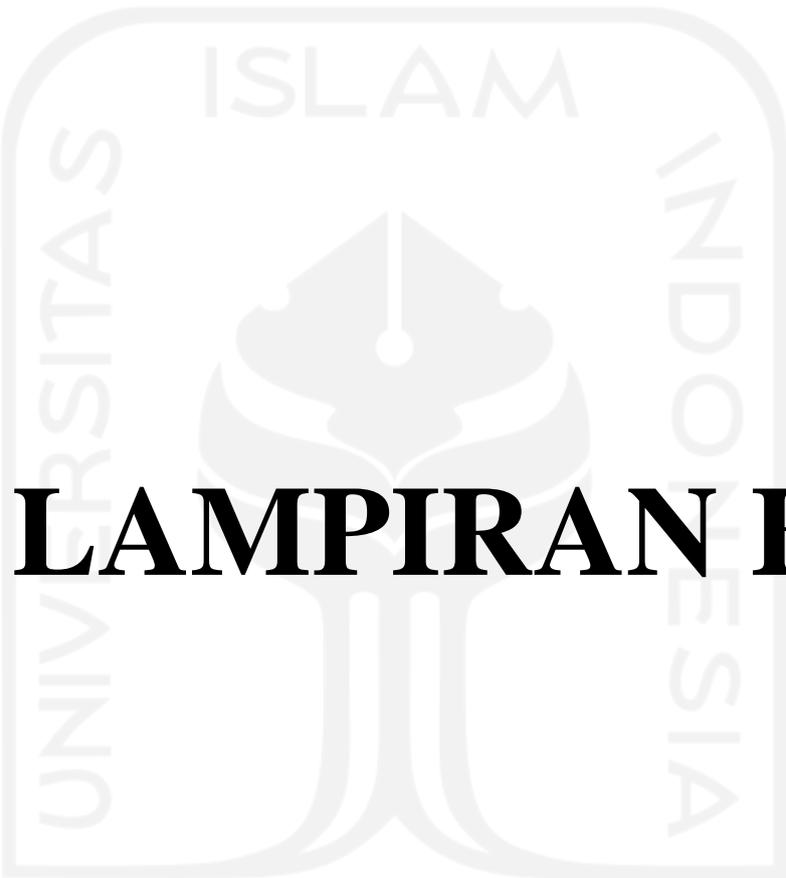
Tinggi koil total = $(N \times OD) + (N - 1 \times BC)$

Tinggi koil total = 2,91 m

Jarak koil dari dasar silinder = $0,1 \times$ Diameter reaktor

$$= 0,104 \text{ m}$$

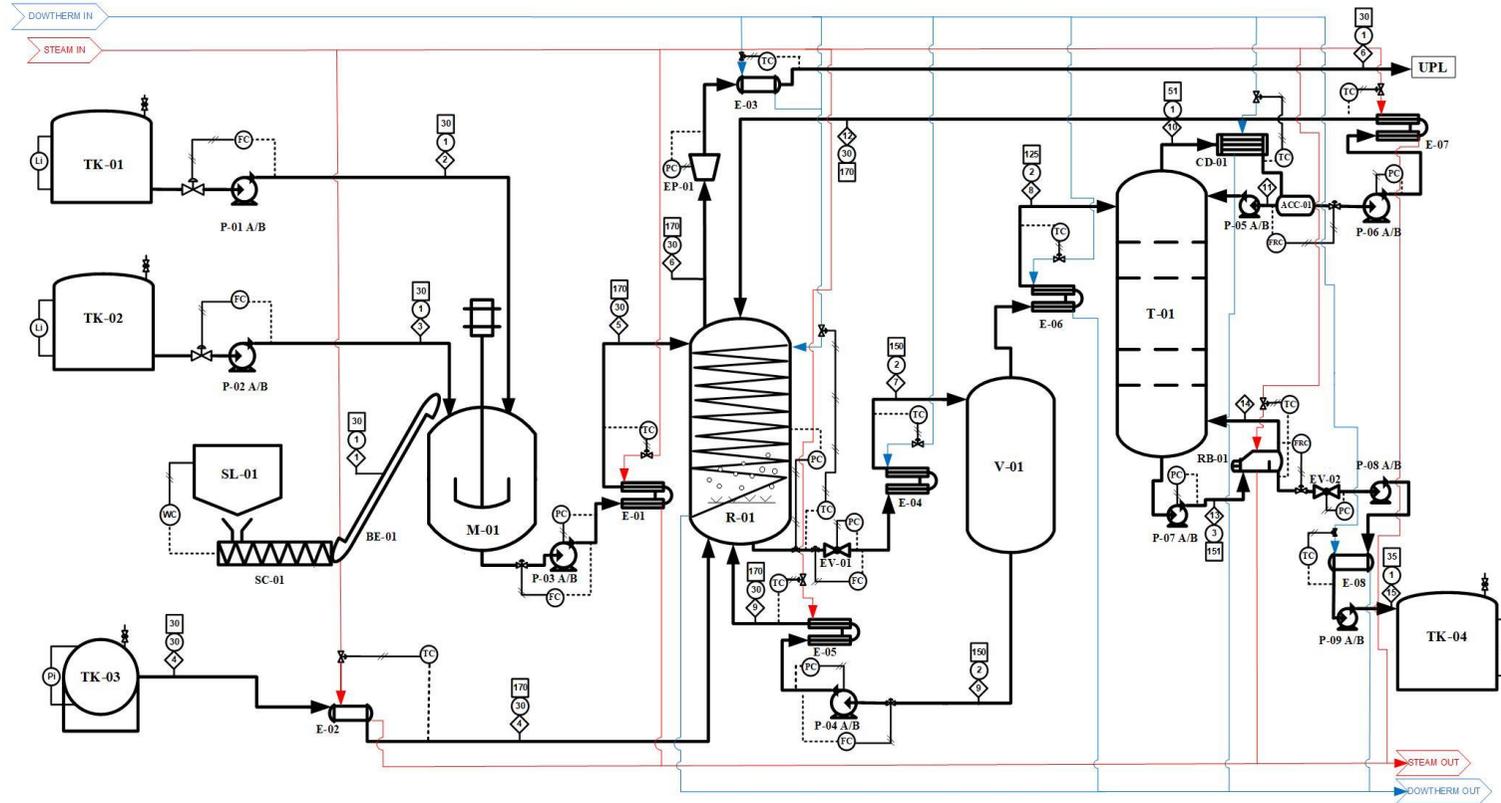
Tinggi koil total + puncak koil = 3,051 m



LAMPIRAN B

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI METANOL DAN KARBON MONOKSIDA DENGAN PROSES MONSANTO KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus (Kg/Jam)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Hidrogen	-	-	-	167,9	-	167,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karbon Monoksida	-	-	-	3358,5	-	335,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metil Iodida	-	-	576,3	-	576,3	-	1152,6	1141,4	11,2	1141,4	1161,4	1141,4	-	-	-
Metanol	-	3841,9	-	-	3841,9	-	384,2	380,8	3,4	380,8	387,4	380,8	-	-	-
Air	-	5,7	-	-	5,7	-	8,6	8,3	0,2	5,3	5,3	5,3	3,1	1,2	3,1
Asam Asetat	-	-	-	-	-	-	6668,4	6310,8	357,7	0,6	0,6	0,6	6310,1	2446,6	6310,1
Rhodium	576,3	-	-	-	576,3	-	1152,6	-	1152,6	-	-	-	-	-	-

Keterangan Alat	
ACC-01 : Akumulator	P-01 : Pompa
BE-01 : Bucket	R-01 : Reaktor
CD-01 : Elevator	RB-01 : Reboiler
E-01 : Heater 1	SC-01 : Screw Conveyor
E-02 : Heater 2	SL-01 : Bin
E-03 : Cooler 1	TK-01 : Tangki Metanol
E-04 : Cooler 2	TK-02 : Tangki Metil Iodida
E-05 : Heater 3	TK-03 : Tangki Karbon Monoksida
E-06 : Cooler 3	TK-04 : Tangki Asam Asetat
E-07 : Heater 4	T-01 : Menara Distilasi
E-08 : Cooler 4	V-01 : Flash Drum
EV-01 : Expansion Valve 1	
EV-02 : Expansion Valve 2	
EXP-01 : Expander	
M-01 : Mixer	

Keterangan Simbol	
◇	: Nomor Arus (Kg/Jam)
○	: Tekanan (atm)
□	: Suhu (°C)
⊗	: Kontrol Katup
—	: Aliran Proses
—	: Aliran Pneumatic
—	: Aliran Listrik
⊖	: Flow Control
⊖	: Temperature Control
⊖	: Pressure Control
⊖	: Weight Control
⊖	: Flow Ratio Control
⊖	: Level Indicator



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI METANOL DAN KARBON MONOKSIDA DENGAN PROSES MONSANTO KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :

1. Sani Nur Zakiyah (17521150)

2. Vinda Dwi Nuraini (17521166)

Dosen Pembimbing :

1. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

2. Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.

