

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI
ASETALDEHID DAN UDARA DENGAN KAPASITAS
60.000 TON/TAHUN**



Disusun Oleh:

Nama : Sekar Arum Sari

NIM : 20521005

Nama : Inindra Cahyo Wicaksono

NIM : 20521210

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sekar Arum Sari

Nama : Inindra Cahyo Wicaksono

NIM : 20521005

NIM : 20521210

Yogyakarta, 29 Oktober 2024

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

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



Sekar Arum Sari



Inindra Cahyo Wicaksono

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT

DARI ASETALDEHID DAN UDARA KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Sekar Arum Sari

Nama : Inindra Cahyo Wicaksono

NIM : 20521005

NIM : 20521210



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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

Oleh:

Nama : Sekar Arum Sari

No. Mahasiswa : 20521005

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 13 Desember 2024

Tim Penguji,

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

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T, M.Eng.
Anggota I

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



14/12/2024



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



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

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, Segala puji hanya milik Allah Subhanahu wa ta'ala Tuhan semesta alam. Tiada daya dan upaya melainkan atas pertolongan Allah Subhanahu wa ta'ala. Semoga shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad Subhanahu wa ta'ala, keluarganya dan para sahabatnya, serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala karena dengan rahmat, karunia, serta taufik dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara dengan Kapasitas 60.000 ton/tahun. Laporan ini disusun berdasarkan pengalaman dan ilmu yang kami peroleh selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Indonesia.

Pra Rancangan pabrik yang telah kami susun ini dibuat dalam rangka memenuhi tugas kuliah program Studi Teknik Kimia, yang mana sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan ini kami menyadari bahwa Pra Rancangan Pabrik ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam melaksanakan kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada :

1. Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

2. Orang Tua tercinta yang tiada henti memberikan doa serta dukungannya.
3. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T.,MT., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc. selaku Dosen pembimbing Tugas akhir
5. Seluruh civitas akademik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
6. Seluruh teman-teman yang telah ikut serta dalam membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa Pra Rancangan Pabrik ini masih jauh dalam kesempurnaan, Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan Pra Rancangan Pabrik ini.

Akhir kata, kami mohon maaf apabila dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini terdapat banyak kesalahan. Semoga Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat khususnya bagi penyusun dan umumnya bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuhu.

Yogyakarta, September 2024

PENYUSUN

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang.....	1
2. Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
2.1. Besarnya nilai konsumsi dalam negeri	2
2.2. Data Impor asam asetat di Indonesia	3
2.3. Data Ekspor ke Luar Negeri	5
2.4. Produksi Produk.....	7
3. Tinjauan Pustaka.....	7
3.1. Bahan Baku dan Produk.....	7
3.2. Reaksi Pembuatan Asam Asetat	10
4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	13
4.1. Tinjauan Termodinamika.....	13
4.2. Tinjauan Kinetika.....	16
2. BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	18
2.1 Spesifikasi Produk	18
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	19
2.3 Pengendalian Kualitas.....	21
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	21
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses	21
2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk	23
3. BAB III PERANCANGAN PROSES	24
3.1 Uraian Proses	24
3.2 Spesifikasi Alat/Mesin produksi.....	25
3.2.1 Tangki Penyimpanan	25
3.2.2 Reaktor (R- 030)	26

3.2.3	Menara Distilasi (MD-060).....	28
3.2.4	Vaporizer (VP-020)	29
3.2.5	Separator (SP-040).....	30
3.2.6	Alat penukar panas.....	32
3.2.7	Kompresor.....	35
3.2.8	Expansion valve	36
3.3	Perencanaan Produksi	37
3.3.1	Neraca massa	37
3.3.2	Neraca Panas	40
4.	BAB IV PERANCANGAN PABRIK	48
4.1	Lokasi Pabrik	48
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	50
4.2	Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	51
4.2.1	Perkantoran	52
4.2.2	Produksi	52
4.2.3	Instilasi dan Utilitas	52
4.2.4	Fasilitas Umum	53
4.2.5	Keamanan	53
4.2.6	Pengolahan Limbah	53
4.2.7	Perluasan	54
4.3	Tata Letak Alat Proses (Process plant & equipment)	56
4.3.1	Aliran bahan baku dan Produk.....	56
4.3.2	Aliran Udara.....	56
4.3.3	Penerangan.....	56
4.3.4	Lalu lintas dan Transportasi.....	56
4.3.5	Jarak Antar Alat Proses.....	57
4.4	Organisasi Perusahaan	57
4.4.1	Bentuk Perusahaan.....	57
4.4.2	Struktur Organisasi	57
4.4.3	Tugas dan Wewenang.....	58
4.4.4	Status Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan	63
4.4.5	Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan	65
4.4.6	Ketenagakerjaan.....	69
5.	BAB V UTILITAS	72
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (Water Treatment System).....	72
5.2	Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System).....	83
	BAB VI EKONOMI	85

6.1	Harga alat diestimasi menggunakan Aspen Economic Analyzer	88
BAB VII PENUTUP.....		96
DAFTAR PUSTAKA.....		98
LAMPIRAN A.....		100
LAMPIRAN B.....		118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data impor asam asetat tahun 2019-2023	4
Gambar 1.2 Data Ekspor Asam Asetat tahun 2019-2023	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif	45
Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif	47
Gambar 4.1 Lokasi pabrik	51
Gambar 4.2 Pengolahan limbah	54
Gambar 4.3 Struktur organisasi	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data konsumsi asam asetat dalam negeri	3
Tabel 1.2 Data Impor Asam Asetat di Indonesia tahun 2019-2023.....	3
Tabel 1.3 Data Ekspor Asam Asetat di Indonesia	5
Tabel 1.4 Pabrik yang memproduksi Asam Asetat di Indonesia	7
Tabel 1.5 Pertimbangan pemilihan alur proses pada pembuatan asam asetat	13
Tabel 1.6 Tinjauan Termodinamika.....	14
Tabel 1.7 Perhitungan nilai Gibbs	15
Tabel 2.1 Sifat Fisika	18
Tabel 2.2 Sifat Fisika	19
Tabel 2.3 Sifat Udara	20
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi Reaktor (R-030).....	26
Tabel 3.3 Spesifikasi Menara Distilasi (MD-060).....	28
Tabel 3.4 Spesifikasi Vaporizer (VP-020).....	29
Tabel 3.5 Spesifikasi Separator.....	30
Tabel 3.6 Spesifikasi Alat penukar panas	32
Tabel 3.7 Spesifikasi Alat penukar panas	33
Tabel 3.8 Spesifikasi Alat penukar panas (lanjutan)	34
Tabel 3.9 Spesifikasi Kompresor.....	35
Tabel 3.10 Spesifikasi Expansion valve	36
Tabel 3.11 Neraca massa di vaporizer (VP-020).....	37
Tabel 3.12 Neraca massa di Reaktor (R-040).....	38
Tabel 3.13 Neraca massa di Separator (SP-040)	38
Tabel 3.14 Neraca massa di Menara distilasi (MD-060)	39
Tabel 3.15 Neraca massa Neraca Panas di Pompa (P-01)	40
Tabel 3.16 Neraca Panas di Vaporizer (VP-020).....	40
Tabel 3.17 Neraca panas di Compressor (C-031).....	41
Tabel 3.18 Neraca panas di Heater (HE-032).....	41
Tabel 3.19 Neraca panas di mixer.....	41
Tabel 3.20 Neraca panas di reaktor (R-030).....	42
Tabel 3.21 Neraca panas dicooler setelah reaktor (CL-033)	42
Tabel 3.22 Neraca panas di valve	42
Tabel 3.23 Neraca panas di Separator (SP-040)	43
Tabel 3.24 Neraca panas di Menara distilasi (MD-050).....	43
Tabel 3.25 Neraca panas Cooler setelah Menara Distilasi (CL-034)	44
Tabel 3.26 Neraca panas Cooler setelah Menara Distilasi (CL-035)	44
Tabel 4.1 Perluasan pabrik.....	54
Tabel 4.2 penggolongan jabatan beserta jenjang pendidikannya.....	64
Tabel 4.3 Jenis Jabatan dan Penggolongan Gaji.....	67
Tabel 5.1 Kebutuhan air domestik	81
Tabel 5.2 Kebutuhan air layanan umum	81
Tabel 5.3 Kebutuhan air pendingin.....	82
Tabel 5.4 Rincian kebutuhan listrik pada pabrik asam asetat	84
Tabel 6.1 Harga alat.....	88
Tabel 6.2 Physical Plant Cost (PPC).....	89
Tabel 6.3 Direct Plant Cost (DPC)	89
Tabel 6.4 Fixed Capital Investment (FCI)	90

Tabel 6.5 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	90
Tabel 6.6 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	90
Tabel 6.7 Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	91
Tabel 6.8 Manufacturing Cost (MC)	91
Tabel 6.9 Working Capital (WC).....	91
Tabel 6.10 General Expense (GE)	92
Tabel 6.11 Total Biaya produksi.....	92
Tabel 6.12 Fixed Cost (Fa)	92
Tabel 6.13 Variabel Cost (Va).....	93
Tabel 6.14 Regulated Cost (Ra).....	93

ABSTRAK

Tugas Akhir ini mengkaji pra-rancangan pabrik asam asetat dengan bahan baku asetaldehid dan udara, yang berlokasi di, Kragilan, Kec. Mojosongo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, untuk menilai kelayakan ekonominya. Asetaldehid digunakan sebagai basa ketika memproduksi asam asetat, yang juga merupakan bahan kimia dasar dengan banyak kegunaan. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga angka impor asam asetat menurun, maka dirancang pabrik Asam Asetat (CH_3COOH) dengan kapasitas 60.000 ton/tahun, Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun. Proses produksi dilakukan dengan menggunakan reaktor *fixed bed multitube* pada kondisi operasi 150°C dan tekanan 2,4 atm. perbandingan komponen umpan mol reaktan antara asetaldehid dengan udara adalah 2:1, prosesnya disebut juga oksidasi asetaldehid. Dengan kondisi operasi tersebut dan mengacu pada jurnal dan paten yang ada. Hasil keluaran atas menara distilasi dialirkan menuju tangki penyimpanan produk sisa/samping dan hasil bawah yang merupakan produk utama dengan kemurnian asam asetat 99% dialirkan ke tangki penyimpanan sebelum didistribusikan. Asam asetat, sebagai salah satu komoditas kimia utama, memiliki pangsa pasar global mencapai 40.984.583 ton pada tahun 2024 dengan pertumbuhan tahunan sebesar 6,8%. Analisis ekonomi pabrik menunjukkan bahwa dengan kapasitas produksi sebesar 60.000 ton per tahun (180 ton per hari), dan harga asetaldehid saat ini sekitar \$977/ton serta harga asam asetat \$1200/ton, biaya operasional total diperkirakan sebesar \$64.175.030 per tahun. Pabrik ini diperkirakan menghasilkan pendapatan tahunan sebesar \$64.988.536,42, yang menghasilkan laba tahunan sebesar \$813.506. Indikator ekonomi lainnya menunjukkan bahwa Return on Investment (ROI) mencapai 26%, Pay Out Time (POT) adalah 3,18 tahun, Break Even Point (BEP) sebesar 3,8, dan Shut Down Point berada pada 90%. Kesimpulan dari Tugas Akhir ini menunjukkan bahwa pabrik asam asetat ini memiliki potensi ekonomi yang baik.

Kata Kunci : Asam Asetat, Asetaldehid, Oksidasi asetaldehid

ABSTRACT

This preliminary plant design examines the economic feasibility of acetic acid production from acetaldehyde and air. The plant location is in Kragilan, Mojosongo District, Boyolali Regency, Central Java. Acetaldehyde is a raw material of acetic acid, which is also a basic chemical with many uses. To meet domestic needs so that the number of acetic acid imports decreases, an Acetic Acid (CH_3COOH) plant with a capacity of 60,000 tons/year is designed, the plant operates for 330 days in 1 year. The production process is carried out using a multitube fixed bed reactor at operating conditions of 150°C and a pressure of 2.4 atm. the ratio of the reactant mole feed component between acetaldehyde and air is 2: 1, the process is also called acetaldehyde oxidation. With these operating conditions and referring to existing journals and patents. The upper output of the distillation tower is flowed to the residual / by-product storage tank and the lower output which is the main product with 99% acetic acid purity is flowed to the storage tank before distribution. Acetic acid, as one of the major chemical commodities, has a global market share of 40,984,583 tons by 2024 with an annual growth of 6.8%. The economic analysis of the plant shows that with a production capacity of 60,000 tons per year (180 tons per day), and a current acetaldehyde price of about \$977/ton and acetic acid price of \$1200/ton, the total operating cost is estimated at \$64,175,030 per year. The plant is estimated to generate annual revenue of \$64,988,536.42, resulting in an annual profit of \$813,506. Other economic indicators show that Return on Investment (ROI) is 26%, Pay Out Time (POT) is 3.18 years, Break Even Point (BEP) is 3.8, and Shut Down Point is at 90%. The conclusion of this Final Project shows that this acetic acid plant has good economic potential.

Keywords: Acetic Acid, Acetaldehyde, Oxidation of acetaldehyde

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Sektor industri merupakan penggerak utama pembangunan ekonomi nasional. Sektor industri menerapkan prinsip-prinsip pembangunan Industri yang berkelanjutan yang didasarkan pada aspek pembangunan ekonomi, sosial, dan lingkungan hidup. Industri kimia merupakan salah satu sektor industri yang memegang peranan penting di Indonesia. Salah satu jenis industri kimia yang amat besar pengaruhnya terhadap industri kimia di Indonesia adalah asam asetat. Asam asetat (*acetic acid*) digunakan sebagai bahan penunjang pada banyak industri seperti industri *cellulose acetate*, *vinyl acetate*, *acetic anhydride*, *purified terephthalic acid* (PTA), industri tekstil, food additive dan industri plastik. Selain itu, bahan ini juga banyak diperlukan pada industri farmasi, insektisida, bahan kimia fotografi dan lain-lain.

Kebutuhan Asam Asetat di dalam negeri terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya permintaan oleh industri penggunaannya. Tetapi kebutuhan Asam Asetat ini belum dapat sepenuhnya dipenuhi oleh satu- satunya produsen di dalam negeri yaitu PT Indo Acidatama Chemical Industry. Oleh karena itu kecenderungan impor dari tahun ke tahun terus menaik. Terutama untuk mensuplai industri PTA yang hingga kini masih merupakan pengkonsumsi asam asetat paling banyak.

Salah satu jenis industri kimia yang amat besar pengaruhnya terhadap industri kimia di Indonesia adalah Asam Asetat. Asam Asetat (Acetic Acid) digunakan sebagai bahan penolong pada banyak industri seperti industri Cellulose Acetate, Vinyl Acetate, Acetic Anhydride, Purified Terephthalic Acid (PTA), industri tekstil, food additive dan industri plastik. Selain itu, bahan ini juga banyak diperlukan pada industri farmasi, insektisida, bahan kimia fotografi dan lain- lain.

2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi pabrik ini didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

2.1. Besarnya nilai konsumsi dalam negeri

Di Indonesia, konsumsi asam asetat menunjukkan angka yang cukup signifikan di berbagai sektor industri (Tabel 1.1.). Industri bumbu-bumbuan dan produk masak lainnya merupakan konsumen utama, dengan konsumsi mencapai sekitar 177,30 ton per tahun, yang menunjukkan peran penting asam asetat dalam pembuatan cuka dan bumbu. Sektor industri penempaan, pengepresan, pencetakan, dan pembentukan logam juga menyumbang konsumsi yang cukup besar, yaitu sekitar 27,56 ton per tahun, di mana asam asetat digunakan dalam proses pengolahan logam. Sementara itu, industri kopra, minyak mentah dan minyak goreng kelapa, serta tepung mengonsumsi sekitar 9,18 ton per tahun, yang menunjukkan penggunaan asam asetat dalam proses produksi minyak dan tepung. Secara keseluruhan, data ini mencerminkan bahwa konsumsi asam asetat di

Indonesia adalah signifikan, dengan sektor bumbu-bumbuan menjadi pengguna utama.

Tabel 1.1 Data konsumsi asam asetat dalam negeri

Konsumen	Jumlah (ton/tahun)
Industri Kopra, Minyak Mentah dan Minyak Goreng Kelapa, Tepung	9.18
Industri Bumbu-bumbuan dan Produk masak lainnya	177.30
Industri Penempaan, Pengepresan, Pencetakan dan Pembentukan logam	27.56

Sumber: Badan Pusat Statistik. (pertambangan, manufaktur, konstruksi)

2.2. Data Impor asam asetat di Indonesia

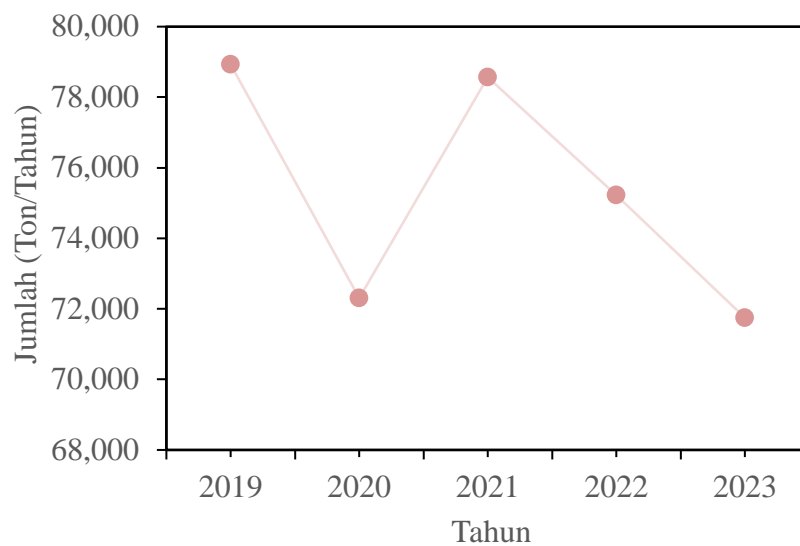
Sebagian besar kebutuhan Asam Asetat di Indonesia masih mengandalkan impor dari luar negeri, hal ini dapat di tunjukkan dengan data statistik impor asam asetat yang dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Impor Asam Asetat di Indonesia tahun 2019-2023

No	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
-----------	--------------	---------------------------

1	2019	78.924,4
2	2020	72.302,5
3	2021	78.571
4	2022	75.217,7
5	2023	71.743,3

Sumber : Badan Pusat Statistik. (Perdagangan Luar Negeri Impor 2019-2023).



Gambar 1.1 Data impor asam asetat tahun 2019-2023

Meski data impor asam asetat dari tahun 2019-2023 mengalami fluktuasi, nilai impor masih cukup tinggi, yaitu di atas 70 ribu ton per tahun. Selain itu, kondisi pasar asam asetat di dunia masih cukup bagus. Penjelasan tentang kondisi pasar asam asetat di dunia akan dijelaskan pada sub-bab berikut.

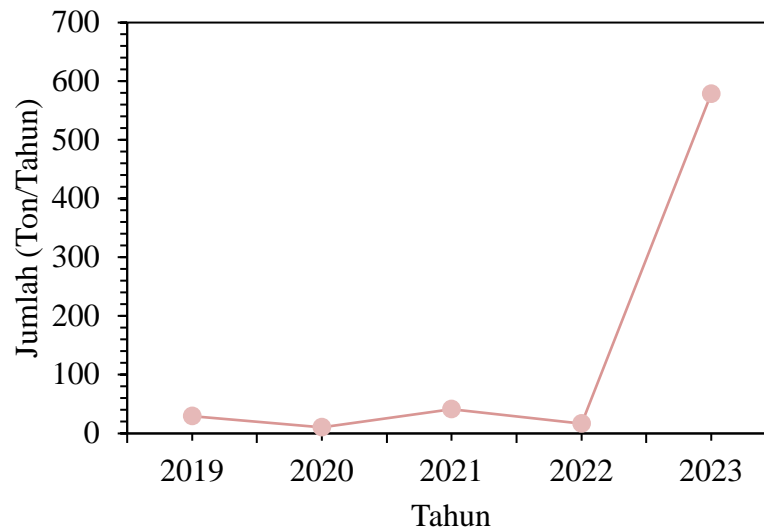
2.3. Data Ekspor ke Luar Negeri

Dengan tingginya jumlah impor dan terbatasnya produksi asam asetat dalam negeri, Indonesia masih belum bisa bersaing secara global dalam perdagangan asam asetat. Hal ini dapat dilihat dari minimnya nilai ekspor asam asetat yang dapat dilihat pada Tabel 1.3 dan Gambar 1.2. Data ekspor asam asetat dari tahun 2019–2023 mengalami peningkatan dari 29,60 ton/tahun menjadi 578,67 ton/tahun.

Tabel 1.3 Data Ekspor Asam Asetat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2019	29,60
2020	10,40
2021	41,19
2022	17,12
2023	578,67

Sumber : Badan Pusat Statistik. (Perdagangan Luar Negeri Ekspor 2019-2023)



Gambar 1.2 Data Ekspor Asam Asetat tahun 2019-2023

Di sisi lain, berdasarkan analisis menggunakan nilai statistik perdagangan dunia, untuk harga asam asetat yaitu \$1200/ton. Nilai Statistik perdagangan dunia, diperikaran *compound annual growth rate* (CAGR) sebesar 6,8% untuk kurun waktu 2024 – 2030. Angka ini menunjukkan proyeksi pertumbuhan pasar yang stabil dan berkelanjutan. *Global market size* untuk asam asetat pada tahun 2024 diperkirakan sebesar 40.984.583 ton. Berdasar CAGR, market size asam asetat diperkirakan 46.747.999 ton pada tahun 2026. Oleh karena itu, selisih antara market size tahun 2026 dan 2024 tercatat sebesar 5.763.416 ton, mengindikasikan adanya potensi ekspansi kapasitas yang signifikan dalam periode tersebut. Untuk pemenuhan permintaan pasar yang terus tumbuh, diperlukan pembangunan pabrik asam asetat baru. Kapasitas produksi pabrik baru yang diusulkan adalah 60.000 ton per tahun. Angka kapasitas ini ditetapkan berdasar kapasitas pabrik yang sudah ada di Indonesia sebagaimana disajikan pada subbab berikut.

2.4. Produksi Produk

Pada Tabel 1.4 dapat dilihat bahwa hanya ada satu pabrik asam asetat yang berdiri di Indonesia.

Tabel 1.4 Pabrik yang memproduksi Asam Asetat di Indonesia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT Indo Acidatama	Indonesia	30.000
Eastman	Longview, Texas	250.000

Pabrik Indoacidatama, yang terletak di Indonesia, merupakan salah satu fasilitas industri terkemuka yang memproduksi asam asetat, dengan kapasitas produksi yang mencapai 30.000 ton per tahun. Bahan Baku produksi asam asetat dapat diperoleh dari beberapa pabrik yaitu PT. Indoacidatama dan akan diimpor dari Eastman.

3. Tinjauan Pustaka

3.1. Bahan Baku dan Produk

a. Asam Asetat

Asam asetat, asam etanoat atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus empiris $C_2H_4O_2$. Rumus ini seringkali ditulis dalam bentuk CH_3-COOH , CH_3COOH , atau CH_3CO_2H . Asam asetat murni (disebut asam asetat glasial) adalah cairan higroskopis tak berwarna, dan memiliki titik beku $16,7^\circ C$

bahan ini berbentuk cairan, tak berwarna, berbau menyengat, memiliki rasa asam yang tajam dapat larut di dalam air, alkohol, gliserol, eter. Pada tekanan atmosferik, titik didihnya 118.1oc. Asam asetat mempunyai aplikasi yang sangat luas di bidang industri dan pangan (Cahyani,2018).

Bentuk murni dari asam asetat ialah asam asetat glasial. Asam asetat glasial mempunyai ciri-ciri tidak berwarna, mudah terbakar (titik beku 17°C dan titik didih 118°C) dengan bau menyengat, dapat bercampur dengan air dan banyak pelarut organik. Dalam bentuk cair atau uap, asam asetat glasial 12 sangat korosi terhadap kulit dan jaringan lain suatu molekul asam asetat mengandung gugus – OH dan dengan sendirinya dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air. Karena adanya ikatan hidrogen ini, maka asam asetat yang mengandung atom karbon satu sampai empat dan dapat bercampur dengan air (Hewitt, 2003).

b. Asetaldehida

Asetaldehida yang ditetapkan oleh IUPAC dikenal dengan nama ethanol dengan rumus kimia CH_3CHO . Asetaldehida merupakan senyawa intermediate (perantara) yang diperoleh dari pembuatan asam asetat, acetic anhydride, butil alkohol, butiraldehyde, chloral, pyridine dan turunan lainnya. Pembuatan asetaldehida ini dapat diperoleh dari proses hydrasi dari asetilen, oksidasi atau dehydrogenasi dari etanol dan oksidasi dari senyawa hydrocarbon jenuh atau etilen (Mc.Ketta, 1976).

Asetaldehida atau disebut juga etanal (CH_3CHO) merupakan suatu senyawa alifatik yang berupa cairan tidak berwarna, mudah terbakar, dan dapat bercampur dengan air dalam segala perbandingan (Scheele,1774). Pertama kali ditemukan oleh

ilmuan Swedia Carl Wilhelm Scheele pada tahun 1774. Kegunaan Asetaldehida yang paling utama adalah sebagai intermedit dalam pembentukan senyawa kimia lainnya. Asetaldehida digunakan dalam pembuatan parfum, resin polyester, dan pewarna dasar. Asetaldehida juga digunakan dalam pembuatan crotonaldehida, perasa dan pengharum asetal, asetaldehida 1,1-dimetilhidrazon, asetaldol, asetaldehida cyanohidrin, polimer dan berbagai turunan halogen, sebagai pengawet pada buah dan ikan, sebagai bahan penyedap, pengeras gelatin, sebagai pelarut karet, dan industry kertas (U.S EPA,2007)

c. Mangan (Mn)

Mangan adalah logam berwarna abu – abu keperakan, merupakan unsur pertama logam golongan VIIB, dengan berat atom 54,94 g/mol, nomor atom 25, berat jenis 7,43 g/cm³. Di dalam hubungannya dengan kualitas air yang sering dijumpai adalah senyawa mangan dengan valensi 2, valensi 4, valensi 6. Di dalam sistem air alami dan juga di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi berubah-ubah tergantung derajat keasaman (pH) air. Sistem air alami pada kondisi reduksi, mangan dan juga besi pada umumnya mempunyai valensi dua yang larut dalam air. Oleh karena itu di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi valensi dua tersebut dengan berbagai cara dioksidasi menjadi senyawa yang memiliki valensi yang lebih tinggi yang tidak larut dalam air sehingga dapat dengan mudah dipisahkan secara fisik. Mangan di dalam senyawa $MnCO_3$, $Mn(OH)_2$ mempunyai valensi dua, zat tersebut relatif sulit larut dalam air, tetapi untuk senyawa Mn seperti garam $MnCl_2$, $MnSO_4$, $Mn(NO_3)_2$ mempunyai kelarutan yang besar di dalam air (Eaton Et.al, 2005; Said, 2005).

3.2. Reaksi Pembuatan Asam Asetat

Macam-macam proses pembuatan asam asetat dalam insudtri yaitu dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Karbonilasi Metanol

Asam asetat juga dibuat dengan cara karbonilasi langsung terhadap methanol dengan reaksi sebagai berikut:



Hal terpenting dalam proses ini adalah tekanan dan suhu yang tinggi yaitu 199 atm dengan suhu 310 °C . Pada konversi metanol 40%, selektivitas 70% mengandung asam asetat. Beberapa pnemuan yang sama juga tercatat di Perancis, Amerika Serikat, dan Jerman. Selama perang pada tahun 1939- 1945, tercatat bahwa dikembangkan suatu katalis *nickle idodide*. Cobalt dan beberapa logam karbonilasi lainnya dipelajari tetapi tidak lebih aktif dari pada nickle iodide. Korosi dikendalikan dengan menurunkan suhu operasi menjadi 215°C dan tekanan 138 atm. Seiring berkembangnya penelitian maka ada 2 macam proses yang banyak digunakan dalam pembuatan asam asetat dengan cara karbonilasi metanol, yaitu :

a. Proses BASF

Sejak para peneliti BASF mempelajari katalis copper dan cobalt ditemukan oleh Hastelloy C., sebuah solusi untuk mengatasi korosi pada pembuatan asam

asetat pada suhu tinggi yaitu dengan menjalankan tekanan reaksi sebesar 693 atm pada suhu 215°C . Proses ini menggunakan katalis cobalt dengan yield 90%.

b. Proses Monsanto

Proses Monsanto hampir serupa dengan proses BASF namun dengan penggunaan katalis yang lain, yaitu Rhodium kompleks, serta suhu dan tekanan operasi dapat diturunkan menjadi 175 °C dan tekanan 30 atm dengan yield 90-99%

2. Proses Oksidasi Asetaldehid

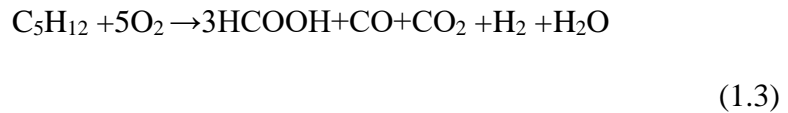
Asam Asetat dapat diperoleh dengan cara mengoksidasikan acetaldehid pada fase cair. Acetaldehid dioksidasikan dengan oksigen dari udara dengan



Perbandingan 2 mol asetaldehid yang masuk untuk setiap 1 mol udara. Reaksi ini terjadi dalam reaktor dengan tekanan 1-20 atm dan suhu 30°C -150°C. Dan untuk mempercepat terjadinya reaksi digunakan katalis Mangan Asetat.

3. Proses Oksidasi n-Butana

Pembuatan Asam Asetat dengan proses oksidasi n-Butana dilakukan dalam fase cair dan menggunakan katalis Cobalt untuk mempercepat terjadinya reaksi. Hidrokarbon yang berupa butana cair akan dioksidasi dengan oksigen dalam sebuah reaktor dengan tekanan 45 atm dan suhu 170°C. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah:



Pada proses ini oksigen untuk oksidasi diambil dari udara dengan perbandingan 5,8 bagian udara yang masuk untuk setiap 1 bagian butana. (Ulrich, G.D., 1984)

4. Proses Fermentasi

Asam asetat secara sintesis biasanya diperoleh melalui oksidasi etanol dan asetaldehid, sedangkan dengan cara alami asam asetat dapat diperoleh dari fermentasi bahan yang mengandung karbohidrat seperti pati dan glukosa.

Pembuatan asam asetat secara fermentasi dari bahan-bahan yang mengandung pati dan glukosa terdiri dari dua tahap, yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Pada fermentasi alkohol, bahan yang mengandung pati dihidrolisis terlebih dahulu menjadi glukosa kemudian difermentasi menggunakan *Saccharomyces cereviciae* secara anaerob untuk mengkonversinya menjadi bioethanol. Kemudian bioethanol yang sudah terbentuk digunakan sebagai sumber energi bagi *Acetobacter aceti* secara aerob dengan mengoksidasinya menjadi asam asetat.

Asam asetat yang digunakan untuk penambah rasa pada makanan atau sering disebut asam cuka diklasifikasikan menjadi dua yaitu cuka dapur dan cuka meja. Kadar asam asetat pada cuka dapur min. 12,5% dan untuk cuka meja min 4 - 12,5%. (SNI 01-3711-1995)

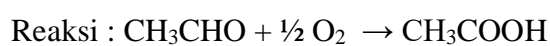
Tabel 1.5 Pertimbangan pemilihan alur proses pada pembuatan asam asetat

No	Pertimbangan	Oksidasi	Oksidasi	Karbonilasi Metanol	
		Asetaldehid	n-butana	BASF	Mosanto
1.	Bahan Baku	Asetaldehid	n-butana	Metanol dan CO	Metanol dan CO
2.	Kondisi Operasi	30°C-150 °C 1-20 atm	170 °C 45 atm	215 °C 693 atm	175 °C 30 atm
3.	Katalis	Mangan (Mn)	Cobalt (Co)	Cobalt (Co)	Rhodium (Rh)
4.	Yield	90-94%	90%	90%	90-99%
5.	Konversi	94%	98%		90%
6.	Biaya Operasi	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi
7.	Biaya Investasi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

4.1. Tinjauan Termodinamika

Pada tinjauan termodinamika ditunjukkan untuk mengetahui sifat reaksi, seperti bersifat eksotermis dan endotermis serta berlangsung secara berlawanan ataupun searah. Panas reaksi berjalan secara eksotermis, hal tersebut dapat diketahui dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada suhu 298 K.



Harga ΔH_f° masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada tabel 1.5 berikut :

Tabel 1.6 Tinjauan Termodinamika

Komponen	Harga ΔH_f° (kJ/mol)
Asam Asetat (CH ₃ COOH)	-434,84
Acetaldehid (CH ₃ CHO)	-166,36
Oksigen (O ₂)	-0,00
Nitrogen (N ₂)	-0,00
Air (H ₂ O)	-241,80

Setelah menghitung nilai ΔH_f° pada masing-masing komponen, kemudian dihitung nilai entalpi pada keseluruhan.

Entalpi keseluruhan (ΔH_f°) :

$$\Delta H_{r(298)}^\circ = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_{r(298)}^\circ = [\Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{COOH})] - [\Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{CHO}) + \Delta H_f^\circ (\text{O}_2)]$$

$$\Delta H_{r(298)}^\circ = [(-434,84)] - [(-166,36) + (-0,00)] \text{ (kJ/mol)}$$

$$\Delta H_{r(298)}^\circ = -268,48 \text{ kJ/mol} = -268.480 \text{ J/mol}$$

Kemudian menghitung nilai Gibbs (ΔG_f°) keseluruhan pada reaksi yang sama pada suhu 298 K. Perhitungan nilai Gibbs keseluruhan komponen dapat ditinjau berdasarkan Tabel 1.7 berikut:

Tabel 1.7 Perhitungan nilai Gibbs

Komponen	Harga ΔG_f° (kJ/mol)
Asam Asetat (CH ₃ COOH)	-376,69
Acetaldehid (CH ₃ CHO)	-133,30
Oksigen (O ₂)	-0,00
Nitrogen (N ₂)	-0,00
Air (H ₂ O)	-228,60

Energi Gibbs Keseluruhan :

$$\Delta G_{r(298)}^\circ = \Delta G_{f^\circ}^\circ \text{ produk} - \Delta G_{f^\circ}^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta G_{r(298)}^\circ = [\Delta G_{f^\circ}^\circ(\text{CH}_3\text{COOH})] - [\Delta G_{f^\circ}^\circ(\text{CH}_3\text{CHO}) + \Delta G_{f^\circ}^\circ(\text{O}_2)]$$

$$\Delta G_{r(298)}^\circ = [(-376,69)] - [(-133,30) + (0,00)] \text{ (kJ/mol)}$$

$$\Delta G_{r(298)}^\circ = -243,39 \text{ kJ/mol} = -243.390 \text{ J/mol}$$

Reaksi keseluruhan dari proses pembuatan asam asetat merupakan reaksi eksotermis dengan kesetimbangan reaksi mengarah ke kanan dengan didapatkan nilai $\Delta H_r^\circ = -268,48 \text{ kJ/mol}$ yang berarti reaksi melepaskan kalor dari sistem ke

lingkungan. Konstanta kesetimbangan (K_1) pada suhu 298 K dapat dihitung dan didapatkan :

$$\Delta G_f^\circ = -R.T.\ln K$$

$$-243,39 \text{ kJ/mol} = -(8,314/10^{-3}) \text{ kJ/(mol K)} \times (298 \text{ K}) \times \ln K \quad (298)$$

$$K (298) = \exp \left(\frac{-(-243,39 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}})}{\left(\frac{8,314}{10^{-3}} \right) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \text{K} \times 298 \text{ K}} \right)$$

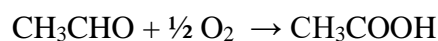
$$K = \exp (98,237)$$

$$K = 4,61 \times 10^{42}$$

Nilai energi K yang didapatkan sebesar $4,61 \times 10^{42}$, yang berarti reaksi berlangsung secara spontan.

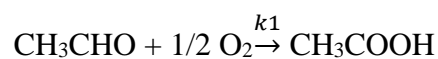
4.2. Tinjauan Kinetika

Tinjauan secara kinetika bertujuan untuk mengetahui factor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi kimia, yang meliputi ilmu yang mempelajari tentang pengukuran laju reaksi dan variable-variabel dalam laju reaksi yaitu konsentrasi, suhu, dan tekanan. Adapun persamaan reaksi yang terbentuk yaitu :



1.3. Kinetika Reaksi. Reaksi oksidasi asetaldehid meliputi sistem reaksi berikut

Reaksi Utama:



Menurut Venugopal (1967) model kinetika dapat dipakai pada berbagai suhu dan konsentrasi dalam lingkup variabel yang telah dipelajari. Pada suhu tertentu kecepatan reaksi utama dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$r = k C_A C_B \quad (1)$$

Adapun konstanta kecepatan reaksi, k dinyatakan dengan persamaan arrhenius sebagai berikut:

$$k = 3,02 \times 10^3 \exp (-3980/RT) \text{ gmol/l.tdk}$$

$$k = 0,023658 \text{ gmol/(L.detik)}$$

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

1) Asam Asetat

Tabel 2.1 Sifat Fisika

Rumus Molekul	CH ₃ COOH
Berat molekul	60,052 g/mol
Wujud	Cairan tidak berwarna
Titik Didih	117,95 °C
Tekanan kritis	57,85 bar
Temperatur Kritis	321,25 °C
Densitas	1,049 g/L
Viskositas	1,22 cP
Kapasitas panas	123,1 J/mol K
Kemurnian	min 99% (produk utama) min 70% (produk sisa/samping)

Sifat Kimia

- a. Asam Asetat merupakan asam lemah dan asam karboksilat.
- b. Flammable (mudah terbakar)
- c. Corrosive material

- d. Larut dengan air, etanol, etil, eter, aseton, dan benzena.
- e. Colorless (tidak berwarna) dan korosif, serta memiliki bau yang tajam.

Aplikasi/kegunaan :

- Asam asetat 99% : *Industrial use*, digunakan dalam industri Cellulose Acetate, Vinyl Acetate, Acetic Anhydride, Purified Terephthalic Acid (PTA), pelarut dan bahan baku organik, pencetakan tekstil dan industri karet, serat sintetis, pelapis, aditif makanan, pencelupan dan tenun, dan industri lainnya.
- Asam asetat 70% : *laboratory and medical purposes*.

(www.molbase.com; www.msds.com; www.labchem.com ; Sinnott, 2005)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

- **Bahan Baku Utama**

1) Asetaldehida

Tabel 2.2 Sifat Fisika

Rumus Molekul	CH ₃ CHO
Berat molekul	44,05 g/mol
Wujud	Cairan tidak berwarna
Titik Didih	20,45 °C
Tekanan kritis	55,7 bar
Temperatur Kritis	187,85°C
Densitas	0.788 g/cm ³
Viskositas	0,21 cP

Kemurnian	min. 99,0%
-----------	------------

Sifat Kimia

- Flammable (mudah terbakar)
- Volatile (mudah menguap)
- Corrosive*
- Asetaldehid merupakan senyawa sangat reaktif yang menunjukkan tipe reaksi aldehyd dan juga alkil dimana atom hidrogen diaktifkan dengan karbonil.
- Asetaldehid larut dalam air, etanol, benzene, dan aseton.

(www.molbase.com; www.msds.com; www.knak.jp; Sinnott, 2005)

2.) Tabel 2.3 Udara (oksigen)

Tabel 2.3 Sifat Udara

Rumus molekul	O ₂
Komponen	O ₂ ,N ₂ (21%O ₂ , 79%N ₂)
Berat molekul	31,999 g/mol
Wujud	Gas tidak berwarna
Titik didih pada 1 atm	-182,95 °C
Tekanan Kritis	-118,55 °C
Temperatur Kritis	50,45 bar
Densitas	1,326 g/cm ³ (gas)
Viskositas	0,02075 cP(gas)

2.3 Pengendalian Kualitas

Dalam pabrik pembuatan Asam Asetat ini diperlukan sebuah sistem monitoring dan pengendalian dalam proses produksinya. Hal ini perlu dilakukan agar didapatkan produk sesuai dengan kualitas dan spesifikasi yang telah direncanakan. Segala bentuk monitoring dan pengendalian dalam proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang tinggi dengan kuantitas produksi yang telah direncanakan. Bentuk pengendalian yang perlu dipersiapkan antara lain

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Tahapan awal sebelum proses produksi, harus diperhatikan bahan baku yang akan digunakan memiliki kualitas yang bagus dan sesuai spesifikasi produk yang diinginkan. Hal ini bertujuan agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang sesuai serta agar tidak memerlukan banyak proses untuk meningkatkan kualitas bahan baku yang nantinya akan menambah biaya operasional produksi dan dapat digunakan dalam proses produksi secara optimal untuk menghasilkan produk sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Bahan baku utama yang digunakan pada proses ini ialah Asetaldehid.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian kualitas pada proses produksi terdiri dari rangkaian peralatan yang berfungsi sebagai sistem pengontrol yang berjalan secara otomatis dengan menggunakan indikator tertentu sesuai kebutuhan dan perencanaan. Berbagai bentuk monitoring dan pengendalian jalannya operasi produksi dilakukan

menggunakan rangkaian alat pengendali yang terpusat di control room. Hal ini bertujuan agar mempermudah monitoring dan pengendalian ketika proses produksi sedang berlangsung. Apabila ada kesalahan pada proses produksi yang sedang berjalan dapat diketahui melalui sinyal dan indikator yang berupa lampu, bunyi alarm. Sehingga kesalahan tersebut bisa dengan cepat diperbaiki seperti semula kembali ke jalur prosedur proses produksi yang telah ditentukan. Berikut ini beberapa alat control yang digunakan pada proses pengendalian diantaranya ialah :

a. Level Controller

Berfungsi sebagai pengendali volume cairan pada tangki, apabila kondisi di dalam tangki tidak sesuai dengan kondisi yang ditetapkan sesuai prosedur maka dapat diketahui dengan adanya nyala lampu maupun bunyi alarm. Alat ini dipasang pada dinding tangki dengan ketinggian yang disesuaikan dengan prosedur produksi.

b. Flow Rate Controller

Berfungsi sebagai pengendali banyaknya aliran yang masuk maupun keluar pada proses produksi. Banyaknya aliran yang masuk maupun keluar disesuaikan dengan prosedur produksi yang sudah ditetapkan sebelumnya.

c. Pressure Controller

Merupakan alat yang berfungsi mengatur tekanan masuk dan tekanan keluar pada proses produksi. Hal ini dilakukan untuk mengendalikan besarnya tekanan yang terjadi di dalam sistem. Apabila kondisi operasi pada sistem belum sesuai dengan

prosedur produksi maka dapat diketahui melalui adanya nyala lampu maupun bunyi alarm.

d. Temperature Controller

Berfungsi mengatur besaran suhu yang ada di dalam sistem. Apabila suhu yang ada tidak sesuai dengan prosedur produksi maka dapat diketahui melalui adanya nyala lampu ataupun bunyi alarm.

2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk bertujuan agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang sesuai dengan spesifikasi yang sudah direncanakan. Dengan menggunakan bahan baku dan proses yang baik maka diharapkan produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap variable-variabel proses melalui system kontrol agar sesuai dengan set point yang telah ditetapkan. Bentuk pengawasan dan pengendalian kualitas produk dapat dilakukan dengan uji karakteristik produk seperti densitas, viskositas, kemurnian produk dan komposisi pembentuk produk yang dapat dilakukan melalui analisa laboratorium maupun penggunaan alat control.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Bahan baku Asetaldehid dengan konsentrasi 99% yang disimpan di dalam Tangki (T-01) dialirkan menuju ke Reaktor (R-040) sebagai umpan. Oksigen yang direaksikan diperoleh dari udara bebas dengan cara mengkompresikan udara ke reaktor pada tekanan kompresi sebesar 2,4 atm. Kondisi operasi di dalam reaktor adalah suhu 150 °C dan tekanan 2,4 atm dengan perbandingan mol Asetaldehid dan Oksigen dalam reaktor adalah 1:2 Reaktor yang dipakai adalah reaktor *fixed bed multitube* dan reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis. Untuk menjaga suhunya tetap 150 °C, panas reaksi yang timbul diambil media air pendingin dalam reaktor.

Produk reaktor yang berupa campuran gas kemudian dialirkan menuju separator untuk memisahkan sisa udara O₂ dan N₂ dari campuran produk hasil keluaran reaktor dengan kondisi operasi pada tekanan 2,4 atm dan suhu 150 °C. Oksigen dan nitrogen merupakan komponen yang tidak dapat terkondensasi maka bisa dipisahkan dengan sempurna dari campuran asam asetat. kemudian dialirkan menuju *separator* (SP- 050) untuk dipisahkan antara fase gas dan fase cairnya, yang mana pada fase gas ada komponen O₂ dan N₂, kemudian pada fase cair terdapat H₂O, CH₃CHO, dan CH₃COOH. Fase gas keluar melalui laju atas *separator* sedangkan fase cair keluar melalui laju bagian bawah *separator*, yang mana

dialirkan menuju ke *Menara Distilasi* untuk memisahkan airnya sekaligus memurnikan produk asam asetat menjadi 99 %.

Keluaran Separator SP-050 kemudian dialirkan menuju MD-060 untuk memisahkan airnya sekaligus memurnikan produk asam asetat menjadi 99 %. Umpan masuk dengan suhu 55 °C pada tekanan 1 atm. Hasil atas keluar dengan suhu 80°C pada tekanan 1 atm dengan laju alir sebanyak 478,33 kg/jam dengan kemurnian asam asetat 70% yang selanjutnya akan dialirkan menuju unit pengolahan limbah. Hasil atas keluar dengan suhu 118°C pada tekanan 1 atm dengan laju alir sebanyak 6400 kg/jam untuk asam asetat dengan kemurnian 99% untuk hasil bawah *Menara Distilasi* kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan produk dalam kondisi suhu 30 °C pada tekanan 1 atm.

3.2 Spesifikasi Alat/Mesin produksi

3.2.1 Tangki Penyimpanan

Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Spesifikasi	Tangki 1 (T-010)	Tangki 2 (T-0)
		Bahan Baku (Asetaldehid)
Fungsi	Menyimpanan bahan baku	Menyimpanan produk asam

	Asetaldehid	asetat 99%
Waktu Penyimpanan	7 Hari	15 Hari
Kondisi Penyimpanan	cair	cair
Kapasitas	1678 m ³	2705 m ³
Diameter	6 m ³	15 m ³
Tinggi	18 m ³	5 m ³
Inside dish depth	3 m ³	7,5 m ³
Jumlah tangki	3	1
Harga	\$379900	\$525400
Tipe	Tangki horizontal dengan <i>spherical roof</i>	
Material	Stainless steel 316L	

3.2.2 Reaktor (R- 030)

Tabel 3.2 Spesifikasi Reaktor (R-030)

Spesifikasi Reaktor

Fungsi	Mereaksikan Asetaldehid dengan Udara menjadi Asam Asetat
Tipe	<i>Fixed Bed Multitube Reactor</i>
Kondisi Operasi	
Tekanan masuk	2,4 bar
Tekanan Keluar	2,4 bar
Suhu umpan masuk	150 °C
Suhu umpan keluar	204 °C
Spesifikasi	
Panjang reaktor	6,5 m
Volume reaktor	5,6924
Waktu tinggal	0,000109426
Diameter shell	1 in
Jumlah tube	614
Harga	\$ 903.300
Material	Stainless steel SA 304

3.2.3 Menara Distilasi (MD-060)

Tabel 3.3 Spesifikasi Menara Distilasi (MD-060)

Spesifikasi Menara Distilasi	
Fungsi	Meningkatkan konsentrasi asam asetat keluaran separator
Kondisi operasi feed	
Tekanan (atm)	1 atm
Suhu (°C)	55 °C
Kondisi operasi top	
Tekanan (atm)	1 atm
Suhu (°C)	80 °C
Kondisi operasi bottom	
Tekanan (atm)	1 atm
Suhu (°C)	118 °C
Dimensi Menara Distilasi	
Jumlah Plate	12
Tinggi menara (m)	10,9 m

Diameter menara (m)	0,6 m
Harga	\$ 296.800
Tipe	Sieve Plate Distillation Tower
Material	<i>Stainless Steel tipe 304</i>

3.2.4 Vaporizer (VP-020)

Tabel 3.4 Spesifikasi Vaporizer (VP-020)

Spesifikasi vaporizer	
Fungsi	Menguapkan asetaldehid sebagai umpan reaktor dari suhu 30 °C menjadi 150 °C
Tipe	<i>shell and tube heat exchanger</i>
Beban panas	6,94 GJ/h
Luas Transfer panas	63,7453 m ²
Kebutuhan pemanas	3500
Pemanas	Steam 100 psi
Passes of shell	1

OD shell	32 in
OD tube	0,025 m
Panjang pipa	20 feet
Jumlah pipa	518
Susunan pipa	Triangular
Harga	\$ 221.900
Material	Stainless steel 304

3.2.5 Separator (SP-040)

Tabel 3.5 Spesifikasi Separator

Spesifikasi separator	
Kode alat	SP - 040
Fungsi	Memisahkan fase uap asetaldehid dari campuran asam asetat sebelum menuju menara distilasi
Kondisi operasi	55 °C (1 atm)
Tinggi	3,65 m

Diameter	1,06 m
Harga	\$ 144000
Tipe	Vertical drum single stage separator
Bahan	Stainless steel 304

3.2.6 Alat penukar panas

Tabel 3.6 Spesifikasi Alat penukar panas

Spesifikasi alat penukar panas		
Kode	HE-02	
Fungsi	Memanaskan udara sebelum masuk reaktor dari 141°C menjadi 150 °C	
Tipe	Shell and tube	
Fluida panas	Saturated steam 100 psi	
Fluida dingin	udara	
Luas Transfer panas	11,329 m ²	
Kebutuhan fluida :	8 kg	
Spesifikasi :	Shell	Tube
OD	14 inch	0,025 m
Panjang	20 feet	20 feet
Material	<i>Stainless steel 304</i>	
Harga	\$ 90.300	

Tabel 3.7 Spesifikasi Alat penukar panas

Spesifikasi alat penukar panas						
Kode	CL-04		CL-05		CL-0	
Fungsi	Mendinginkan hasil atas keluaran MD-0 dari suhu 79°C menjadi 30°C		Mendinginkan hasil bawah keluaran MD-0 dari suhu 118°C menjadi 30°C		Mendinginkan hasil keluar reaktor (R-0) dari suhu 150°C menjadi 50°C	
Tipe	Shell and tube		Shell and tube		Shell and tube	
Fluida panas	Saturated steam 100 psi		Saturated steam 100 psi		Saturated steam 100 psi	
Fluida dingin	Air pendingin		Air pendingin		Produk reaktor	
Luas Transfer panas	1,49935 m ²		47,8355 m ²		60,149 m ²	
Kebutuhan fluida :	23 kg		564 kg		4874 kg	
Spesifikasi :	shell	Tube	shell	Tube	shell	Tube
OD	6 5/8 in	0,025 m (1 inch)	26 in	0,025 m (1 inch)	30 in	0,025 m (1 in)

Panjang	20 feet	6,096 m (20 feet)	20 feet	6,096 m (20 feet)	20 feet	20 feet
Material	Stainless steel 304		Stainless steel 304		Stainless steel 304	
Harga	\$ 80.300		\$ 121.900		\$ 126.300	

Tabel 3.8 Spesifikasi Alat penukar panas (lanjutan)

Spesifikasi alat penukar panas		
Kode	RB-0	CD-0
Fungsi	Menguapkan sebagian hasil bawah MD pada suhu 118°C menjadi suhu 30°C	Mengembunkan keluaran atas MD dari suhu 79°C menjadi 30°C
Tipe	Shell and tube	Shell and tube
Fluida panas	Saturated steam	Saturated steam
Fluida dingin		
Luas Transfer panas	21,9091 m ²	6,95633 m ²

Kebutuhan fluida :				
Spesifikasi :	Shell	Tube	Shell	Tube
ID	14,8 in	-	12 in	-
OD	-	0,0254 m	-	0,0254 m
Panjang	20 feet	6,096 m	20 feet	6,096 m
Material	Stainless steel 304		Stainless steel 304	
Susunan tube	Triangular pitch		Triangular pitch	
Harga	\$ 112.700		\$ 83.100	

3.2.7 Kompresor

Tabel 3.9 Spesifikasi Kompresor

Spesifikasi Kompresor	
	Kompresor 1 (C-031)
Fungsi	Menaikkan tekanan umpan O ₂ dari udara menuju reaktor
Kondisi operasi masuk	25°C (1 atm)

Kondisi operasi keluar	141°C (2,4 atm)
Laju alir umpan	12183,7 kg/h
Laju volumetrik gas	Laju alir umpan/ 1,179
Power kompresor	401,5
Efisiensi	70%
Harga	\$1.525.400
Tipe kompresor	sentrifugal

3.2.8 Expansion valve

Tabel 3.10 Spesifikasi Expansion valve

Spesifikasi expansion valve	
Fungsi	Menurunkan tekanan dari reaktor menuju separator dari 2,3 atm menjadi 1 atm
Kondisi operasi masuk	50 °C (2,3 atm)
Kondisi operasi keluar	39 °C (1 atm)

3.2.9 Mixer

Spesifikasi Mixer

Fungsi	Mencampurkan Bahan Baku Asetaldehid dan Udara
Kondisi operasi masuk	150 °C (2,3 atm)
Kondisi operasi keluar	150 °C (2,4 atm)

Berdasarkan tinjauan spesifikasi bahan baku dan produk, kondisi operasi dan ekonomi pabrik Asam Asetat dari Asetaldehid dan udara termasuk kedalam pabrik yang beresiko rendah

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Neraca massa

Tabel 3.11 Neraca massa di vaporizer (VP-020)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	S2	S12
CH₃CHO	7029	7029
CH₃COOH	0	0
O₂	0	0
N₂	0	0
H₂O	781	781

Total	7810	7810
--------------	------	------

Tabel 3.12 Neraca massa di Reaktor (R-040)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	S4	S5
CH₃CHO	7029	1163
CH₃COOH	0	7995
O₂	2837	707
N₂	9345	9345
H₂O	781	781
Total	19993	19993

Tabel 3.13 Neraca massa di Separator (SP-040)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	S19	S7	Udara 2
CH₃CHO	1163	98	1064

CH₃COOH	7995	6808	1187
O₂	707	0	707
N₂	9345	0	9345
H₂O	781	275	505
Total	19993	19993	

Tabel 3.14 Neraca massa di Menara distilasi (MD-060)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)		
	S7	S1	S6	S9
CH₃CHO	98	92	0	6
CH₃COOH	6808	409	6399	

				0
O₂	0	0	0	0
N₂	0	0	0	0
H₂O	275	274	0	0
Total	7184	7184		

3.3.2 Neraca Panas

Tabel 3.15 Neraca massa Neraca Panas di Pompa (P-01)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	0	0
Output	0	0
Total	0	0

Tabel 3.16 Neraca Panas di Vaporizer (VP-020)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	0	0
Output	0	6.944.548
Q	6.944.548	0
Total	6.944.548	6.944.548

Tabel 3.17 Neraca panas di Compressor (C-031)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	0	0
Output	0	1.469.483
W	1.469.483	0
Total	1.469.483	1.469.483

Tabel 3.18 Neraca panas di Heater (HE-032)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	1.469.483	
Output		1485654,613
Q	16.172	
Total	1.485.655	1485654,613

Tabel 3.19 Neraca panas di mixer

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	1.485.655	
Input	6.944.548	

Output		8.430.203
Total	8.430.203	8.430.203

Tabel 3.20 Neraca panas di reaktor (R-030)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	8.430.203	
Output		11.197.580
Q	2.767.378	
Total	11.197.580	11.197.580

Tabel 3.21 Neraca panas dicooler setelah reaktor (CL-033)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	11.197.580	
Output		1.214.630
Q		9.982.950
Total	11.197.580	11.197.580

Tabel 3.22 Neraca panas di valve

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	1.214.630	
Output		1.214.630

Q		0
Total	1.214.630	1.214.630

Tabel 3.23 Neraca panas di Separator (SP-040)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	1.214.630	
Output		435.858
Output		1.684.653
Q	905.881	
Total	2.120.511	2.120.511

Tabel 3.24 Neraca panas di Menara distilasi (MD-050)

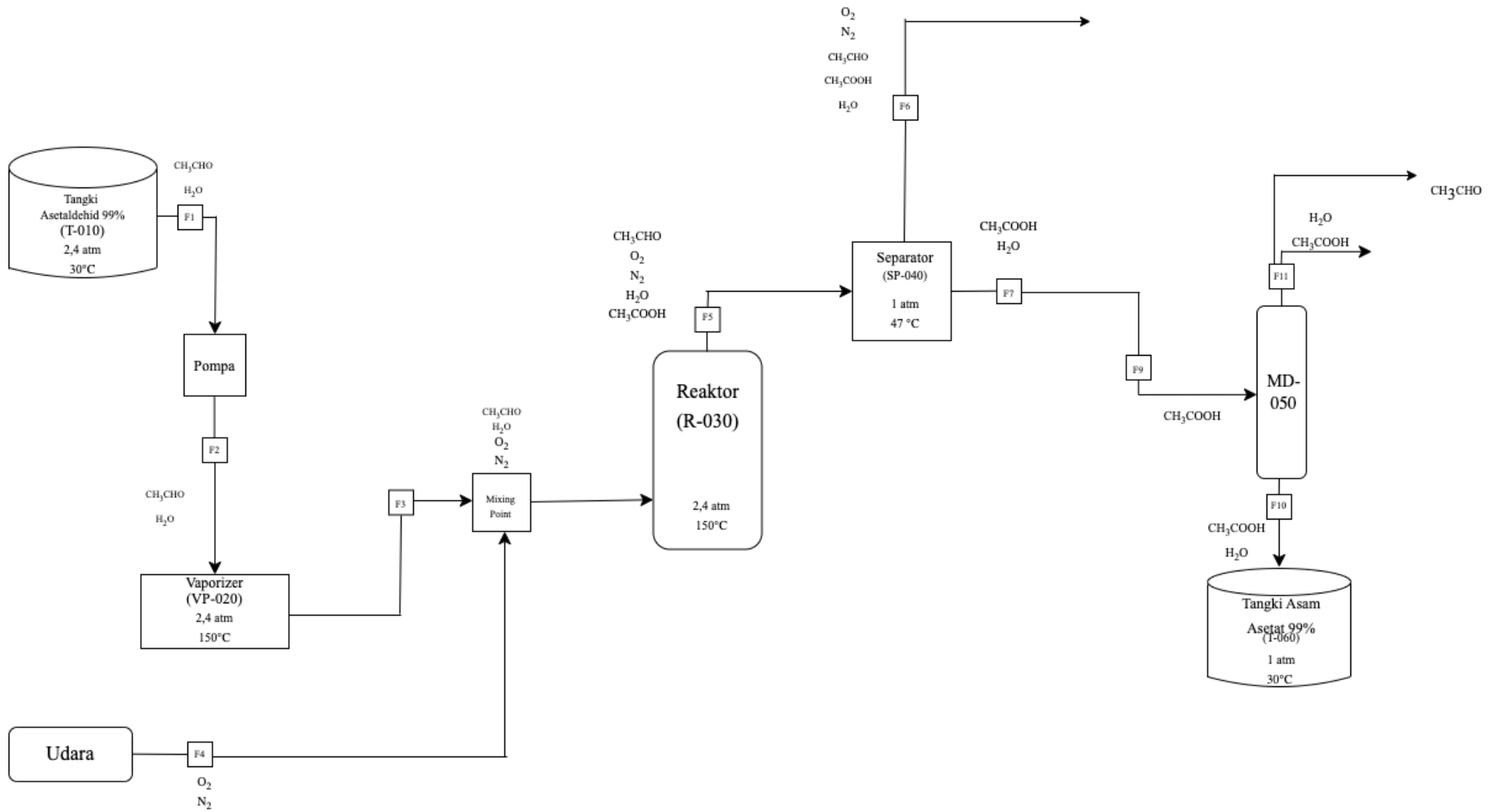
	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	435.858	
Output	0	78.375
Output		1.473.094
Output		5.062
Q	1.120.673	
Total	1.556.532	1.556.532

Tabel 3.25 Neraca panas Cooler setelah Menara Distilasi (CL-034)

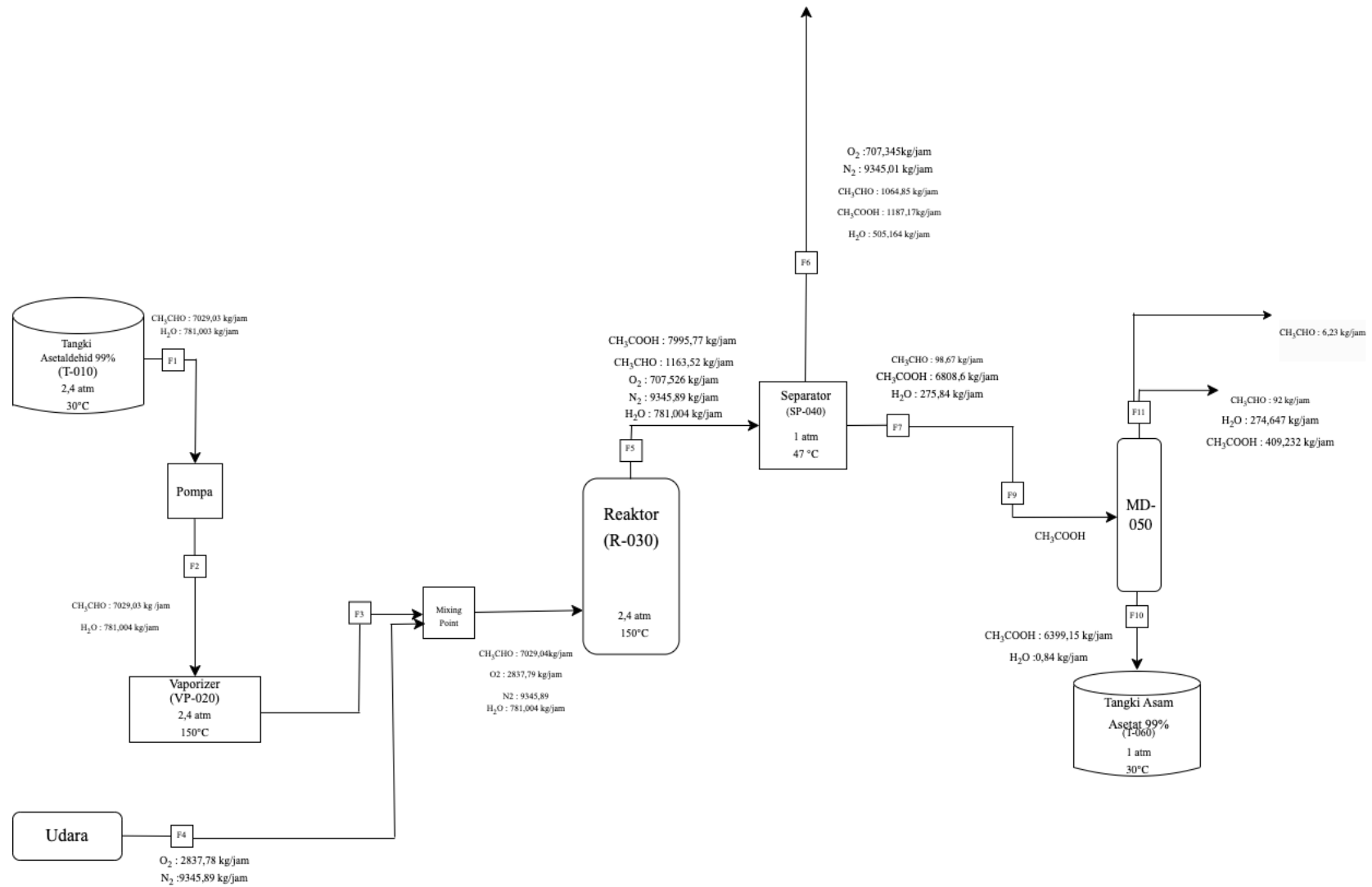
	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	78.375	
Output		31.145
Q		47.230
Total	78.375	78.375

Tabel 3.26 Neraca panas Cooler setelah Menara Distilasi (CL-035)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Input	1.473.094	
Output		316.400
Q		1.156.694
Total	1.473.094	1.473.094



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Dalam perancangan suatu pabrik penentuan lokasi pendirian pabrik adalah suatu hal yang sangat penting. Dengan pemilihan lokasi pabrik yang cukup strategis maka akan memberikan dampak yang cukup baik terkhususnya pada nilai ekonomi pabrik itu sendiri. Pabrik Asam Asetat dengan kapasitas produksi 60.000 ton/tahun. direncanakan akan didirikan di Dusun II, Kragilan, Kec. Mojosongo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah

Adapun beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung memberikan dampak pada tujuan utama pendirian suatu pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah:

1. **Ketersediaan Bahan Baku**

Lokasi pendirian pabrik sebaiknya dekat dengan pusat perolehan bahan baku untuk mengurangi biaya transportasi dari bahan baku itu sendiri. Sebagian besar bahan baku yang digunakan pabrik ini dibeli dari PT. Indo Acidataam Chemical Industry yang berlokasi di Solo, Jawa Tengah.

2. **Pemasaran**

Di Indonesia Asam Asetat banyak digunakan sebagai salah satu bahan penunjang industri lainnya seperti Cellulose Acetate, Vinyl Acetate, Acetic Anhydride, Purified Terephthalic Acid (PTA), Industri tekstil, food additive dan industri plastik.

3. Utilitas

Proses produksi suatu pabrik perlu didukung dengan adanya komponen penunjang seperti air, listrik dan bahan bakar. Ketersediaan komponen penunjang yang melimpah akan mempermudah proses produksi pabrik.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

5. Transportasi

Pemilihan lokasi pabrik yang sudah memiliki fasilitas transportasi yang baik menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan. Tersedianya jalan raya yang memadai, dekat dengan pusat transportasi baik darat (Tol), laut (pelabuhan) dan udara menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan lokasi suatu pabrik.

6. Letak Geografis

Daerah Solo - Jawa Tengah merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan letaknya yang strategis, Daerah Solo dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri. Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari

pertimbangan tersebut maka area tanah yang tersedia memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung memberikan dampak pada proses industri. Namun memberikan dampak yang cukup signifikan dalam keberlangsungan proses produksi suatu pabrik. Faktor sekunder yang dipertimbangkan dalam penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Perluasan Area Unit

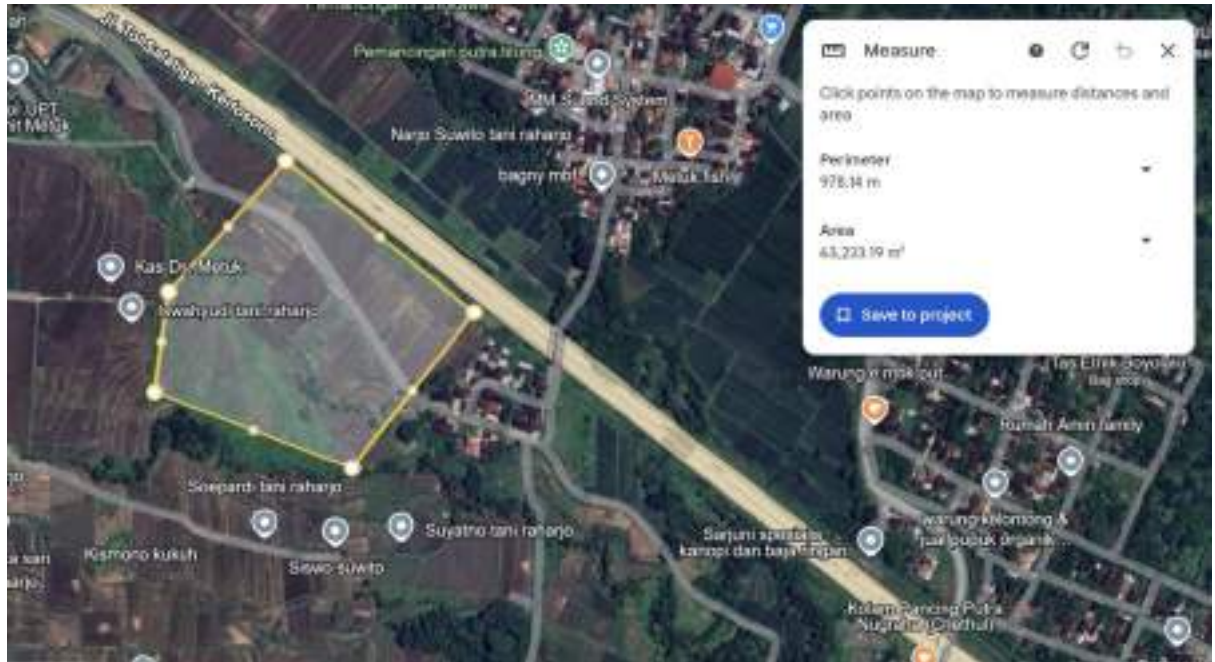
Pemilihan lokasi pabrik yang berada di Kawasan industri strategis memungkinkan adanya perluasan area pabrik yang tidak mengganggu pemukiman penduduk sekitar.

2. Perizinan

Pendirian pabrik dilokasi Kawasan industri strategis memudahkan proses perizinan pendirian pabrik.

3. Sarana dan Prasarana

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



Gambar 4.1 Lokasi pabrik

4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)

Tata letak pabrik atau plant layout merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Tujuan utama dari tata letak pabrik ini adalah untuk meminimalisir biaya dan meningkatkan efisiensi dalam pengaturan segala fasilitas produksi dan area kerja sehingga proses produksi dan area kerja sehingga proses produksi dapat berjalan lancar, efektif dan efisien. Desain tata letak pabrik harus seefisien mungkin baik dari segi fungsi maupun ekonomi agar dapat memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik serta pabrik dapat berjalan maksimal. Berikut faktor-faktor yang perlu diperhatikan :

- a. Urutan proses produksi
- b. Pengembangan lokasi baru atau penambahan perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang
- c. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku

- d. pemeliharaan dan perbaikan
- e. Kepuasan dan keselamatan kerja sehingga memberikan suasana kerja yang nyaman, aman, tertib dan rapi sehingga kinerja menjadi lebih baik.
- f. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan, dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- g. Masalah pembuangan limbah
- h. Service Area, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya. Diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

4.2.1 Perkantoran

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik, serta untuk urusan dengan pihak luar maupun pihak dalam pabrik itu sendiri. Daerah ini biasanya berada di bagian depan area pabrik.

4.2.2 Produksi

Daerah produksi adalah tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat-alat proses dan ruang pengendalian (controll room). Daerah ini berada di tempat yang terpisah dengan daerah lainnya berfungsi untuk keamanan.

4.2.3 Instalasi dan Utilitas

Daerah instalasi dan utilitas merupakan tempat yang menyediakan kebutuhan-kebutuhan penunjang proses, seperti kebutuhan air, steam pemanas, air pendingin, listrik dan bahan bakar.

4.2.4 Fasilitas Umum

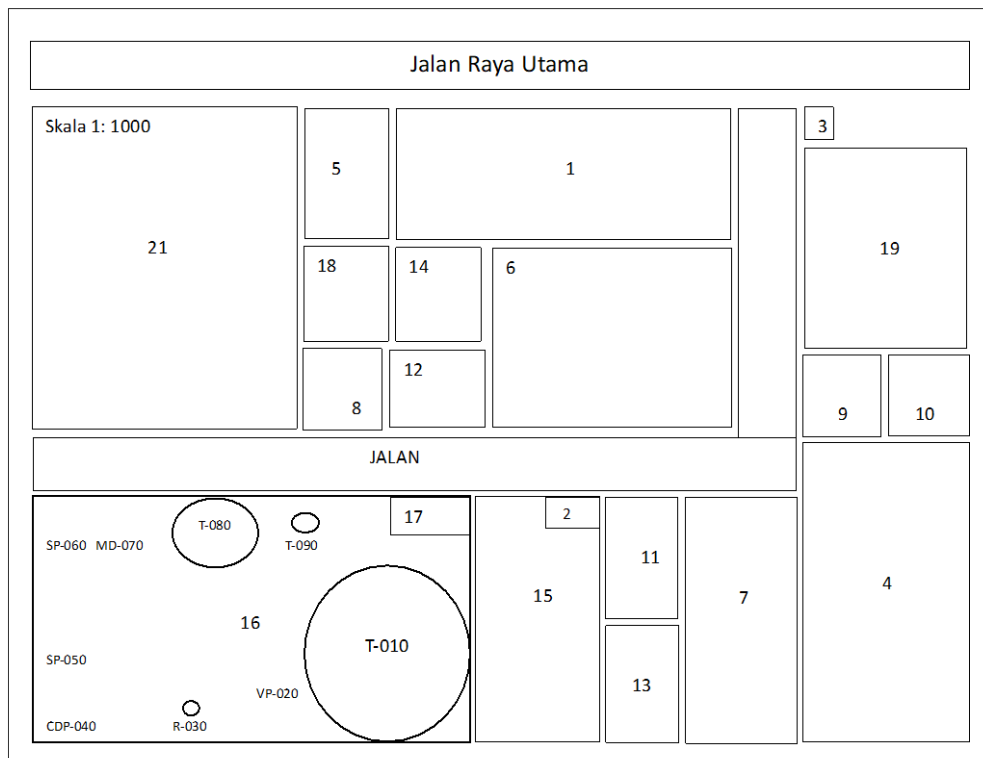
Daerah ini merupakan pusat fasilitas umum yang dapat digunakan oleh karyawan meliputi mess/tempat tinggal karyawan, poliklinik, tempat ibadah, kantin, taman dan sebagainya.

4.2.5 Keamanan

Keamanan adalah tempat untuk menyimpan alat-alat keamanan dalam rangka mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan apabila terjadi ledakan, asap, kebakaran, kebocoran gas beracun dan hal lainnya. Oleh karena itu, perlu disediakan alat pemadam kebakaran di beberapa titik yang berbahaya yang dapat memicu kebakaran.

4.2.6 Pengolahan Limbah

Pendirian suatu pabrik juga harus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Untuk itu perlu adanya daerah khusus yang digunakan sebagai tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian lebih lanjut untuk memastikan batas komponen berbahaya yang terkandung sehingga aman jika dibuang ke lingkungan.



Gambar 4.2 Pengolahan limbah

4.2.7 Perluasan

Tabel 4.1 Perluasan pabrik

No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Kantor Utama	90	32	2.856
2	Control Utilitas	10	9	89
3	Pos Keamanan	5	5	27
4	Mess Karyawan	35	53	1.881
5	Kantor Teknik	25	32	802

6	Area Parkir	61	42	2.552
7	Parkir Truk	30	44	1.339
8	Klinik	20	18	366
9	Masjid	16	16	261
10	Kantin	16	16	261
11	Bengkel	30	21	642
12	Unit Pemadam Kebakaran	30	18	548
13	Gudang Peralatan	30	21	638
14	Laboratorium	25	21	535
15	Utilitas	44	44	1.939
16	Area Proses	117	44	5.177
17	Control room Proses	17	9	153
18	Ruang K3	25	21	535
19	Taman	63	35	2.246
20	Jalan	219	12	1.748
21	Perluasan Pabrik	95	97	9.139

4.3 Tata Letak Alat Proses (Process plant & equipment)

Dalam perencanaan tata letak alat proses ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, seperti :

4.3.1 Aliran bahan baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan proses produksi.

4.3.2 Aliran Udara

Aliran udara didalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin agar dapat menjaga keselamatan paratenaga kerja yang bekerja di ketinggian dan agar gas buangan pabrik tidak mengarah ke area perumahan warga.

4.3.3 Penerangan

Penerangan pada seluruh pabrik harus memadai dan sesuai standar pabrik, terpenting pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi perlu dijaga agar tidak terjadi ledakan atau percikan pada penerangan di tempat-tempat proses tersebut berlangsung hal ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan dalam pabrik.

4.3.4 Lalu lintas dan Transportasi

Lalu lintas dalam segi manusia dan kendaraan di area proses harus menjadi perhatian termasuk jarak antar alat, lebar jalan dan kemudahan akses bagi karyawan untuk mencapai alat-alat proses. Hal ini dilakukan agar apabila terjadi gangguan pada alat, karyawan dapat dengan

cepat untuk memperbaiki sehingga dapat meminimalisir potensi bahaya yang dapat ditimbulkan. Sistem transportasi yang baik juga dapat meningkatkan keselamatan dan keamanan tenaga kerja dan keberlangsungan proses produksi.

4.3.5 Jarak Antar Alat Proses

Dalam mengatur tata letak alat proses, jarak antar alat proses harus diperhitungkan secara cermat, terutama pada alat-alat yang beroperasi pada suhu dan tekanan yang tinggi. Jarak antar alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, maka dari itu apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak akan membahayakan alat proses lainnya.

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Asam Asetat ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang modal awalnya diperoleh dari penjualan saham, dimana tiap pemegang saham turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut.

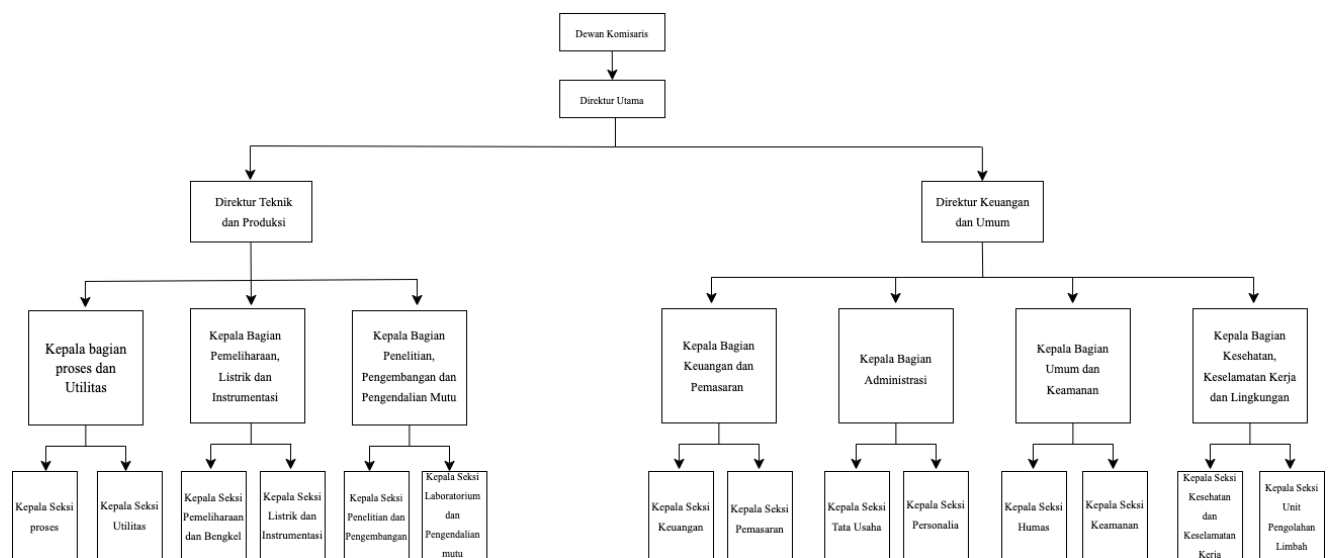
- a. Mudah Mendapatkan Modal

4.4.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu

perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik agar dapat memahami posisi masing-masing. Berikut merupakan jenjang kepemimpinan dalam perusahaan, yaitu:

- a. Dewan Komisaris
- b. Direktur Operasi dan Produksi
- c. Direktur Administrasi dan Umum
- d. Kepala Bagian
- e. Kepala Seksi
- f. Karyawan dan Operator



Gambar 4.3 Struktur organisasi

4.4.3 Tugas dan Wewenang

- a. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham juga merupakan pemilik perusahaan. Tugas dan Wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur.
2. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
3. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam setahun.

b. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan bertanggung jawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut :

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

c. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut :

1. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan.
2. Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
3. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.

4. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
5. Mengkoordinir kerjasama antara direktorat, bagian dan seksi di bawahnya.

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, antara lain:

1. Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:
 - a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik,
 - b. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.
2. Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:
 - a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
 - b. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

d. Bagian

Setiap bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktorat yang menaunginya. Bagian-bagian tersebut terdiri dari:

- a. Bagian Proses dan Utilitas
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.
- b. Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

c. Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

d. Bagian Keuangan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pengelolaan keuangan, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

e. Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.

f. Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, kesekretariatan dan pengembangan sumber daya manusia.

g. Bagian Umum dan Keamanan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan masyarakat umum serta menjaga keamanan perusahaan.

h. Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan.

Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.

e. Seksi

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya.

Seksi-seksi tersebut terdiri dari:

1. Seksi Proses

Bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.

2. Seksi Utilitas

Bertanggung jawab dalam penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

3. Seksi Pemeliharaan dan bengkel

Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukung proses produksi.

4. Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.

5. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

6. Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.

7. Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis di bidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta aset perusahaan.

8. Seksi Personalia

Bertanggung jawab dalam melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian dan pengembangan sumber daya manusia.

9. Seksi Hubungan Masyarakat

Bertanggung jawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri industri lain.

10. Seksi Keamanan

Bertanggung jawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

11. Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Bertanggung jawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

12. Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.

f. Staf Ahli

Staf Ahli bertugas memberi masukan, baik berupa saran, nasihat, dan pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan. Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik, keuangan dan pemasaran maupun sumber daya manusia dan umum. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang sebagai berikut:

1. Memberikan nasihat dan saran dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi
3. Mempertinggi efisiensi kerja

4.4.4 Status Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

a. Status Karyawan

Berdasarkan statusnya karyawan dibedakan menjadi beberapa golongan, antara lain:

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari direksi. Dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) dari direksi. Dan mendapat gaji harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan borongan merupakan karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja. Karyawan ini menerima gaji borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

b. Penggolongan Karyawan

Jabatan dalam struktur organisasi perusahaan diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan dan keahlian sesuai jabatan dan tanggung jawabnya. Karyawan pada perusahaan ini terdiri dari beragam jenjang 81 pendidikan, mulai dari lulusan Sekolah Menengah Pertama (SMP) hingga Magister (S-2).

Tabel 4.2 penggolongan jabatan beserta jenjang pendidikannya

Jabatan	Pendidikan
Komisaris Utama	S2
Direktur Utama	S2
Kepala Bagian	S1

Kepala Seksi	S1
Staff Ahli	S1
Sekretaris	S1
Karyawan dan Operator	D3/S1
Dokter	S1
Perawat	D3/S1
Supir	SMP-SMA
Cleaning Service	SMP-SMA

c. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan pada perusahaan harus diperhitungkan secara cermat agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif dan efisien. Jumlah karyawan pada setiap posisi tergantung pada kebutuhan.

4.4.5 Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan

a. Pembagian Jam Kerja

Pabrik Asam Asetat akan beroperasi 330 Hari selama satu tahun dalam 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan, atau shutdown. Berdasarkan jam kerja, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan non-shift (harian) dan karyawan shift.

1. **Karyawan non shift**

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan non shift adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta seluruh yang tugasnya berada di kantor. Karyawan non shift dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut:

Senin s.d. Kamis : 08.00 s.d 17.00 WIB (istirahat 12.00 s.d. 13.00)

Jumat : 08.00 s.d. 17.00 (istirahat 11.30 s.d. 13.30)

Sabtu s.d. Minggu : Hari libur, termasuk hari libur nasional

2. Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi sehingga tidak dapat ditinggalkan. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, termasuk petugas keamanan yang menjaga keamanan selama proses produksi berlangsung. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pengaturan sebagai berikut :

Shift Pagi : 08.00 s.d. 17.00

Shift Sore : 17.00 s.d. 00.00

Shift Malam : 00.00 s.d. 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Setiap kelompok mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk

setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk.

b. Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan ini terbagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Gaji Bulanan Gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya.
2. Gaji Harian Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian dan karyawan borongan.
3. Gaji Lembur Gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Tabel 4.3 Jenis Jabatan dan Penggolongan Gaji

NO	JABATAN	JUMLAH	GAJI/BULAN	TOTAL GAJI
1.	Dewan Komisaris	1	Rp 55.000.000	Rp 55.000.000
2.	Direktur Utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
3.	Direktur Operasi dan Produksi	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
4.	Direktur Administrasi dan Umum	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
5.	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
6.	Ka. Bag. Perencanaan dan pemeliharaan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
7.	Ka. Bag. Teknologi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
8.	Ka. Bag. Administrasi Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
9.	Ka. Bag. PSDM	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000

10.	Ka. Bag. Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
11.	Ka. Bag. IT	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
12.	Ka. Sek Proses	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
13.	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
14.	Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
15.	Ka. Sek. Operasi dan Pemeliharaan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
16.	Ka. Sek. Administrasi Pemasaran	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
17.	Ka. Sek. Administrasi Penjualan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
18.	Ka. Sek. Pengolahan Energi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
19.	Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
20.	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
21.	Ka. Sek. Pelayanan Umum	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
22.	Ka. Sek. Akutansi Biaya	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
23.	Ka. Sek. Pelapor Keuangan dan Manajemen	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
24.	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
25.	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
26.	Karyawan Pemasaran	2	Rp 10.000.000	Rp 50.000.000
27.	Karyawan K3	3	Rp 10.000.000	Rp 30.000.000
28.	Karyawan Kas / Anggaran	3	Rp 10.000.000	Rp 30.000.000
29.	Karyawan Proses	8	Rp 7.000.000	Rp 56.000.000
30.	Karyawan Utilitas	6	Rp 7.000.000	Rp 42.000.000
31.	Karyawan Pemeliharaan	3	Rp 7.000.000	Rp 21.000.000

32.	Karyawan IT	3	Rp 4.500.000	Rp 13.500.000
33.	Karyawan Pengendalian Kualitas	3	Rp 7.000.000	Rp 21.000.000
34.	Karyawan Pelayanan umum	2	Rp 4.500.000	Rp 9.000.000
35.	Operator	30	Rp 4.100.000	Rp 123.000.000
36.	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
37.	Satpam	4	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
38.	Supir	4	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
39.	Cleaning Service	5	Rp 3.500.000	Rp 17.500.000
Total		105	Rp 622.600.000	Rp 1.000.000.000

4.4.6 Ketenagakerjaan

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

a. Tunjangan

Tunjangan karyawan terdiri dari :

1. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
2. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan
3. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja
4. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya idul fitri.

b. Hari Libur Nasional

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

c. Hak Cuti

Hak Cuti karyawan terdiri dari :

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

d. Fasilitas Karyawan

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

Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi :

1. Poliklinik

Poliklinik disediakan bertujuan untuk menjaga Kesehatan karyawan yang merupakan salah satu hal yang berpengaruh dalam efisiensi produksi pabrik.

Poliklinik yang disediakan ditangani oleh dokter dan perawat.

2. Tempat Ibadah

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

3. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) lain sebagai alat pengaman kerja.

4. Makan dan Minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh 88 perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncanakan akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk perusahaan.

5. Transportasi

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

c. Jaminan Ketanegakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial (BPJS).

BAB V

UTILITAS

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

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

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (Water Treatment System)

Unit penyediaan dan pengolahan air berfungsi sebagai penyedia kebutuhan air dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik.

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Dalam unit ini terjadi proses pengolahan air baku menjadi air bersih, karena air yang berasal dari alam masih banyak mengandung kotoran (impurities) yang dapat menyebabkan kerak (fouling). Impurities yang terkandung dalam air ini terdiri dari suspended solid yaitu impurities yang tidak terlarut dan diproses pada proses klarifikasi serta dissolved solid yaitu impurities yang terlarut dan diproses pada

proses demineralisasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air baku baik secara fisik maupun kimia.

Air baku yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik asam fosfat ini berasal dari sungai Bengawan Solo. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut.

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

Secara umum, kebutuhan air yang diperlukan sebagai utilitas pabrik asam fosfat digunakan untuk keperluan sebagai berikut :

1. Air Domestik (Domestic Water)

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

- a) Air Jernih
- b) Tidak Berbau
- c) Tidak Berasa
- d) Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- e) Tidak beracun

2. Air Layanan Umum (Service Water)

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

3. Air Pendingin (Cooling Water)

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

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

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

- a) Besi, karena dapat menyebabkan korosi.
- b) Silika, karena dapat menyebabkan kerak.
- c) Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.
- d) Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada film corrosion inhibitor, penurunan heat exchanger coefficient dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

4. Air Umpan Boiler (Boiler Feed Water)

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

a) Zat yang menyebabkan korosi

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

b) Zat yang menyebabkan kerak

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

5. Air Proses

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

a) Air jernih

b) Tidak berbau

c) Tidak berasa

d) Tidak mengandung zat organik dan anorganik

5.1.2 Unit Pengolahan

Pengolahan air berfungsi untuk menghasilkan air yang dapat digunakan baik untuk menunjang proses produksi maupun kebutuhan-kebutuhan lainnya di seluruh area pabrik. Air baku dari Sungai Bengawan Solo harus mengalami beberapa tahap

pengolahan baik secara fisik maupun kimia agar dapat digunakan. Tahapan-tahapan pengolahan air di pabrik asam fosfat ini adalah sebagai berikut.

1. Penyaringan Awal / Screen (WF)

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal dimana air sungai dilewatkan Screen (penyaringan awal) yang berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian baru dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak pengendap (B-01)

Air laut setelah melalui filter dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran yang mudah mengendap karena ukurannya yg masih cukup besar tetapi lolos dari penyaring awal (screen). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak penggumpal (B-02)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia.

Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($Al_2(SO_4)_3$) dan Na_2CO_3 .

4. Clarifier (C-01)

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke Clarifier untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan ke dalam clarifier yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan agitator. Air keluar clarifier dari bagian pinggir secara overflow

sedangkan sludge (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di blow down secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring/sand filter (B-03)

Setelah keluar dari clarifier air kemudian dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. penyaringan dan pengendapan secara bertahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa air benar benar bersih dr pengotor sehingga aman digunakan untuk proses produksi maupun kegiatan pabrik lainnya. Penyaringan pada tahap ini menggunakan sand filter yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. *Reverse Osmosis*

Air yang sudah melalui penyaringan di sand filter dialirkan ke dalam alat reverse osmosis untuk di desalinasi. Proses desalinasi merupakan proses untuk menghilangkan kadar garam yang ada di dalam air.

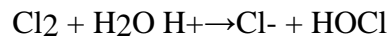
7. Bak Penampung Sementara (B-04)

Air yang sudah melalui proses sand filter kemudian dialirkan kedalam tangki penampung sementara. proses selanjutnya bergantung pada fungsi air tersebut karena setelah dari bak penampung sementara spesifikasi untuk air proses, air umpan boiler dan air pendingin berbeda dengan air yang digunakan untuk kegiatan selain proses produksi.

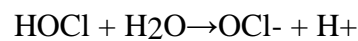
8. Tangki Karbon Aktif (TU-01)

Air setelah melalui bak penampung sementara (B-04) dialirkan ke Tangki Karbon Aktif (TU-01). Dalam Tangki Karbon Aktif ini Air ditambahkan dengan klor atau

kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Klor adalah zat kimia yang sering dipakai karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya adalah sebagai berikut :



Asam hipoklorid pecah sesuai reaksi berikut :



Kemudian air dialirkan ke Tangki Air Bersih (TU- 02) untuk keperluan air minum dan perkantoran.

9. Tangki air bersih (TU-02)

Tangki air bersih ini fungsinya untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

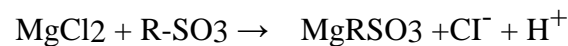
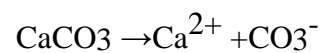
10. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (boiler) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada filtered water sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm, Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

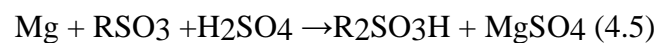
1. Cation Exchanger

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

Reaksi:



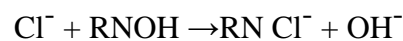
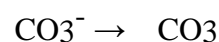
Dalam jangka waktu tertentu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat. Reaksi:



2. Anion Exchanger

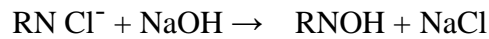
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut,

Reaksi:



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

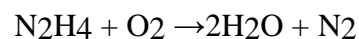
Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O₂). Air yang telah mengalami demineralisasi (polish water) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan Hidrazin (N₂H₄) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



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

d. Sistem Pendingin dan Menara Pendingin (Cooling Tower)

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif dan tidak menimbulkan kerak.

Maka perlu adanya penambahan komponen lain seperti:

1. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
2. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
3. Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat).

Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit- unit pendingin di pabrik.

5.1.3 Perhitungan Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Domestik (Domestic Water)

Tabel 5.1 Kebutuhan air domestik

Penggunaan	Jumlah kg/hari
Karyawan	425,75
Mess	5000
Total	5425,75

2. Kebutuhan Air Layanan Umum (Service Water)

Untuk kebutuhan service water diasumsikan sekitar 5300 kg/hari. Asumsi kebutuhan air ini kemudian digunakan untuk konsumsi umum seperti laboratorium, masjid, pemadam kebakaran, kantin, bengkel, dan lain-lain.

Tabel 5.2 Kebutuhan air layanan umum

No	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	Bengkel	100
2	Poliklinik	200
3	Laboratorium	400
4	Pemadam Kebakaran	1000
5	Kantin, Mushola dan kebun	3600

Total	221
-------	-----

3. Kebutuhan Air Pendingin (cooling water)

Kebutuhan air pendingin, atau cooling water, dalam sistem ini tercatat sebesar 0,075272 mmgal/h. Angka ini menggambarkan volume air yang diperlukan setiap jam untuk menjaga suhu peralatan atau proses tetap dalam batas optimal. Pengelolaan kebutuhan air pendingin yang tepat sangat penting untuk memastikan efisiensi operasional dan mencegah overheating, sehingga sistem dapat berfungsi dengan baik dan berkelanjutan.

Tabel 5.3 Kebutuhan air pendingin

Penggunaan	Kode	Jumlah kg/jam
Cooler	CL – 041	7.497,25
Cooler	CL – 061	7,572
Cooler	CL – 062	984,48
Condenser total	CD	378,64

4. Kebutuhan Air Umpan Boiler

Kebutuhan air umpan untuk boiler ditentukan sebesar 750 kg/jam. Jumlah ini mencerminkan kebutuhan air yang harus dipenuhi untuk menjaga operasi boiler tetap efisien dan aman. Dengan menyediakan jumlah air yang tepat, boiler dapat berfungsi dengan optimal, menghasilkan uap yang diperlukan untuk proses industri atau pembangkit listrik. Pengelolaan yang baik terhadap pasokan air umpan ini sangat penting untuk mencegah masalah seperti pembakaran tidak sempurna atau kerusakan pada sistem boiler.

5.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Unit pembangkit steam berfungsi untuk memenuhi kebutuhan steam pada proses produksi dengan cara menyediakan steam untuk boiler dengan spesifikasi sebagai berikut :

Kandungan oksigen keluar dari deaerator didesain tidak lebih besar dari 0,007 ppm. Hidrazin (N_2H_4), yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi pada *boiler* dengan kadar 5 ppm. Air pendingin air harus mempunyai sifat-sifat yang tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung mikroorganisme yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan kimia sebagai berikut:

1. Fosfat berguna mencegah timbulnya kerak
2. Chlorin untuk membunuh mikroorganisme
3. Zat dispersan untuk mencegah terjadinya penggumpalan.

5.2 Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System)

Demi memenuhi kebutuhan listrik pabrik, sumber listrik utama diambil dari PLN dan dipersiapkan generator cadangan untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada sumber listrik utama. Pada perancangan pabrik Asam Asetat ini kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan generator set sebagai cadangan dengan total kebutuhan listrik sebesar 510,364 kW.

Tabel 5.4 Rincian kebutuhan listrik pada pabrik asam asetat

No	Alat	kW
1.	Compressor	401,457

5.3 Unit Penyedia Udara Tekan (Instrument Air System)

Udara tekan memiliki peran yang sangat penting dalam sistem ini sebagai penggerak utama untuk berbagai instrumentasi yang diperlukan dalam operasional, seperti pengontrol tekanan, aliran, dan katup otomatis. Total kebutuhan udara tekan yang diperlukan untuk mendukung kinerja seluruh sistem mencapai 18,414 Nm³/jam, yang didistribusikan melalui 13 valve, masing-masing dengan konsumsi udara sebesar 0,283 Nm³/menit. Dengan demikian, sistem ini dirancang untuk memastikan pasokan udara tekan yang stabil dan efisien, dengan nilai specific consumption yang cukup rendah, yakni sebesar 0,0025 Nm³ per ton produk yang dihasilkan, sehingga dapat memaksimalkan efisiensi operasional dan mengurangi pemborosan energi.

5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertanggung jawab dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar yang digunakan baik pada alat proses, alat penunjang ataupun alat utilitas. Sebagian besar bahan bakar yang ada dimanfaatkan untuk pengoperasian generator dan boiler. Kebutuhan bahan bakar total sebesar 750 kg/h, dengan nilai specific consumption yakni sebesar 0,01 ton coal/ton produk.

BAB VI

EKONOMI

Dalam analisis finansial proyek industri, harga bahan baku memiliki dampak signifikan terhadap biaya produksi. Saat ini, harga asetaldehid berada di sekitar \$444/ton, sementara harga asam asetat tercatat sebesar \$1200/ton. Biaya operasional total (*total operating cost*) diperkirakan mencapai \$37.310.339,48 per tahun, yang mencakup semua pengeluaran yang diperlukan untuk menjalankan pabrik, termasuk biaya bahan baku, tenaga kerja, energi, dan biaya operasional lainnya. Dengan kapasitas pabrik sebesar 60.000 ton per tahun (180 ton per hari), didapatkan nilai pemasukan tahunan (*annual revenue*) perusahaan sebesar \$60.825.600. Oleh karena itu, laba tahunan yang dicatat perusahaan adalah \$7.054.578,16, ditetapkan pajak penghasilan perusahaan sebesar 30%.

Net Present Value (NPV) adalah salah satu indikator yang dapat digunakan untuk analisa kelayakan suatu aktivitas bisnis. Bila NPV bernilai positif, maka aktivitas tersebut berpotensi mendapatkan keuntungan. Bila NPV bernilai negatif, maka aktivitas tersebut berpotensi mendatangkan kerugian. Bila NPV bernilai nol (0) maka aktivitas tersebut tidak mendatangkan kerugian maupun keuntungan. Oleh karena itu, harga dasar penjualan produk dapat ditentukan dengan menetapkan NPV sama dengan nol. Berdasar hitungan ekonomi, didapat harga dasar penjualan sebesar \$1080/ton. Bila dibandingkan dengan harga pasar (\$1200/ton) maka pabrik layak untuk dianalisa lebih lanjut.

Berikut merupakan faktor-faktor yang dapat ditinjau dalam evaluasi ekonomi :

a. Return On Investment (ROI)

- b. Pay Out Time (POT)
- c. Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)
- d. Break Even Point (BEP)
- e. Shut Down Point (SDP)

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal (*Capital Investment*)

- 1. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- 2. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

- 1. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
- 2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
- 3. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)

4. Analisa Kelayakan Ekonomi

- a. *Percent Return on invesment* (ROI)
- b. *Pay out time* (POT)
- c. *Break event point* (BEP)
- d. *Shut down point* (SDP)
- e. *Discounted cash flow rate* (DCFR)

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan. Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

1. *Percent Return on Investment (ROI)* merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.
2. *Pay Out Time (POT)* adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
3. *Break Even Point (BEP)* adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan/kerugian.
4. *Shut Down Point (SDP)* adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).
5. *Discounted Cash Flow Rate* merupakan Analisa kelayakan ekonomi yang memperkirakan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

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

a. Penentuan modal industri (Fixed capital investment), meliputi :

1. Modal tetap (fixed capital investment)
2. Modal kerja (working capital investment)

b. Penentuan total biaya produksi (Total production cost), meliputi :

1. Biaya pembuatan (Manufacturing cost)
2. Biaya pengeluaran umum (General expenses)

c. Pendapatan Modal

Perkiraan yang perlu diperlukan untuk mengetahui titik impas, adalah sebagai berikut :

1. Biaya tetap per tahun (Fixed cost annual)
2. Biaya variable per tahun (Variable cost annual)
3. Biaya mengambang (Regulated cost annual)

6.1 Harga alat diestimasi menggunakan Aspen Economic Analyzer

Tabel 6.1 Harga alat

Name	Installed Cost [USD]
Compressor (C-031)	1.249.700
Cooler (CL-041)	20.900
Separator (SP-050)	25.700
Menara distilasi (MD-060)	156.700
Reaktor (R-303)	41.500
Cooler (CL- 061)	13.700
Heater (HE-032)	14.800
Vaporizer (VP-020)	28.300
Pompa (P-01)	7.500
Cooler (CL-062)	23.000
Mixer (Mix-030)	4.550

6.2 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana terkait pendirian pabrik Asam Asetat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan tersebut masing-masing disajikan pada table sebagai berikut:

Tabel 6.2 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment Cost	Rp. 81,127.062.630	\$ 5.097.522
2	Delivered Equipment Cost	Rp. 20.281.765.658	\$ 1.274.380,5
3	Instalasi Cost	Rp 102.824.236.614	\$ 6.460.837,99
4	Pemipaan	Rp 61.742.009.931	\$ 3.879.485,39
5	Instrumentasi	Rp 20.040.110.577	\$ 1.259.196,39
6	Insulasi	Rp 17.105.727.461	\$ 1.074.817,94
7	Listrik	Rp 8.112.706.263	\$ 509.752,2
8	Bangunan	Rp 82.667.000.000	\$ 5.192.373
9	Land & Yard Improvement	Rp 47.925.000.000	\$ 3.010.203
Total		Rp 441.825.619.134	\$ 27.758.568,41

Tabel 6.3 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Engineering and Construction	Rp 88.365.123.827	\$ 5.551.713,68
Total		Rp 530.190.742.960	\$ 33.310.282,09

Tabel 6.4 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Direct Plant Cost	Rp 530.190.742.960	\$ 33.310.282,09
2	Contractor's fee	Rp 37.113.352.007	\$ 2.331.719,75
3	Contingency	Rp 53.019.074.296	\$ 3.331.028,21
Total		Rp 620.323.169.264	\$ 38.973.030,04

Tabel 6.5 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp 400.338.242.852	\$ 25.154.774,92
2	Labor	Rp 970.000.000	\$ 61.082
3	Supervision	Rp 97.000.000	\$ 6.108,2
4	Maintenance	Rp 12.406.463.385	\$ 779.460,60
5	Plant Supplies	Rp 1.860.969.508	\$ 116.919
6	Royalty and Patents	Rp 19.680.394.240	\$ 608.256
7	Utilities	Rp 4.583.663.081	\$ 287.988
Total		Rp 429.936.733.066	\$ 27.014.588,81

Tabel 6.6 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Payroll Overhead	Rp 145.500.000	\$ 9.142,32
2	Laboratory	Rp 97.000.000	\$ 6.111
3	Plant Overhead	Rp 485.000.000	\$ 30.474,40

4	Packaging and Shipping	Rp 38.721.576.960	\$ 2.433.024
Total		Rp 46.588.071.429	\$ 3.010.975,71

Tabel 6.7 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depreciation	Rp 49.620.461.849	\$ 3.117.842,4
2	Property Taxes	Rp 6.202.557.731	\$ 389.730,3
3	Insurance	Rp 6.202.557.731	\$ 389.730,3
Total		Rp 62.025.577.311	\$ 3.897.303

Tabel 6.8 *Manufacturing Cost (MC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 429.936.733.066	\$ 27.014.588,81
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp 46.588.071.429	\$ 3.010.975,71
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp 62.025.577.311	\$ 3.897.303
Total		Rp 531.411.387.337	\$ 33.390.643,53

Tabel 6.9 *Working Capital (WC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material Inventory	Rp 109.183.157.141	\$ 6.860.393,16
2	Improses Onventory	Rp 72.465.285.240	\$ 4.553.269,57
3	Product Inventory	Rp 48.310.190.160	\$ 3.035.513,05
4	Extended Credit	Rp 264.010.752.000	\$ 16.588.800

5	Available Cash	Rp 144.930.570.481	\$ 9.106.539,14
Total		Rp 638.899.955.022	\$ 40.144.514,92

Tabel 6.10 *General Expense (GE)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Administration	Rp 10.628.227.747	\$ 667.812,87
2	Sales Expenses	Rp 15.942.341.620	\$ 1.001.719,31
3	Research	Rp 10.628.227.747	\$ 667.812,87
4	Finance	Rp 25.183.114.563	\$ 1.582.350,9
Total		Rp 62.381.911.676	\$ 3.919.695,9

Tabel 6.11 Total Biaya produksi

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	Rp 531.411.387.337	\$ 33.390.643,53
2	General Expenses (GE)	Rp 62.381.911.676	\$ 3.919.695,9
Total		Rp 593.793.229.013	\$ 37.310.e339,48

Tabel 6.12 *Fixed Cost (Fa)*

No	Type of Ecpenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depresiasi	Rp 49.620.461.849	\$ 3.289.542,21
2	Property Taxes	Rp 66.202.557.731	\$ 390.761,14
3	Asuransi	Rp 66.202.557.731	\$ 389.730,30
Total		Rp 62.025.577.311	\$ 4.070.033,64

Tabel 6.13 *Variabel Cost (Va)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp 400.338.242.852	\$ 25.154.774,92
2	Packaging and Shipping	Rp 38.721.576.960	\$ 2.433.024
3	Utilities	Rp 4.583.663.081	\$ 287.988
4	Royalty and Patent	Rp 9.680.394.240	\$ 608.256
Total		Rp 453.323.887.133	\$ 28.484.042,92

Tabel 6.14 *Regulated Cost (Ra)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	Rp 970.000.000	\$ 61.082
2	Payroll Overhead	Rp 145.500.000	\$ 9.142,32
3	Supervision	Rp 97.000.000	\$ 6.108,20
4	Plant Overhead	Rp 485.000.000	\$ 30.474,40
5	Laboratorium	Rp 97.000.000	\$ 6.111
6	General Expenses	Rp 62.381.911.676	\$ 3.919.695,95
7	Maintenance	Rp 12.406.463.385	\$ 779.460
8	Plant Supplies	Rp 1.860.969.508	\$ 116.919,09
Total		Rp 99.391.069.525	\$ 6.257.066,95

Sa

Sa (sales) = Rp 968.039.424.000

= \$ 60.825.600

6.3 Analisis Keuntungan

Annual Sales	= \$ 60.825.600
	= Rp 968.039.424.000
Total Production Cost	= \$ 37.310.339,48
	= Rp 593.793.299.013
Keuntungan sebelum pajak	= \$ 23.515.260,52
	= Rp 374.246.124.987
Pajak	= 30 % dari keuntungan
	= \$ 7.054.578,16
	= Rp 112.273.837.496
Keuntungan setelah pajak	= \$ 16.460.682,37
	= Rp 261.972.287.491

6.4 Analisa Kelayakan

1. Return on Investment (ROI)

a. ROI sebelum pajak

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

$$ROI = \frac{\text{Rp } 374.246.124.987}{\text{Rp } 620.323.169.264} \times 100\%$$

$$= 60\%$$

b. ROI sesudah pajak

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

$$ROI = \frac{\text{Rp } 261.972.287.491}{\text{Rp } 620.323.169.264} \times 100\%$$

$$= 42\%$$

2. Pay Out Time (POT)

a. POT Sebelum Pajak

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital}}{(\text{Keuntungan Sebelum Pajak} + \text{depresiasi})}$$

$$POT = \frac{\text{Rp } 620.323.169.264}{(\text{Rp } 374.246.124.987 + \text{Rp } 49.620.461.849)}$$

$$POT = 1,4 \text{ Tahun}$$

b. ROI sesudah pajak

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital}}{(\text{Keuntungan Sebelum Pajak} + \text{depresiasi})}$$

$$POT = \frac{\text{Rp } 620.323.169.264}{(\text{Rp } 261.972.287.491 + \text{Rp } 49.620.461.849)}$$

$$POT = 2 \text{ Tahun}$$

3. Break Even Point (BEP)

$$BEP = \frac{Fa + 0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra}$$

$$BEP$$

$$= \frac{\text{Rp } 62.025.577.311 + (0,3 \times \text{Rp } 99.391.069.525)}{\text{Rp } 968.039.424.000 - \text{Rp } 453.323.887.133 - (0,7 \times \text{Rp } 99.391.069.525)}$$

$$= 19 \%$$

4. Shut Down Point (SDP)

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra}$$

$$SDP = \frac{0,3 \times \text{Rp } 99.391.069.525}{\text{Rp } 968.039.424.000 - \text{Rp } 453.323.887.133 - (0,7 \times \text{Rp } 99.391.069.525)}$$

= 5 %

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur Pabrik (n)	= 10 Tahun
Salvage Value	= Rp 52.214.955.653
Cash Flow	= Rp 333.909.774.269
Working Capital	= Rp 854.585.735.135
Fixed Capital Investment	= Rp 669.984.014.322

Discounted cash flow dihitung secara trial & error

Dari hasil trial & error diperoleh :

R = Rp 13.920.742.031.929

S = Rp 13.920.742.031.929

i = 27,1 %

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan tinjauan spesifikasi bahan baku dan produk, kondisi operasi. Pabrik Asam asetat dari Asetaldehid dan Udara dengan kapasitas 60.000 Ton/Tahun termasuk kedalam pabrik yang beresiko rendah. Hasil analisis ekonomi sebagai berikut :

1. Keuntungan diperoleh

- Sebelum pajak Rp 374.246.124.987
- Sesudah pajak Rp 261.972.287.491

2. Return of Invesment (ROI) :

- Sebelum pajak = 60%
- Sesudah pajak = 42%

Batasan Roi sebelum pajak dapat diterima untuk pabrik kimia dengan resiko rendah, minimum adalah sebesar 11%

3. Pay Out Time (POT)

- Sebelum pajak = 1,4 Tahun
- Sesudah pajak = 2 Tahun

Batasan POT dapat diterima untuk pabrik kimia dengan resiko rendah, maksimal 5 Tahun

4. Break Even Point (BEP) pada 19% dan Shut Down Point 5%

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 27,16 %

Dari data hasil Analisa ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara dengan kapasitas 60.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan karena memiliki indicator keekonomian yang cukup menguntungkan

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani Fs., (2018). Penetapan Konsentrasi Asam Cuka Yang Diperdagangkan, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan
- Hewitt, P.G. 2003. Conceptual Integrated Science Chemistry. San Fransisco: Pearson Education, Inc.
- McKetta, J.J.. 1976. Encyclopedia of Chemical Processing and Design, volume 1, Marcel Dekkert, Inc., New York Design and Economic. New York : John Wiley and Sons
- Eaton, A.A., Clescerl, L.S., Rice, E.W., & Greenberg, A.E. 2005. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 21st Edition. Jointly published by the American Public Health Association (APHA), Washington, D.C; American

Water Works Association (AWWA), Denver, Colorado; and Water Environment Federation (WEF), Alexandria, Virginia

Fortunebusinessinsights.com. Acetic Acid Market Size, Share & Industry Analysis, By Application (Vinyl Acetate Monomer (VAM), Purified Terephthalic Acid (PTA), Ester Solvents, Acetic Anhydride, and Others), By End-use Industry (Plastics & Polymers, Food & Beverages, Adhesives, Paints, and Coatings, Textile, and Others) and Regional Forecast, 2024-2032.dari <https://www.fortunebusinessinsights.com/acetic-acid-market-103386>

Said, N.I. 2005. Metode Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Penyediaan Air Minum Domestik. Jurnal Air Indonesia (JAI), 1(5) 239-250.

Ulrich, G.G. 1984. A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics. New York: John Willey and Sons.

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN REAKTOR

PERHITUNGAN REAKTOR

Nama alat : Reaktor (R-030)

Fase : Gas-gas

Fungsi : Mereaksikan Asetladehid dengan udara membentuk asam asetat

Jenis : Fixed bed multitube

Kondisi Operasi : Isothermal

Suhu : 150°C

Tekanan : 2,4 atm

Konversi : 80%

Reaksi : Eksotermis

Alasan pemilihan : Katalis berupa katalis heterogeneous (padat)

NERACA MASSA

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	S4	S5
CH₃CHO	7029	1163
CH₃COOH	0	7995
O₂	2837	707
N₂	9345	9345
H₂O	781	781
Total	19993	19993

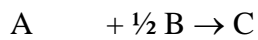
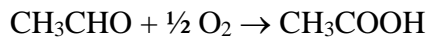
NERACA PANAS

Stream	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
--------	----------------	-----------------

Input	8.430.203	0
Output	0	11.197.580
Q	0	-2.767.378
Total	8.430.203	8.430.203

Konstanta kecepatan reaksi

Persamaan reaksi :



$$r_A = k \cdot C_A \cdot C_B^{0,5}$$

Harga konstanta kecepatan reaksi (k):

$$k = 3,02 \times 10^3 \exp(-3980/RT) \text{ gmol/L.s}$$

$$k = 0,023658 \text{ gmol/L.s}$$

Data-data sifat fisis bahan

a. Menentukan Densitas Umpan

$$\rho = \frac{BM \text{ camp} \times P}{Z \times R \times T}$$

$$= 0,0031417 \text{ g/cm}^3$$

b. Menentukan Viskositas Umpan

$$\eta_{\text{gas}} = A + B T + C T^2$$

data koefisien berdasarkan Yaws, CL, *Chemical Properties handbook*

$$\mu_{\text{gas}} = 0,0000736 \text{ gr/cm.s}$$

$$= 0,0265 \text{ kg/m.jam}$$

c. Menghitung Konduktivitas Umpan

$$K_g = A + B T + C T^2$$

$$k_{\text{mix}} = \frac{\sum y_i \cdot k_i \cdot (BM_i)^{0,33}}{\sum y_i \cdot (BM_i)^{0,33}}$$

data koefisien berdasarkan Yaws, CL, *Chemical Properties handbook*

$$\begin{aligned}
 k \text{ campuran} &= 0,10130 \text{ W/m.K} \\
 &= 0,36466 \text{ Kj/jam.m.K} \\
 &= 0,0871 \text{ kkal/jam.m.K} \\
 &= 0,0002419 \text{ kal/dtk.cm.K}
 \end{aligned}$$

d. Menentukan Kapasitas gas umpan

$$Cp = \int A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

data koefisien berdasarkan Yaws, CL, *Chemical Properties handbook*

Komponen	A	B	C	D	E
CH ₃ CHO	34,140	0,040	1,563E-04	-1,644E-07	4,725E-11
O ₂	29,526	-0,009	3,808E-05	-3,263E-08	8,861E-12
N ₂	29,342	-0,004	1,008E-05	-4,312E-09	2,594E-13
H ₂ O	33,933	-0,008	2,991E-05	-1,783E-08	3,693E-12
CH ₃ COOH	34,850	0,038	2,831E-04	-3,077E-07	9,265E-11

Komponen	Yi	BM	Cp	Cp	Cp	Cpi =
		(kg/kmol)	(j/mol.K)	(kJ/kmol.K)	kJ/kg.K	yi.Cp
CH ₃ CHO	0,667	44	68,108	68,108	1,547	1,03
O ₂	0,333	32	35,329	35,329	1,104	0,36
CH ₃ COOH	0	60	102,060	102,060	1,7009	0
Total	1,00	136	205,497	205,497	4,3519	1,39

Cp Campuran = 1,399 kJ/kg.K

e. Menentukan Panas reaksi ΔH_R

$$\Delta H_R = \Delta H_{298} \int_{298}^T C_p dT$$

Komponen	A	B	C	D	E
CH ₃ CHO	34,140	0,040	1,563E-04	-1,644E-07	4,725E-11
O ₂	29,526	-0,009	3,808E-05	-3,263E-08	8,861E-12
N ₂	29,342	-0,004	1,008E-05	-4,312E-09	2,594E-13
H ₂ O	33,933	-0,008	2,991E-05	-1,783E-08	3,693E-12
CH ₃ COOH	34,850	0,038	2,831E-04	-3,077E-07	9,265E-11

Komponen	ΔH_f (kJ/mol)	ΔH_f (kJ/kmol)	ΔH (j/mol)	ΔH (kJ/kmol)
CH ₃ CHO	-1,66E+02	-1,66E+05	27659	27659
O ₂	0	0	47611	47611
H ₂ O	0	0	25972	25972
CH ₃ COOH	-4,35E+02	-434840	97942	97942
Total	-601,2	-601200	199185	199185

$$\Delta H_{ref} = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$= -268,480 \text{ kJ/kmol}$$

$\Delta H_R < 0$ maka reaksinya bersifat eksotermis atau menghasilkan panas

f. Katalisator

Katalis : Manganese (II) acetate ($Mn(CH_3CO_2)_2$)

Bentuk : Pellet

Ukuran : $D = 0,3 \text{ cm}$

Porositas : 0,5

Densitas Bulk : $0,7 \text{ g/cm}^3$

- o Menentukan bobot katalis

$$\begin{aligned} \lim_{\Delta w \rightarrow 0} \frac{FA|_{w+\Delta w} - FA|_w}{\Delta w} &= (-rA') \\ -rA &= kCA \frac{\text{mol}}{L \cdot s} \frac{L}{Kg} \frac{(-ra)}{Pb} = \frac{\text{mol}}{Kg \cdot L} \\ FA &= FAx(1-XA) \quad \int dw = FA0 \int \frac{dxa}{(-rA')} \\ dFA &= -FA0dxa \\ \therefore FA0 \frac{dxa}{dw} &= (-rA') &= \frac{FA0}{PB} \int \frac{dxa}{kCA} \\ W &= FA0 \int_0^{xa} \frac{dxa}{(-rA')} &= -\frac{FA0}{kCA0PB} + \ln(1-xa) \int_0^{xa} \\ &= \frac{FA0}{PB} \int_0^{xa} \frac{dxa}{(-rA)} &= -\frac{FA0}{kCA0PB} \ln(1-xa) \\ &= \frac{FA0}{PB} \int_0^{xa} \frac{dxa}{kCA} &W = \frac{203}{(1,83)(0,008304)(0,7)} \end{aligned}$$

Bobot katalis

$$W = 3022 \text{ kg}$$

$$\text{Over design 20 \%} = 3627 \text{ kg}$$

Volume katalis

$$V = 1,7369 \text{ m}^3$$

$$\text{Over design 20 \%} = 2,0843 \text{ m}^3$$

$$Nt (\text{Jumlah tube}) = 614$$

g. Menentukan Ukuran pipa

Diameter reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Karena reaksinya eksotermis maka dipilih aliran gas dalam pipa turbulen agar perpindahan panasnya besar.

Pengaruh rasio D_p/D_t terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu : hw/h , telah diteliti oleh *Colburn's (Smith, Chemical Kinetics Engineering, hal 571)* yaitu:

D_p/D_t	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Hw/h	5,5	7,0	7,8	7,5	7,0	6,6

Dipilih $D_p/D_t = 0,15$

Dimana : hw : koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

h : koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

D_p : diameter katalis

D_t : diameter pipa

Sehingga :

$$D_p = 0,3 \text{ cm}$$

$$D_t = 0,788 \text{ in}$$

Dari tabel 11 Kern, *Process Heat Transfer*, hal 844 dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut:

$$\text{Nominal pipe side} = 1,00 \text{ in}$$

$$\text{Outside diameter} = 1,32\text{in}$$

$$\text{Inside diameter} = 1,049\text{ in}$$

$$\text{Flow area/pipe} = 0,864\text{ in}^2$$

$$\text{Surface/lin.ft (out)} = 0,344\text{ ft}_2/\text{ft}$$

$$\text{Surface/lin.ft (in)} = 0,274\text{ ft}_2/\text{ft}$$

$$\text{Sch. Number} = 40$$

h. Menentukan diameter shell

Pipa (*tube*) disusun dengan pola '*triangular pitch*' agar turbulensi yang terjadi pada aliran fluida dalam *shell* menjadi besar, sehingga memperbesar koefisien perpindahan panas konveksi (h_o).

Susunan tube = triangular

$$\text{Pitch tube (Ptc)} = 1,25 \times \text{ODt} = 2,975\text{ in} = 7,55\text{ cm}$$

$$\text{Clearance (Cl)} = \text{Ptc} - \text{Odt} = 0,595\text{ in} = 1,51\text{ cm}$$

Untuk menghitung diameter shell, dicari luas penampang shell total (A_{total}).

$$A_{\text{total}} = 2 \cdot Nt \cdot \text{Luas segitiga ABC}$$

$$\frac{\pi}{4} \times ID_s^2 = 2 \cdot Nt \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot PT^2 \cdot \sin 60 \right)$$

$$\frac{\pi}{4} \times ID_s^2 = 2 \cdot Nt \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot PT^2 \cdot 0,866 \right)$$

Jadi,

$$ID_s = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{M} \cdot P_r^{-1} \cdot 0.866}{\pi}}$$

$$ID_s = 109,065 \text{ cm}$$

$$= 1,091 \text{ m}$$

$$= 42,93 \text{ in}$$

1. Menentukan Pendingin yang dibutuhkan

$$T_{in} = 100$$

$$T_{out} = 220$$

$$\Delta H = 444,2585 \text{ kJ/kg}$$

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

$$m_p = \frac{Q_p}{\Delta H}$$

$$M_p = 1731,76 \text{ kg/jam}$$

Mencari UD (Design overall Coefficient)

- Tube side

$$j_H \cdot \left(\frac{k}{ID_t} \right) \cdot (PR)^{1/3}$$

$$PR = \frac{C_p \cdot \mu}{k}$$

μ_R : viskositas campuran gas, gr/dt.cm

C_p : kapasitas panas campuran gas, ml/g.mol.

ID : diameter dalam pipa, cm

K : konduktivitas campuran gas, cal/J.m.K

Dari perhitungan sebelumnya untuk perbandingan $D_p/D_t = 0,15$ maka $h_{iw}/h_i = 7,8$. harga ini dari data hasil penelitian Colburn's (Smith, *Chemical Engineering Kinetics*, hal 511) sehingga:

$$PR = 0,1016$$

$$h_i = 3,125 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F}$$

$$h_{io} = 2,483 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F}$$

- Shell side

Pada bagian shell digunakan pendingin air dengan spesifikasi berikut :

$$\mu_p = 17,8088 \text{ gr/cm.jam}$$

$$= 0,0049 \text{ gr/cm.detik}$$

$$= 1,7809 \text{ kg/m.jam}$$

$$= 1,1967 \text{ lb/ft.jam}$$

$$C_p = 1,0680 \text{ J/gr.K}$$

$$K_p = 1,10775 \text{ Btu/hr.ft.F}$$

Harga ho dapat dihitung dengan persamaan :

$$h_o = jH \left(\frac{K_s}{De} \right) \left(\frac{Cp_r \cdot \mu_s}{k_s} \right)^{1/4}$$

Dimana :

Kp : konduktivitas air pendingin. Btu/ft.jam.F

De : Diameter eqivalen shell, ft

jH : kurva perpindahan panas *shell*, fig.28 Kern

$$a_s = \frac{ID \times C'B}{P_r \times 144} \quad \text{ft}^2$$

$$C1 = 0,330 \text{ in}$$

$$ID \text{ (diameter shell)} = 42,94 \text{ in}$$

$$B \text{ (baffle)} = 32,20 \text{ in}$$

$$\text{Pitch} = 1,65 \text{ in}$$

$$As = 1,921 \text{ ft}^2$$

$$G_s = \frac{W}{a_s} \quad \text{lb}/(\text{hr})(\text{ft}^2)$$

$$Gp = 1987,87 \text{ lb/hr.ft}^2$$

$$d_s = \frac{4 \times (\frac{1}{2}P_r \times 0,86P_r - \frac{1}{2}\pi d_b^2/4)}{\frac{1}{2}\pi d_b} \quad \text{in.}$$

$$De = 0,0783 \text{ ft}$$

$$Re_s = \frac{G_s \cdot De}{\mu_s}$$

$$\text{Res} = 130,060$$

$$jH. = 600$$

$$h_o = jH \left(\frac{K \varepsilon}{D_e} \right) \left(\frac{C_{p_s} \cdot \mu_s}{k_s} \right)^{1/4}$$

$$h_o = 6722,16 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F}$$

dimana

Cl B As Wp Gs ID OD

Cl : *clearance antar tube*

B : *baffle spacing*

As : *flow area of shell*

Wp : laju alir pendingin

Gs : kecepatan massa dalam *shell*

ID : *inside diameter*

OD : *outside diameter*

UC (koefisien overall pada pipa bersih)

$$UC = \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} + h_o}$$

$$UC = 1,3767 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F}$$

Menentukan *dirty factor* (Rd)

$$\text{Rd total} = 0,003$$

$$\begin{aligned}
 U_d &= 2,467 \text{ Btu/hr.ft}^2.\text{F} \\
 &= 12,04 \text{ kkal/hr.m}^2.\text{K} \\
 &= 50,39 \text{ kJ/hr/m}^2.\text{K}
 \end{aligned}$$

Menghitung tebal shell

Material yang digunakan adalah *stainless steel type 304* dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Memiliki *allowable stress* cukup besar
- Tahan terhadap zat yang korosif
- Tahan terhadap tekanan dan suhu tinggi

Tekanan desain reaktor

$$\text{Allowable stress (f)} = 18750 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi sambungan (e)} = 0,8$$

$$\text{Faktor korosi (C)} = 0,125$$

$$r = 1,0335$$

$$\boxed{ts = \frac{Pxr}{fxE - 0.6P} + c}$$

$$ts = 0,13 \text{ in}$$

Maka, dipilih tebal shell standar 0,19 in

Tebal Head dicari menggunakan persamaan berikut :

$$tH = \frac{P.IDs}{2.f.E - 0.2P} + c$$

$$= 0,13 \text{ in}$$

$$\text{Tebal head standart} = 0,19 \text{ in}$$

$$\text{Sf standart} = 2 \text{ in}$$

- Tinggi Head Reaktor

$$\text{icr} = 6 \text{ in}$$

$$r = 48 \text{ in}$$

$$a = \text{IDs}/2 = 21,47 \text{ in}$$

$$b = 6,36 \text{ in}$$

Perancangan digunakan sf = 2 in

$$\text{Tinggi head (OA)} = th + b + sf = 8,546 \text{ in} = 0,217 \text{ m}$$

- Menentukan total tinggi reaktor

$$\text{Tinggi reaktor} = \text{Panjang tube} + 2 * \text{tinggi head}$$

$$= 240 \text{ in} + 2 * 8,546 \text{ in}$$

$$= 257,092 \text{ in} = \text{m}$$

- Menghitung ukuran pipa masuk dan keluar reaktor

- Pipa umpan masuk reaktor

$$D_{opt} = 293 G^{0,53} \rho^{-0,37}$$

$$= 293*(2,6593^{0,53})*(3,14167^{(-0,37)})$$

$$= 14,409 \text{ in}$$

- Pipa keluaran reaktor

$$D_{opt} = 293 G^{0,53} \rho^{-0,37}$$

$$= 293*(2,659^{0,53})*(2,7677^{(-0,37)})$$

$$= 15,1 \text{ in}$$

- Volume reaktor

$$V_{dish} = 0,000049D^3$$

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot Z$$

$$VR = V_{dish} + V_{sf}$$

- Volume head

$$V_{dish} = 0,000049*(42,939^3)$$

$$= 3,8793 \text{ in}^3 = 0,000064 \text{ m}^3$$

- Volume shell

$$\begin{aligned}V_{sf} &= 3,14/4 \times 42,939^2 \times 240 \\ &= 347365,1 \text{ in}^3 = 5,7 \text{ m}^3\end{aligned}$$

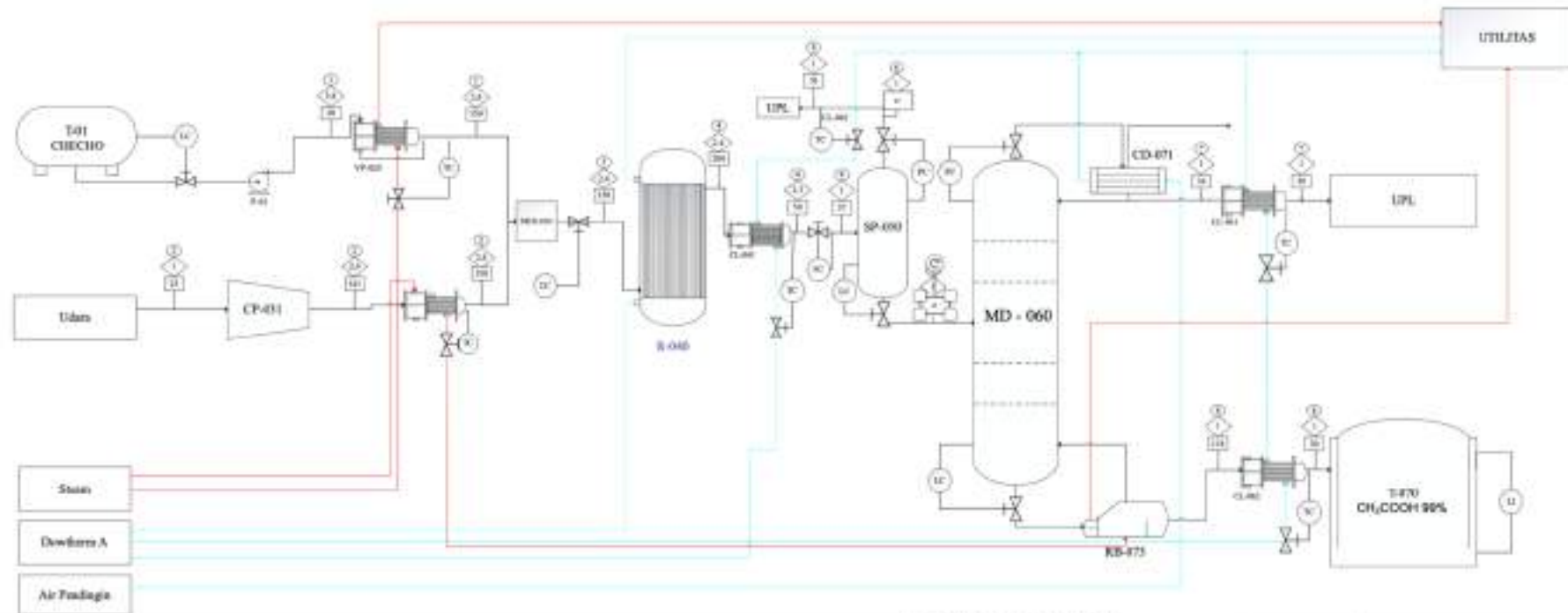
- Volume reaktor

$$\begin{aligned}VR &= V \text{ dish} + V_{sf} \\ &= 347369,07 \text{ in}^3 = 5,6924 \text{ m}^3\end{aligned}$$

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus (kg/jam)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
CH3CHO	7.029	0	7029	1.163	98	1.064	92	0
O2	0	2.837	2837	707	0	707	0	0
N2	0	9.345	9.345	9.345	0	9.345	0	0
H2O	781	0	781	781	275	505	274	1
CH3COOH	0	0	0	7.995	6.808	1.187	409	6.399
Total	7.810	12.183	19.993	19.993	7.184	12.809	776	6.400

LEGENDA SIMBOL		LEGENDA ALAT	
	Tank		Tower
	Compressor		Separator
	Distillation Column		Heat Exchanger
	Reactor		Control Valve
	Storage Tank		Instrument
	Utility		Pipe
	Valve		Motor
	Heat Exchanger		Control Valve
	Tank		Tower
	Compressor		Separator
	Distillation Column		Heat Exchanger
	Reactor		Control Valve
	Storage Tank		Instrument
	Utility		Pipe
	Valve		Motor

	PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER PROJEK PENGEMBANGAN PLANT INDUSTRIAL
PERANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN	
DESAIN OLEH ANANDA CAHYA MEGASARI (2009001) PENJAJAG KARYA MEGASARI (2009001)	
DOSEN PEMBIMBING : ANANDA CAHYA MEGASARI, ST., MT., Ph.D.	