



**PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI METANOL DAN
KARBON MONOKSIDA KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**

diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana pada
program studi teknik kimia

SKRIPSI

Oleh:

Hidayatullah

NIM. 181910401020

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI**

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

JEMBER

2023



**PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI METANOL DAN
KARBON MONOKSIDA KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana
teknik kimia**

Oleh:

Hidayatullah

NIM. 181910401020

Zuyyina Alma Maulida

NIM. 181910401021

Leny Rahmawati

NIM. 181910401025

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN

TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

JEMBER

2023

PERSEMBAHAN

Skripsi Tugas Akhir *Prarancangan Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida Kapasitas 55.000 Ton/Tahun* ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua yang sangat saya cintai dan segalanya dalam hidup yang selalu mendoakan untuk kebahagiaan serta selalu menjadi pahlawan di dalam kehidupan saya;
2. Guru-guru kami sejak Taman Kanak-Kanak hingga Perguruan Tinggi yang telah mendidik dan memberikan ilmunya;
3. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Jember terutama angkatan 2018;
4. Civitas Akademik Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan pelayanannya dengan sangat baik;
5. Almamater Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Jember yang kami banggakan.

MOTTO

“Hanya orang-orang yang bersabarlah yang disempurnakan pahalanya tanpa batas”

-Q.S. Az-Zumar : 39 ayat 10



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hidayatullah

NIM : 181910401020

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Prarancangan Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida Kapasitas 55.000 Ton/Tahun* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Mei 2023

Yang menyatakan,



Hidayatullah

NIM 181910401020

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Pra Rancangan Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida Kapasitas 55.000 Ton/Tahun* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Senin

Tanggal : 22 Mei 2023

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

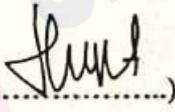
Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Ir. Ditta Kharisma Yolanda Putri, S.T., M.T (.....) 

NIP : 199412212019032018

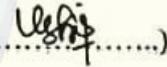
2. Pembimbing Anggota

Nama : Helda Wika Amini, S.Si., M.Si., M.Sc (.....) 

NRP : 760018089

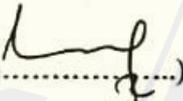
Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Ir. Bektu Palupi, S.T., M.Eng (.....) 

NIP : 198905272022032008

2. Penguji Anggota

Nama : Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D., IPM (.....) 

NIP : 197409011999031002

ABSTRACT

Based on data from the Central Statistics Agency (BPS) for 2020, acetic acid is a chemical that has a high import value of 71,599,050 tonnes. Acetic acid is widely used to produce vinyl acetate monomer (VAM). The acetic acid plant is only one in Indonesia, has not been able to meet the needs of consumption so as to provide opportunities for the establishment of a acetic acid plant.

The production process uses a direct synthesis process with a purity of acetic acid >99%. The production process is divided into three stages. Stage of preparation of raw materials, liquid methanol with purity 99,85% by weight, methanol is converted into the gas phase. Furthermore, the stage of formation of acetic acid by methanol carbonylation into acetic acid and water in a fixed bed reactor with a rhodium catalyst, then the stage of product separation from other components in the flash drum as a acetic acid grade II product and separation in the distillation column as a product of acetic acid grade I with a purity of 99.5% and a by-product of H₂O. The plant is planned to have a capacity of 55,000 tons/year, operate continuously for 300 days/year on a 24 hour/day basis. The required methanol is 30552.427 tons/year and CO₂ is 264532.321 tons/year. The water requirement of this plant includes water and sanitation of 216 kg/hour; cooling water of 2323.364 kg/hour; and boiler feed water of 1795.640 kg/hour. The plant is feasible to establish with details of Pay Out Time (POT) of 2.257 years, Rate of Return (ROR) of 46.14%, and Break Even Point (BEP) of 29.49%.

Keywords: Acetic Acid, Monsanto, Rhodium Catalyst

RINGKASAN

Tugas Akhir Perancangan Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida dengan Kapasitas 55.000 Ton/Tahun; Hidayatullah, Zuyyina Alma Maulida, dan Leny Rahmawati; 181910401020, 181910401021, dan 181910401025; Jurusan Teknik Mesin Program Studi Strata 1 Teknik Kimia Universitas Jember.

Perkembangan teknologi yang kini semakin pesat mendorong berkembangnya pembangunan sektor industri di dunia, khususnya di bidang industri kimia. Asam asetat merupakan salah satu bahan kimia yang memiliki nilai impor tinggi yaitu sebesar 71.599.050 ton. Kebutuhan asam asetat yang tinggi belum diimbangi dengan suplai dari dalam negeri yang memadai. Untuk memenuhi kebutuhan asam asetat di dalam negeri, Indonesia masih mengimpor dari Malaysia dan Singapura. Meningkatnya kebutuhan asam asetat menjadikan pabrik asam asetat ini berpotensi didirikan di Indonesia. Terdapat beberapa proses produksi Asam asetat, proses terpilih yaitu proses Karbonilasi Metanol (Monsanto) dari bahan baku Metanol (CH_3OH) dan Karbon monoksida (CO). Pabrik ini dirancang dengan kapasitas produksi sebesar 55.000 ton/tahun dengan waktu operasi adalah selama 330 hari/tahun. Bahan baku yang dibutuhkan yaitu CH_3OH sebanyak 30552,427 ton/tahun dan CO sebanyak 264532,321 ton/tahun. Proses produksi terbagi menjadi 4 tahapan yaitu penyimpanan bahan baku, pembentukan, pemisahan, dan pemurnian produk. Pabrik ini akan beroperasi di Bontang, Kalimantan Timur dengan estimasi mulai beroperasi pada 2025. Berdasarkan hasil evaluasi analisa ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik Asam asetat dari bahan baku Metanol dengan Karbon monoksida dengan proses Karbonilasi Metanol (Monsanto) kapasitas 55.000 ton/tahun layak untuk didirikan dengan rincian *Pay Out Time* (POT) 2,257 tahun, *Rate of Return* (ROR) 46,14%, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 29,49%.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas karunia yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Prarancangan Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida Kapasitas 55.000 Ton/Tahun ini tepat pada waktunya dengan keadaan sehat wal afiat. Adapun tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi syarat lulus Stara Satu (S1) Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan tugas akhir ini dapat berjalan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

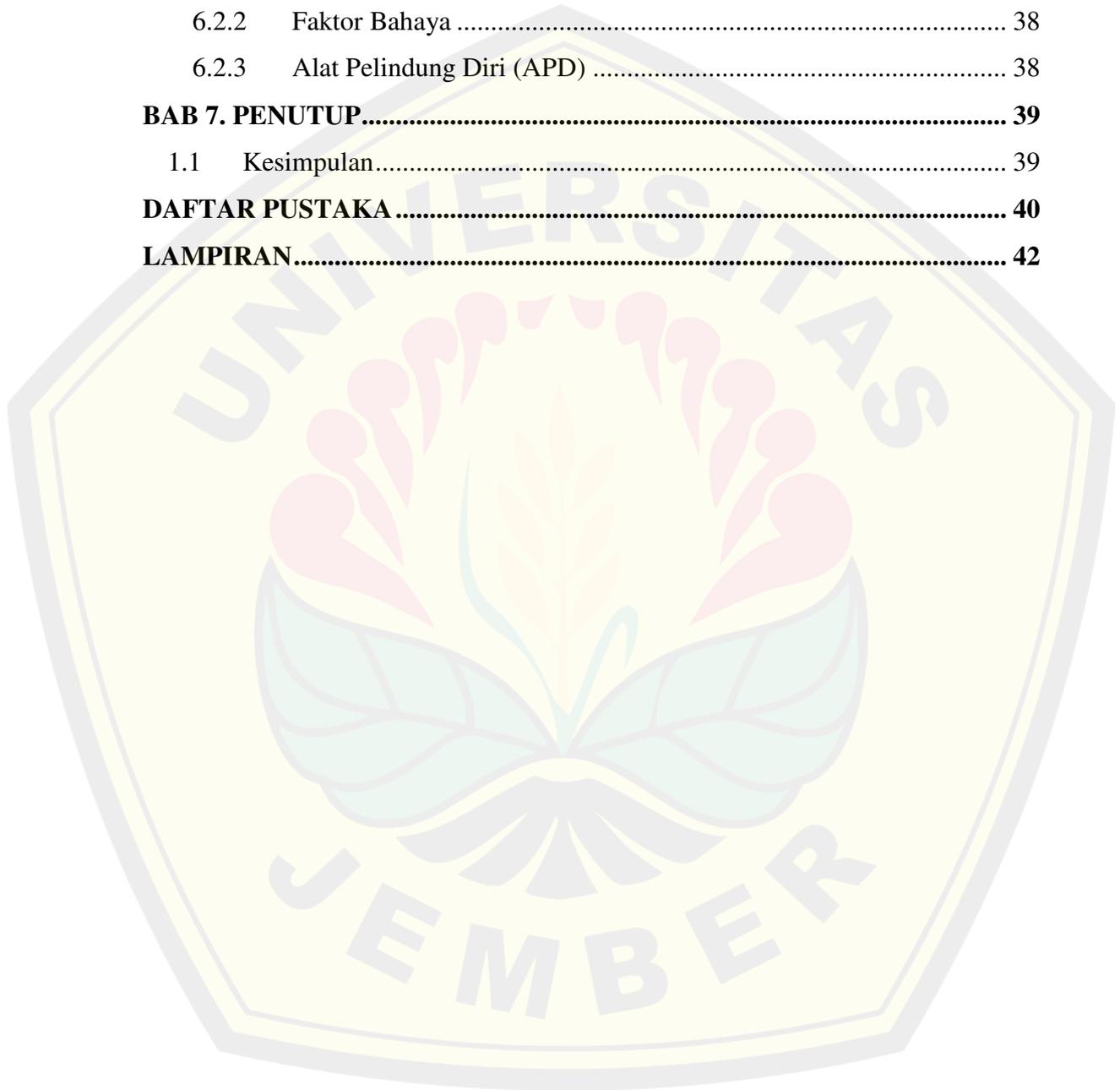
1. Allah SWT atas limpahan rahmat, serta karunia-Nya.
2. Kedua orang tua saya Bapak Sukardi, Ibu Hartatik dan kakak saya Masruroh yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta doa.
3. Bapak Ir. Hari Arbiantara B., S.T., M.T., selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.
4. Bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Kimia Universitas Jember.
5. Ibu Ditta Kharisma Yolanda Putri, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama.
6. Ibu Helda Wika Amini, S.Si., M.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota.
7. Farhan Abrori S.T selaku dosen pembimbing ketiga dan sebagai teman baik sudah membimbing dari awal sampai akhir.
8. TMO (Mizan,Farhan,Nazar,Fajar,Akbar,Bimo,Matthew,Nico, dan Frandy) sudah membantu ilmu,ekonomi dan healingnya selama kuliah.
9. Fifi,Diana,Inun,Arim,Rizza,Jon,Said,Dea,Yongki,Revi,Reswara,
10. Serta teman-teman seangkatan dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN SAMPUL | ii |
| PERSEMBAHAN | iii |
| MOTTO | iv |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | v |
| ABSTRACT | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Sejarah dan Perkembangan..... | 3 |
| BAB 2. PERENCANAAN PABRIK | 4 |
| 2.1 Pemilihan Kapasitas | 4 |
| 2.2 Pemilihan Proses | 6 |
| 2.2.1 Karbonilasi Metanol..... | 6 |
| 2.3 Uraian Proses..... | 8 |
| 2.3.1 <i>Process Flow Diagram</i> | 10 |
| 2.4 Spesifikasi Bahan | 11 |
| 2.4.1 Bahan Baku Utama | 11 |
| 2.4.2 Bahan Baku Pendukung..... | 11 |
| 2.4.3 Produk..... | 12 |
| 2.5 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak..... | 12 |
| 2.5.1 Pemilihan Lokasi | 12 |
| 2.5.2 Tata Letak | 15 |
| BAB 3. SPESIFIKASI ALAT | 18 |
| 3.1 Tangki Metanol (F-111) | 18 |

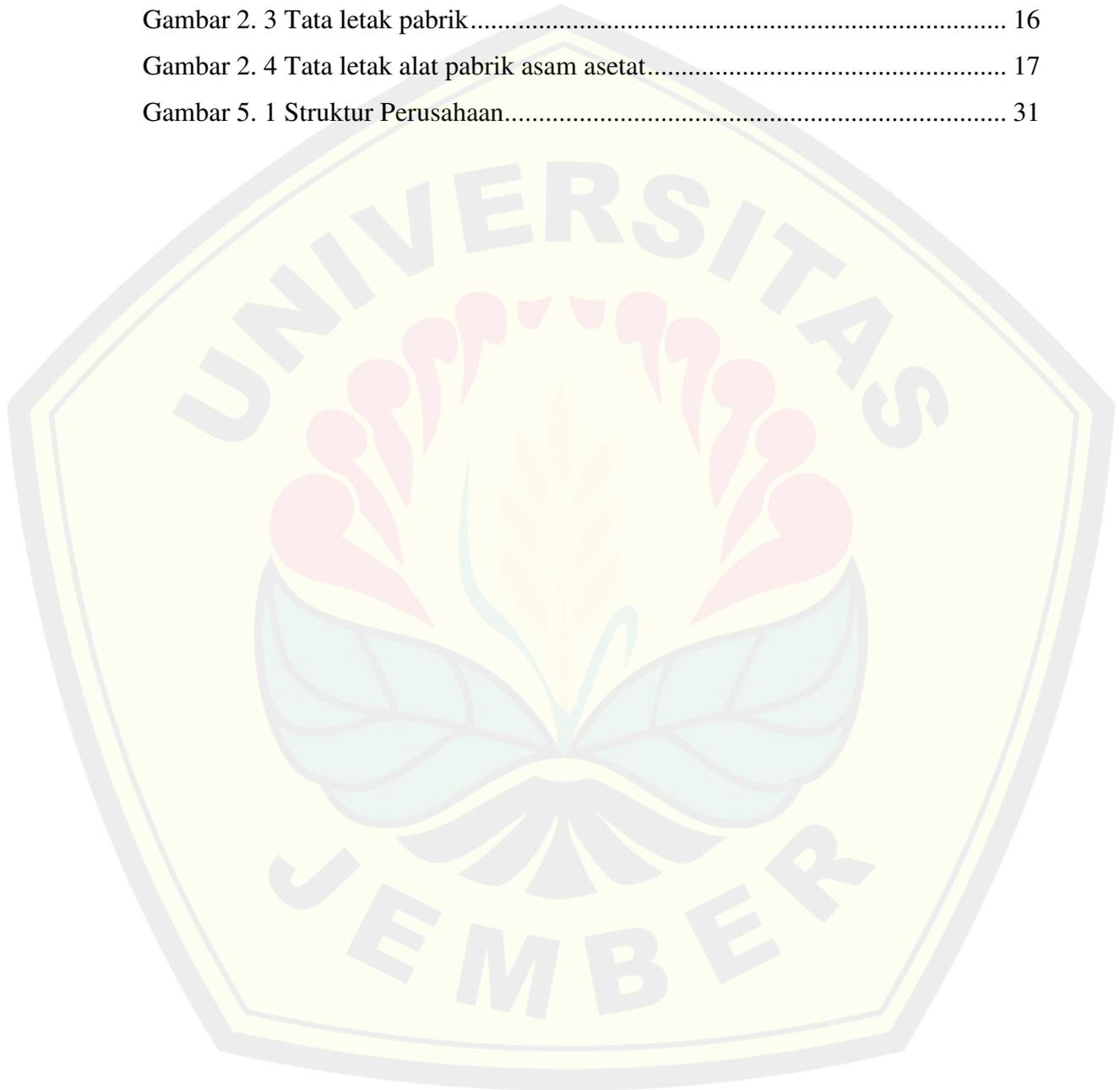
| | | |
|---------------|-------------------------------------|-----------|
| 3.2 | Tangki Karbon Monoksida (F-115) | 18 |
| 3.3 | Tangki Asam Asetat (F-318) | 18 |
| 3.4 | Kompresor | 19 |
| 3.5 | Fixed Bed Reactor (R-110) | 19 |
| 3.6 | Flash Tank (D-210) | 20 |
| 3.7 | Menara Distilasi (D-310) | 20 |
| 3.8 | Kondensor | 21 |
| 3.9 | Heat Exchanger | 21 |
| 3.10 | Heat Exchanger | 21 |
| 3.11 | Heat Exchanger | 22 |
| 3.12 | Heat Exchanger | 22 |
| 3.13 | Heat Exchanger | 23 |
| 3.14 | Pompa | 23 |
| 3.15 | Pompa | 24 |
| 3.16 | Pompa | 24 |
| BAB 4. | UTILITAS | 25 |
| 4.1 | Unit Penyediaan dan Pengelolaan Air | 25 |
| 4.2 | Unit Pengadaan Energi Listrik | 27 |
| 4.3 | Unit Pengadaan Bahan Bakar | 29 |
| BAB 5. | MANAJEMEN PABRIK | 30 |
| 5.1 | Bentuk Perusahaan | 30 |
| 5.2 | Struktur Perusahaan | 30 |
| 5.3 | Tugas dan Wewenang | 32 |
| 5.3.1 | Pemegang Saham | 32 |
| 5.3.2 | Dewan Komisaris | 32 |
| 5.3.3 | Direktur Utama | 32 |
| 5.3.4 | Kepala Bagian | 32 |
| 5.3.5 | Kepala Seksi | 32 |
| 5.4 | Sistem Kerja | 33 |
| 5.4.1 | Pembagian Karyawan | 33 |
| 5.3.2 | Golongan dan Jabatan Karyawan | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 5.3.3 Fasilitas Karyawan..... | 36 |
| BAB 6. EVALUASI EKONOMI DAN KESELAMATAN KERJA | 37 |
| 6.1 Evaluasi Ekonomi..... | 37 |
| 6.2 Faktor Keselamatan | 37 |
| 6.2.1 Faktor Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) | 37 |
| 6.2.2 Faktor Bahaya | 38 |
| 6.2.3 Alat Pelindung Diri (APD) | 38 |
| BAB 7. PENUTUP..... | 39 |
| 1.1 Kesimpulan..... | 39 |
| DAFTAR PUSTAKA | 40 |
| LAMPIRAN..... | 42 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. 1 Pasar asam asetat berdasarkan turunannya, Global 2021..... | 2 |
| Gambar 2. 1 Process engineering flow diagram pabrik asam asetat..... | 10 |
| Gambar 2. 2 Lokasi pendirian pabrik asam asetat | 13 |
| Gambar 2. 3 Tata letak pabrik..... | 16 |
| Gambar 2. 4 Tata letak alat pabrik asam asetat..... | 17 |
| Gambar 5. 1 Struktur Perusahaan..... | 31 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Data konsumsi asam asetat di Indonesia..... | 4 |
| Tabel 2. 2 Data produksi pabrik asam asetat..... | 4 |
| Tabel 2. 3 Total Kebutuhan Asam Asetat di ASEAN..... | 5 |
| Tabel 2. 4 Data jumlah impor ekspor asam asetat di Indonesia..... | 5 |
| Tabel 2. 5 Data persentase laju pertumbuhan dan ketersediaan asam asetat di Indonesia (%)..... | 5 |
| Tabel 2. 6 Perbandingan proses BASF dan mosanto | 7 |
| Tabel 2. 7 Perusahaan-Perusahaan Potensial untuk Konsumsi Asam Asetat | 14 |
| Tabel 2. 8 Jumlah Penduduk Kalimantan Timur yang Bekerja Menurut Tingkat Pendidikan..... | 14 |
| Tabel 4. 1 Kebutuhan air pendingin pada alat..... | 25 |
| Tabel 4. 2 Kebutuhan air umpan boiler..... | 26 |
| Tabel 4. 3 Kondisi dan data perhitungan boiler | 26 |
| Tabel 4. 4 Total kebutuhan air sanitasi | 27 |
| Tabel 4. 5 Total kebutuhan listrik pada pabrik | 27 |
| Tabel 4. 6 Kebutuhan listrik peralatan proses..... | 27 |
| Tabel 4. 7 Total lumen tiap area..... | 28 |
| Tabel 4. 8 Daya yang diperlukan untuk sistem lampu | 28 |
| Tabel 4. 9 Kondisi dan data perhitungan genset diesel..... | 29 |
| Tabel 4. 10 Data jenis bahan bakar yang digunakan..... | 29 |
| Tabel 5. 1 Pembagian Shift Kerja Karyawan..... | 33 |
| Tabel 5. 2 Gaji karyawan berdasarkan penggolongan jabatan..... | 34 |
| Tabel 6. 1 Parameter kelayakan pendirian pabrik..... | 37 |

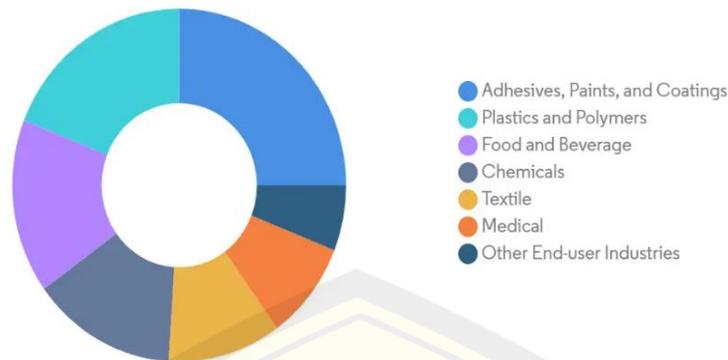
BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang kini semakin pesat mendorong berkembangnya pembangunan sektor industri di dunia, khususnya di bidang industri kimia. Industri kimia merupakan sektor industri yang terfokus pada bidang bahan kimia. Namun hingga saat ini, Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk industri kimia dari luar negeri. Hal ini dapat menyebabkan devisa negara berkurang dan menjadikan Indonesia ketergantungan pada negara lain. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor, yaitu dengan mendirikan suatu pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan adanya pabrik ini, akan menghemat devisa negara dan membuka peluang adanya pabrik lain yang nantinya dapat menggunakan produk pabrik tersebut. Selain itu, dengan didirikannya pabrik ini dapat membuka lapangan kerja baru serta dapat meningkatkan pendapatan daerah setempat (Rezqia, 2019).

Asam asetat adalah senyawa karboksilat yang higroskopis, tidak berwarna, dan memiliki aroma yang sangat tajam serta korosif terhadap logam dan jaringan. Beberapa alternatif nama asam asetat adalah asam etanoat, asam etilat, asam metanakarboxilat, atau asam cuka. Asam asetat memiliki rumus struktur $C_2H_4O_2$, akan tetapi biasa ditulis sebagai CH_3COOH . Asam asetat cair adalah pelarut protik hidrofilik (polar) yang mirip seperti air dan etanol sehingga bisa melarutkan dan mudah larut pada senyawa polar maupun non-polar (Haynes, 2014).

Asam asetat banyak digunakan untuk memproduksi *vinyl acetate monomer* (VAM) yang selanjutnya digunakan untuk memproduksi berbagai resin dan polimer untuk perekat, film, cat, pelapis, tekstil, dan produk pengguna akhir lainnya. Pertumbuhan luas dalam industri ini merupakan salah satu faktor utama yang mendorong pertumbuhan pasar di kawasan Asia-Pasifik. Adapun aplikasi pemanfaatan asam asetat berdasarkan turunannya seperti yang terdapat pada Gambar 1.1 (Mordor Intelligence, 2022).



Gambar 1. 1 Pasar asam asetat berdasarkan turunannya, Global 2021

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2020, asam asetat merupakan salah satu bahan kimia yang memiliki nilai impor tinggi yaitu sebesar 71.599.050 ton. Kebutuhan asam asetat yang tinggi belum diimbangi dengan suplai dari dalam negeri yang memadai. Hingga saat ini, hanya ada satu pabrik asam asetat di Indonesia, yaitu PT. Indo Acidatama Chemical Industry (IACI) dengan kapasitas 36.600 ton/tahun berdasarkan informasi data yang diperoleh dari website resmi PT Indo Acidatama Tbk, untuk memenuhi kebutuhan asam asetat di dalam negeri, Indonesia masih mengimpor dari Malaysia dan Singapura. Meningkatnya kebutuhan asam asetat menjadikan pabrik asam asetat ini sangat potensial didirikan di Indonesia.

Oleh karena itu, pabrik asam asetat perlu didirikan di Indonesia dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Dapat menutupi kebutuhan impor yang terus meningkat.
2. Pendirian pabrik asam asetat juga akan memberikan keuntungan, melihat upah buruh di Indonesia lebih murah dibandingkan upah buruh luar negeri.
3. Membuka lapangan pekerjaan baru, terutama bagi masyarakat yang berada di sekitar pabrik.
4. Dapat menghemat devisa negara, dengan adanya pabrik asam asetat di dalam negeri maka impor asam asetat dapat dikurangi.
5. Dapat memicu berdirinya pabrik-pabrik baru yang menggunakan bahan baku asam asetat.

1.2 Sejarah dan Perkembangan

Asam asetat atau biasa dikenal dengan cuka, dulu dihasilkan dari berbagai bakteri penghasil asam asetat, sedangkan asam asetat merupakan hasil samping dari pembuatan bir atau anggur. Penggunaan asam asetat sebagai pereaksi kimia sudah dimulai sejak lama. Pada abad ke-3 Sebelum Masehi, filsuf Yunani kuno *Theophrastos* menjelaskan bahwa cuka bereaksi dengan logam-logam membentuk berbagai zat warna, misalnya timbal putih, yaitu suatu zat hijau campuran dari garam-garam tembaga dan mengandung tembaga (II) asetat (Shakhashiri, 2008).

Tahun 1847 kimiawan Jerman Herman Kolbe mensintesis asam asetat dari zat anorganik untuk pertama kalinya. Reaksi kimia yang dilakukan adalah klorinasi karbon disulfida menjadi karbon tetraklorida, diikuti dengan pirolisis menjadi tetrakloroetilena dan klorinasi dalam air menjadi asam trikloroasetat, dan akhirnya reduksi melalui elektrolisis menjadi asam asetat. Sejak tahun 1910 kebanyakan asam asetat dihasilkan dari cairan *piroligneous* yang diperoleh dari distilasi kayu. Cairan ini direaksikan dengan kalsium hidroksida menghasilkan kalsium asetat yang kemudian diasamkan dengan asam sulfat menghasilkan asam asetat (Xuebing, 2006).

Industri asam asetat di Indonesia merupakan salah satu industri kimia yang berprospek cukup baik. Produk asam asetat ini memiliki pasar yang cukup luas seperti industri *purified terephthalic acid* (PTA), industri etil asetat, industri tekstil, industri benang karet dan juga digunakan sebagai bahan setengah jadi untuk membuat bahan-bahan kimia, seperti vinil asetat, selulosa asetat, asam asetat anhidrid, maupun kloro asetat. Studi pasar tentang asam asetat menunjukkan kesenjangan yang besar antara permintaan dan penyediaan. Sebagian besar asam asetat yang diproduksi di Asia dikonsumsi secara internal dan kelebihanannya diimpor. PT Indo Acidatama merupakan produsen asam asetat lokal, belum mampu memenuhi semua kebutuhan asam asetat dalam negeri. Penggunaan asam asetat yang meningkat setiap tahunnya mendorong perusahaan dalam negeri untuk menghasilkan produk asam asetat yang lebih besar agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna asam asetat di Indonesia.

BAB 2. PERENCANAAN PABRIK

2.1 Pemilihan Kapasitas

Indonesia hanya memiliki satu perusahaan yang memproduksi asam asetat. Asam asetat dapat digunakan oleh beberapa industri sebagai bahan baku, konsumsi asam asetat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.1 menunjukkan data mengenai konsumsi asam asetat di Indonesia, yang mana data tersebut diinput didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Tabel 2.2 menunjukkan data produksi pabrik asam asetat, Tabel 2.3 menunjukkan data kebutuhan asam asetat di ASEAN.

Tabel 2. 1 Data konsumsi asam asetat di Indonesia

| Tahun | Konsumsi (ton) |
|-------|----------------|
| 2012 | 123.584,7 |
| 2013 | 124.486,5 |
| 2014 | 126.532,2 |
| 2015 | 127.744,5 |
| 2016 | 129.218,2 |
| 2017 | 130.691,9 |
| 2018 | 132.165,6 |
| 2019 | 133.639,3 |
| 2020 | 135.113,0 |

Tabel 2. 2 Data produksi pabrik asam asetat

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

Tabel 2. 3 Total Kebutuhan Asam Asetat di ASEAN

| Negara | Jumlah Impor (ton/tahun) |
|------------------------------|--------------------------|
| Malaysia | 1.454,19 |
| Filipina | 2.273,51 |
| Thailand | 24.192,56 |
| Brunei Darussalam | 11,85 |
| Myanmar | 156,16 |
| Kamboja | 103,87 |
| Vietnam | 3.658,58 |
| Singapore | 43359,169 |
| Jumlah Total Kebutuhan Impor | 75.209,90 |

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia, 2020 didapatkan data produksi, impor, ekspor dan konsumsi asam asetat di Indonesia dari tahun ke tahun di tunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Data jumlah impor ekspor asam asetat di Indonesia

| Tahun | Produksi (ton/tahun) | Impor (ton/tahun) | Ekspor (ton/tahun) | Konsumsi (ton/tahun) |
|-----------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| 2015 | 36.600 | 83.261,00 | 1,887 | 127.744,5 |
| 2016 | 36.600 | 59.446,75 | 4,276 | 129.218,2 |
| 2017 | 36.600 | 69.372,27 | 5,342 | 130.691,9 |
| 2018 | 36.600 | 70.963,87 | 1,272 | 132.165,6 |
| 2019 | 36.600 | 71.599,05 | 2,686 | 133.639,3 |
| Rata-rata | 36.600 | 70.928,588 | 3,0926 | 130.691,9 |

Dengan analisa data di atas, persentase laju pertumbuhan ketersediaan asam asetat dapat di hitung menggunakan persamaan *timmerhaus*, sehingga didapat nilai laju pertumbuhan yang tertera pada Tabel 2.5

Tabel 2. 5 Data persentase laju pertumbuhan dan ketersediaan asam asetat di Indonesia (%)

| Tahun | Produksi | Impor | Ekspor | Konsumsi |
|-----------|----------|-------|--------|----------|
| 2015-2016 | 0 | 28,60 | 0 | 1,153631 |
| 2016-2017 | 0 | 16,70 | 24,93 | 1,140474 |
| 2017-2018 | 0 | 2,29 | -76,19 | 1,127614 |
| 2018-2019 | 0 | 0,90 | 111,16 | 1,102744 |
| Rata-rata | 0 | 12,12 | 19,97 | 1,131116 |

Dari data pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 di atas, maka nilai produksi, konsumsi, impor dan ekspor pada tahun 2025 dapat diprediksikan Pabrik asam

asetat akan bekerja secara kontinyu selama 330 hari dalam waktu 1 tahun, dengan kapasitas pabrik asam asetat sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas tahun 2025} = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$\text{Kapasitas tahun 2025} = (0,705799 + 142.481,5) - (51.209,85 + 36.600)$$

$$\text{Kapasitas tahun 2025} = 55.000 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka didapatkan peluang kapasitas perancangan pabrik asam asetat tahun 2025 sebesar 55.000 ton/tahun.

2.2 Pemilihan Proses

Secara umum, proses pembuatan asam asetat dapat dilakukan melalui beberapa macam proses. Beberapa proses memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Adapun pembuatan asam asetat di industri dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya yaitu karbonilasi metanol.

2.2.1 Karbonilasi Metanol

Reaksi karbonilasi adalah reaksi antara karbon monoksida dengan gugus fungsional yang mengandung oksigen secara katalitik menjadi senyawa organik. Kata karbonilasi pertama kali diperkenalkan oleh *Walter Reppe* dari BASF pada tahun 1938. Senyawa organik tersebut dapat berupa senyawa jenuh maupun senyawa tak jenuh dan mengandung suatu gugus fungsional seperti hidroksil, amino, atau halogen. Reaksi karbonilasi metanol merupakan proses yang sering digunakan saat ini karena efisiensi keseluruhan dalam penggunaan bahan bakar yang rendah, bebas dari masalah rendahnya pemasaran produk samping, dan biaya investasi yang relatif rendah. Metanol adalah bahan yang penggunaannya luas dan karbon monoksida didapat dari proses *reforming gas steam*.



(Roth. J, 1975).

Ada dua macam proses karbonilasi metanol yang sering digunakan dimana keduanya berfase cair, yaitu :

- 1) Dengan tekanan tinggi (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 konversi 90%.

- 2) Dengan tekanan rendah (Monsanto), proses Monsanto hampir serupa dengan proses BASF namun dengan penggunaan katalis yang lain, yaitu *Rhodium* kompleks atau *Rhodium Iodida* dengan suhu dan tekanan operasi dapat diturunkan menjadi 170°C dan tekanan 25-30 atm dengan konversi 90-99%. Penggunaan katalis pada proses karbonilasi metanol ada dua yaitu *Cobalt* (BASF) dan *Rhodium* (Monsanto). Dalam segi ekonomi katalis *Rhodium* lebih murah dibandingkan dengan katalis *Cobalt* yakni *Rhodium* Rp11.571,00 (alibaba.com) sedangkan *Cobalt* Rp231.420,00 (alibaba.com).

Proses dengan tekanan rendah atau Monsanto mulai digunakan secara luas pada tahun 1970, sepuluh tahun kemudian proses dengan tekanan tinggi dapat dioperasikan secara semikomersial. Konversi yang diperoleh dari reaksi metanol dengan CO menjadi asam asetat yaitu sekitar 99% dengan menggunakan tekanan rendah, sedangkan dengan proses tekanan tinggi diperoleh konversi sekitar 90%. Iodida adalah faktor penting dalam reaksi karbonilasi ini (dengan menggunakan katalis rhodium maupun *cobalt*), dimana total iodida yang terkandung dalam reaksi mengendalikan rasio optimum yang diperlukan dalam reaksi ini. Tabel 2.6 adalah perbandingan proses BASF dan Monsanto.

Tabel 2. 6 Perbandingan proses BASF dan Monsanto

| No | Pertimbangan | BASF | Monsanto |
|----|-----------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Bahan Baku | Metanol dan CO | Metanol dan CO |
| 2 | Konversi | 90% | 90-99% |
| 3 | Kondisi Operasi | 215 C, 693 atm | 170 C, 25-30 atm |
| 4 | Katalis | Cobalt (tidak efektif) | Rhodium (efektif) |
| 5 | Biaya Inventasi | Tinggi | Tinggi |
| 6 | Biaya Operasi | Tinggi | Rendah |

Sumber : Roth, J, 1975

Berdasarkan beberapa proses pembuatan asam asetat pada Tabel 2.7, maka dapat dipilih proses pembuatan asam asetat dengan Karbonilasi Metanol dengan Proses Monsanto karena memiliki beberapa pertimbangan, diantaranya sebagai berikut :

1. Konversi reaksi tinggi antara 90-99 % dengan hasil samping yang rendah.
2. Proses tidak terlalu rumit

3. Reaktor bekerja pada tekanan yang tidak terlalu tinggi yakni 25-30 atm
4. Biaya bahan baku yang dibutuhkan lebih murah karena bahan baku diperoleh dari dalam negeri (Roth, J, 1975).

2.3 Uraian Proses

Proses produksi asam asetat dari metanol dan karbon monoksida terbagi menjadi 4 tahap, yaitu:

1) Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Produksi asam asetat dengan kapasitas 55.000 ton/tahun menggunakan bahan baku metanol dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan (F-111) dan bahan baku karbon monoksida yang memiliki kemurnian 98% dengan impuritis hidrogen 2% disimpan dalam fase gas dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan (F-115).

2) Tahap Pembentukan Produk

Metanol dari tangki (F-111) dipompa (L-112) untuk mengalirkan bahan baku dan dinaikkan suhunya 140°C menggunakan *heater* (E-113) kemudian dinaikkan tekanannya 30 atm menggunakan kompresor (G-114). Sedangkan, karbon monoksida yang disimpan di tangki penyimpanan (F-115) dinaikkan suhunya menjadi 130°C menggunakan heater (E-116) dan dinaikkan tekanannya 30 atm menggunakan kompresor (G-117) kemudian diumpankan menuju reaktor (R-110). Pembentukan asam asetat dari metanol dan karbon monoksida terjadi di dalam reaktor *Fixed Bacth* (R-110) dengan bantuan katalis Rhodium di dalamnya.

Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Reaksi terjadi pada fase gas-gas dengan kondisi operasi pada tekanan 30 atm dan temperatur 170°C. Produk berupa gas yang keluar dari reaktor akan dipisahkan dan diturunkan tekanannya menggunakan *flash tank* (D-210) untuk memisahkan antara gas dan liquid. Kemudian diturunkan suhunya menggunakan cooler (E-312) menjadi 30°C kemudian diumpankan ke menara distilasi (D-310).

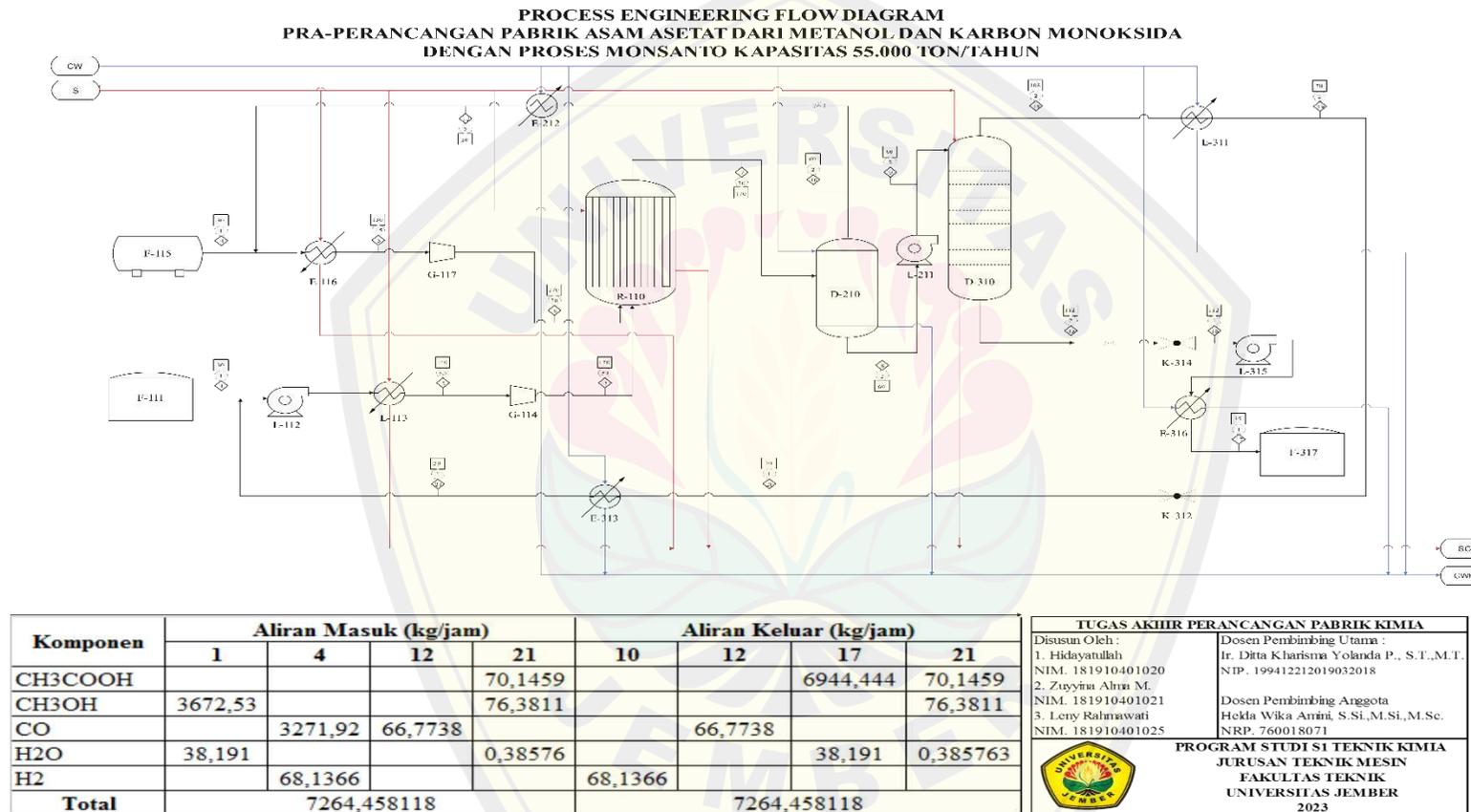
3) Tahap Pemisahan Produk

Produk keluaran reaktor diumpankan ke *flash tank* (D-210) yang berfungsi untuk memisahkan gas – liquid dan menurunkan tekanan menjadi 2 atm. Produk keluaran *flash tank* berupa gas (*top*) akan diturunkan suhunya menggunakan cooler (E-312) menjadi 30°C yang akan di *recycle* kembali ke *mixing point* karbon monoksida kemudian produk berupa cairan (*bottom*) dari *flash tank* akan diumpankan ke proses selanjutnya yaitu menara distilasi (D-310).

4) Tahap Pemurnian Produk

Dalam menara distilasi terjadi pemisahan bahan baku antara metanol dan air yang masih terbawa ke dalam asam asetat dan memurnikan produk hingga mencapai kemurnian 99,5% dengan sedikit *impurities*. Bahan baku metanol dan air yang masih terbawa dipisahkan dan akan menjadi *top product* dari menara distilasi untuk di *recycle* kembali ke *mixing point* metanol. Sedangkan hasil bawah menara distilasi (D-310) yaitu asam asetat dengan kemurnian 99,5% akan di tampung dalam tangki penyimpanan produk (F-317).

2.3.1 Process Flow Diagram



Gambar 2. 1 Process engineering flow diagram pabrik asam asetat

2.4 Spesifikasi Bahan

2.4.1 Bahan Baku Utama

a. Tabel Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku

| Spesifikasi | Metanol | Karbon Monoksida |
|----------------------|---|---|
| Rumus molekul | CH ₃ OH | CO |
| Bentuk | Cair | Gas |
| Warna | Tidak berwarna | Tidak berwarna |
| Kemurnian | 100 % | 100 % |
| Berat molekul | 32,04 g/mol | 28 g/mol |
| Titik didih (1 atm) | 64,7 °C | -191,5 °C |
| Titik beku | -97,8 °C | -205,1 °C |
| Titik nyala | 9,7 °C | - |
| Tekanan uap | 0,126326 atm | - |
| Densitas uap | 1,1 (20 °C) | 1 |
| Viskositas (dinamik) | 0,544 – 0,59 mPa.s (25 °C) | - |
| Ph | 7 – 8 | - |
| Densitas | 791 kg/m ³ (25 °C) | 1,2501 kg/m ³ (25 °C) |
| Suhu kritis | 240 °C | -139,8 °C |
| Tekanan kritis | 78,5068 atm | 34,5324 atm |
| Kelarutan dalam air | 1000 g/L | 41 g/L |
| Sifat | Mudah menguap | |
| Harga | 0.40/kg USD (PT. KMI) 6280,40/kg IDR | 0.12/kg USD (PT. KMI) 1884,12/kg IDR |

(Sumber : MSDS, PubChem, 2020)

2.4.2 Bahan Baku Pendukung

a. Katalis rhodium

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| Rumus molekul | Rh |
| Bentuk | Padat |
| Warna | Putih keperakan |
| Berat molekul | 102,91 g/mol |
| Titik didih (1 atm) | 3727 °C |
| Titik beku | 1966 °C |
| Densitas | 12,410 kg/m ³ (20 °C) |
| Kapasitas kalor | 24,98 J/mol K |
| Harga | 0.75/kg USD (alibaba) 11571/kg IDR |

(Sumber : MSDS, Central Drug House, 2020)

2.4.3 Produk

a. Asam asetat

| | |
|----------------------|--|
| Rumus molekul | CH ₃ COOH |
| Bentuk | Cair |
| Warna | Tidak berwarna |
| Kemurnian | 100 % |
| Berat molekul | 60,05 g/mol |
| Titik didih (1 atm) | 118 °C |
| Titik beku | 17 °C |
| Titik nyala | 39 °C |
| Tekanan uap | 0,020518 atm (25°C) |
| Densitas uap | 2,1 (20°C) |
| Viskositas (kinetik) | 1,168 mm ² /s |
| Viskositas (dinamik) | 1,056 mPa.s (25°C) |
| pH | 2,4 |
| Densitas | 1040 kg/m ³ (25°C) |
| Suhu kritis | 322 °C |
| Tekanan kritis | 447076 atm |
| Kelarutan dalam air | 602,9 g/L |
| Sifat | Higroskopis, mudah terbakar |
| Harga | 8.00/L USD (PT. KMI) 123.777,60/L IDR |

(Sumber : MSDS, PubChem, 2020).

2.5 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak

2.5.1 Pemilihan Lokasi

Terdapat beberapa faktor yang mendukung kesuksesan sebuah pabrik industri. Faktor yang sangat berperan salah satunya adalah penentuan lokasi geografis dari sebuah pabrik. Pemilihan lokasi pabrik secara geografis dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap lancarnya kegiatan suatu industri, maka harus dipertimbangkan dalam penentuan lokasi pabrik agar diperoleh keuntungan yang maksimal. Lokasi pabrik asam asetat ini direncanakan akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur yang ditunjukkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2. 2 Lokasi pendirian pabrik asam asetat

Adapun dasar utama pemilihan lokasi pabrik menurut Peters dkk (2003) diantaranya adakah :

1. Bahan Baku

Kriteria penilaian dititik beratkan pada kemudahan dalam memperoleh bahan baku. Dalam hal ini, bahan baku metanol diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri yang berada di daerah Bontang. Kapasitas metanol yang di produksi oleh PT. Kaltim Methanol Industri adalah 660.000 ton/tahun. Sedangkan bahan baku karbon monoksida diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim di Bontang dan kapasitas karbon monoksida yang di produksi dari PT.Tira Austenite adalah 100 tabung per jam.

2. Utilitas

Sarana utilitas utama yang diperlukan bagi kelancaran produksi adalah air dan energi listrik. Air yang dibutuhkan dalam proses diambil dari Sungai Guntung yang berjarak sekitar 1,5 km dan juga terdapat banyak sumur dan waduk. Sedangkan untuk kebutuhan listrik sebagian diperoleh dari adanya jaringan PLN ULP Kota Bontang yang berjarak 8,6 km dari lokasi.

3. Pemasaran Produk

Pemasaran asam asetat di targetkan dengan skala nasional atau kebutuhan dalam negeri. Daerah pemasaran sebagian besar berada di luar Kalimantan sehingga harus ditempuh terutama lewat jalur laut. Adapun target pasar industri berbasis Asam Asetat di Indonesia ditunjukkan pada tabel 2.7 berikut :

Tabel 2. 7 Perusahaan-Perusahaan Potensial untuk Konsumsi Asam Asetat

| No. | Nama Perusahaan | Konsumsi (ton/tahun) |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1. | Industri PTA | 141.341 |
| 2. | Industri Etil Asetat | 23.912 |
| 3. | Industri Benang Karet | 4.232 |
| 4. | Industri Asam Cuka | 2.752 |
| 5. | Industri Tekstil | 24.367 |
| 6. | Industri Lain-lain | 42.552 |
| Total Konsumsi | | 239.156 |

(Sumber: PT CIC."Organic Acetic")

4. Transportasi

Kota Bontang, Kalimantan Timur ini termasuk daerah yang mudah di jangkau oleh kendaraan-kendaraan besar yang dekat dengan jalan utama. Transportasi darat, laut dan udara yang tersedia sangat membantu kegiatan industri baik untuk penyediaan bahan baku maupun pemasaran produknya. Lokasi tersebut juga dekat dengan pelabuhan Tanjung Laut.

5. Tenaga Kerja

Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik, 2020) Kota Bontang memiliki tingkat pengangguran terbuka yaitu sebesar 7,81%. Dengan jumlah tersebut, Bontang menjadi kota dengan tingkat pengangguran tertinggi di Kalimantan Timur. Pada tahun 2021 jumlah pengangguran tercatat sebesar 8.935 orang. Pada tahun 2022 jumlah pengangguran menurun menjadi 7.742 orang.

Tabel 2. 8 Jumlah penduduk kalimantan timur yang bekerja menurut tingkat pendidikan

| No. | Tingkat Pendidikan | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. | SD ke bawah | 443.448 | 477.106 | 482.844 | 493.889 | 491.456 | 453.853 |
| 2. | SMP | 236.959 | 260.843 | 273.257 | 267.721 | 260.789 | 259.693 |
| 3. | SMA/SMK | 593.161 | 609.994 | 659.047 | 643.105 | 666.878 | 760.250 |
| 4. | Dipolma I/II/III | 68.636 | 64.291 | 57.174 | 64.507 | 64.906 | 56.923 |
| 5. | Universitas | 198.431 | 208.735 | 221.159 | 223.574 | 236.332 | 216.201 |

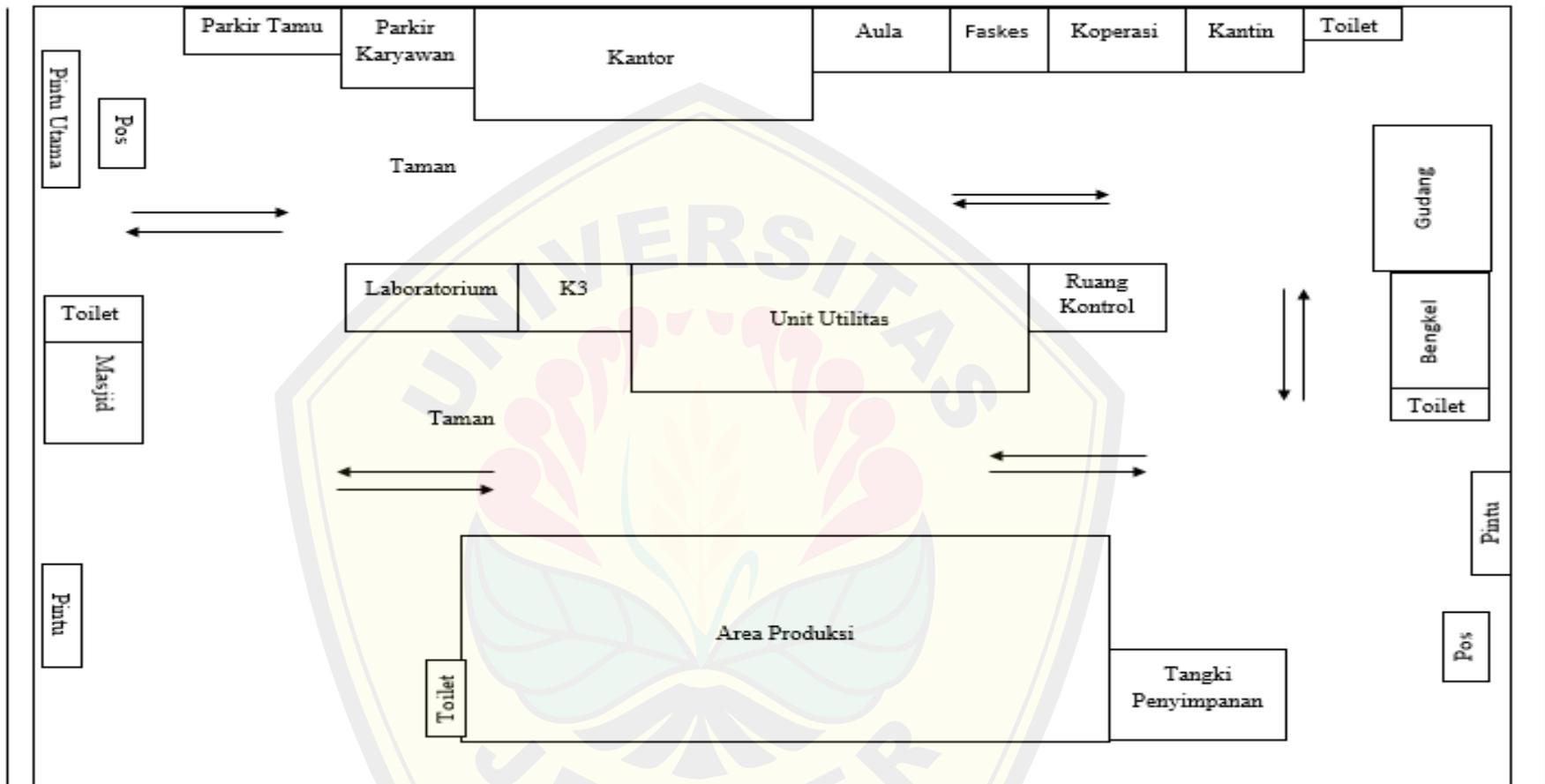
Sumber : Badan Pusat Statistik Kalimantan Timur, 2022

2.5.2 Tata Letak

Tata letak pabrik memiliki peran penting untuk mendapatkan koordinasi kerja yang efisien, oleh karena itu perlu dilakukan penataan sebaik mungkin dalam perusahaan. Tata letak pabrik asam asetat yang direncanakan dapat dilihat pada gambar 2.5. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik diantaranya adalah :

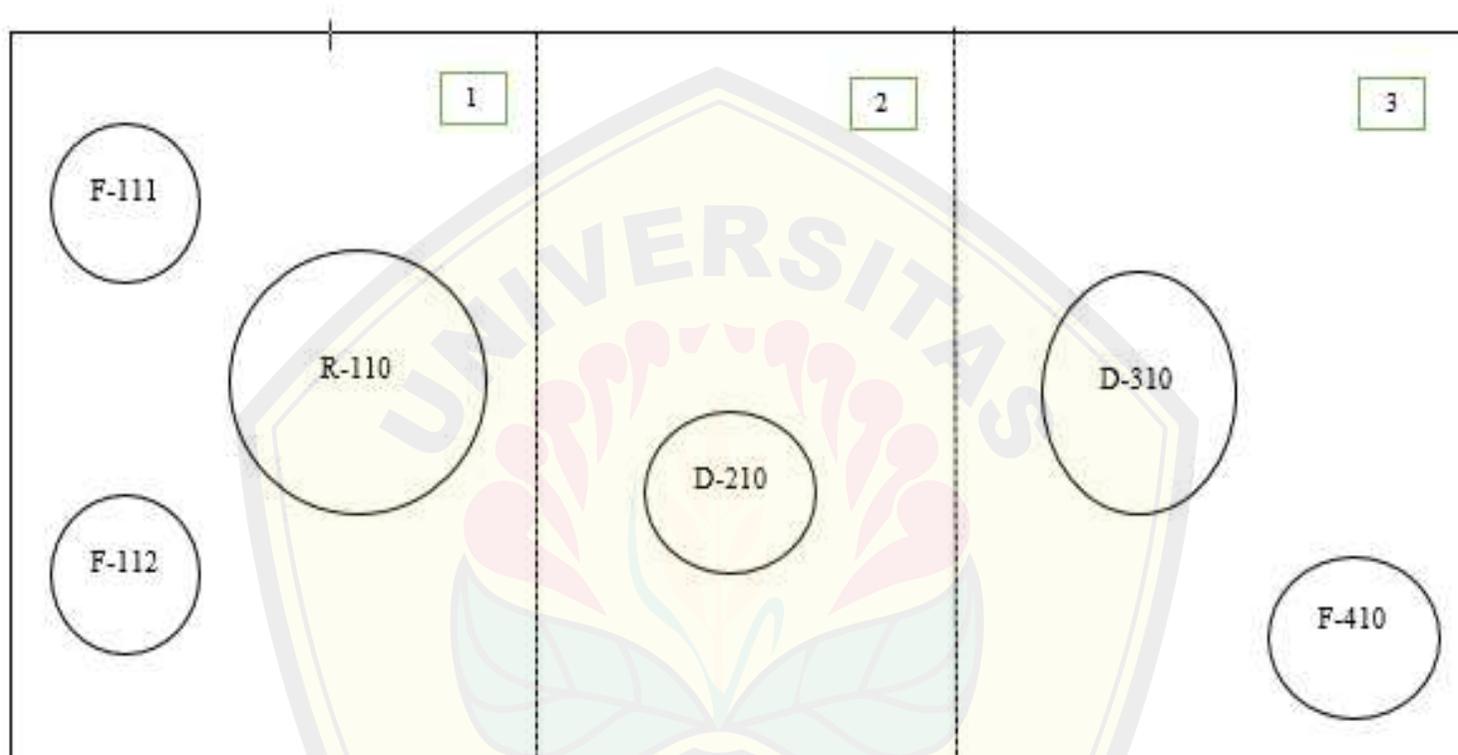
1. Adanya kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa yang akan datang.
2. Faktor keamanan pabrik dari bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *layout* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas dan bahan yang mudah meledak, serta jauh dari asap atau gas beracun.
3. Sistem konstruksi yang diterapkan adalah *outdoor*, hal ini dikarenakan iklim Indonesia yang memungkinkan konstruksi secara *outdoor* serta dapat menekan biaya bangunan dan gedung.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER



Gambar 2. 3 Tata letak pabrik

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER



Gambar 2. 4 Tata letak alat pabrik asam asetat

BAB 3. SPESIFIKASI ALAT

3.1 Tangki Metanol (F-111)

| | |
|---------------------|---|
| Nama (Kode) | Tangki Metanol (F-111) |
| Fungsi | Tempat menyimpan bahan baku metanol |
| Tipe | Tangki silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon Steel SA-201 Grade A</i> |
| Temperatur Operasi | 30 °C |
| Tekanan Operasi | 1 atm |
| Kapasitas Tangki | 178114,4 kg |
| Diameter Dalam | 191,63 in |
| Diameter Luar | 192 in |
| Tinggi <i>Shell</i> | 24 ft |
| Tebal <i>Shell</i> | 1/8 in |
| Tebal Tutup | 1/4 in |
| Tinggi Total | 30,402 ft |
| Jumlah | 3 buah |
| Harga per Alat | Rp 1.039.699.044 US\$ 68.065,403 |

3.2 Tangki Karbon Monoksida (F-115)

| | |
|--------------------|---|
| Nama (Kode) | Tangki Karbon Monoksida (F-115) |
| Fungsi | Tempat menyimpan bahan baku CO |
| Tipe | <i>Spherical Tank</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Stainless Steel 316</i> |
| Temperatur Operasi | 30 °C |
| Tekanan Operasi | 440,88 psi |
| Kapasitas Tangki | 9821,38 m ³ |
| Diameter | 13 m |
| Jari-jari | 6,644 m |
| Tebal tangki | 4 ½ in |
| Jumlah | 1 buah |
| Harga per Alat | Rp 57.694.302.982 US\$ 37.77.041,112 |

3.3 Tangki Asam Asetat (F-318)

| | |
|------------------|---|
| Nama (Kode) | Tangki Asam Asetat (F-318) |
| Fungsi | Tempat menyimpan produk asam asetat |
| Tipe | Tangki silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon Steel SA-201 Grade A</i> |

| | |
|---------------------|------------------------------------|
| Temperatur Operasi | 35 °C |
| Tekanan Operasi | 1 atm |
| Kapasitas Tangki | 335166,2 kg |
| Diameter Dalam | 239,63 in |
| Diameter Luar | 240 in |
| Tinggi <i>Shell</i> | 24 ft |
| Tebal <i>Shell</i> | 1/8 in |
| Tebal Tutup | 1/4 in |
| Tinggi Total | 33,568 ft |
| Jumlah | 3 buah |
| Harga per Alat | Rp 1.188.998.387 US\$ 77839,502 |

3.4 Kompresor

| | Kompresor Metanol (G-114) | Kompresor Karbon Monoksida (G-117) |
|------------------|---|---|
| Nama (Kode) | Kompresor (G-114) | Kompresor (G-117) |
| Fungsi | Menaikkan tekanan gas metanol | Menaikkan tekanan gas CO |
| Tipe | <i>Centrifugal Compressor</i> | <i>Centrifugal Compressor</i> |
| Jumlah Stage | 2 stage | 2 stage |
| Kondisi Operasi | Psuction = 51 bar Tsuction = 140 °C Pdischarge = 441 bar Tdischarge = 170 °C | Psuction = 66 bar Tsuction = 130 °C Pdischarge = 441 bar Tdischarge = 170 °C |
| Bahan Konstruksi | <i>Cast Iron</i> | <i>Cast Iron</i> |
| Kapasitas | 3857,63 kg/jam | 3406,83 kg/jam |
| Efisiensi | 90% | 90% |
| Power | 54,61 Kw | 33,73 Kw |
| Jumlah | 1 buah | 1 buah |
| Harga Alat | Rp 1985861149 US\$ 130007,276 | Rp 2.798.912.996 US\$ 183.234,8934 |

3.5 Fixed Bed Reactor (R-110)

| | |
|--------------------|---|
| Nama (Kode) | Reaktor (R-110) |
| Fungsi | Untuk mereaksikan metanol dengan karbon monoksida menjadi Asam Asetat |
| Tipe | <i>Fixed Bed Reactor</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon Steel SA-212 Grade B</i> |
| Temperatur Operasi | 170 °C |
| Tekanan Operasi | 30 atm |
| Kapasitas Tangki | 7210,459 kg/jam |

| Shell Side | | Tube Side | |
|---------------------|------------------|------------------|-----------|
| ID | 112,06 in | OD | 1,25 in |
| OD | 120 in | ID | 1,12 in |
| Tinggi <i>Shell</i> | 18 ft | BWG | 16 in |
| Tebal <i>Shell</i> | 3 in | Pt | 1,5625 in |
| Tutup Atas | | L | 16 ft |
| Tebal Tutup | 0,1875 in | | |
| Tinggi Tutup | 23,51 in | | |
| Tutup Bawah | | | |
| Tebal Tutup | 0,8175 in | | |
| Tinggi Tutup | 23,51 in | | |
| Jumlah | 1 buah | | |
| Harga per Alat | Rp 1.224.974.133 | | |
| | US\$ 80.194,7059 | | |

3.6 Flash Tank (D-210)

| | | |
|--------------------|---|--|
| Nama (Kode) | <i>Flash Tank (D-210)</i> | |
| Fungsi | Memisahkan antara gas asetat dengan <i>liquid</i> | |
| Tipe | <i>Flash Tank</i> | |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon Steel SA-240 Grade A</i> | |
| Temperatur Operasi | 60 °C | |
| Tekanan Operasi | 2 atm | |
| Kapasitas | 801,49 m ³ | |
| ID | 48,93 in | |
| OD | 49,30 in | |
| Tinggi | 65,54 in | |
| | Outlet Nozzle | Inlet Nozzle |
| Top Product | CO dan H ₂ | CH ₃ COOH, CH ₃ OH, H ₂ O |
| Sch Number | 40 | 40 |
| ID | 6 in | 2 in |
| OD | 6,625 in | 2,38 in |
| A | 28,9 in | 2,95 in |

3.7 Menara Distilasi (D-310)

| | |
|--------------------|---|
| Nama (Kode) | Menara Distilasi (D-310) |
| Fungsi | Memisahkan antara produk asam asetat dengan methanol |
| Tipe | Tangki silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Stainless Steel SA-240 Grade M Type 316</i> |
| Temperatur Operasi | 108 °C |
| Tekanan Operasi | 2 atm |
| Kapasitas Tangki | 7129,548 kg/jam |
| Diameter Dalam | 77,5 in |

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| Diameter Luar | 78 in |
| Tinggi Menara | 11,96 ft |
| Tebal <i>Shell</i> | 1/4 in |
| Tebal Tutup Atas | 5/16 in |
| Tebal Tutup Bawah | 5/16 in |
| Jumlah | 1 buah |
| Harga per Alat | Rp 1.036.101.469 US\$ 67829,883 |

3.8 Kondensor

| | | |
|---------------------|--|----------------------|
| Nama (Kode) | Kondensor (E-311) | |
| Fungsi | Untuk mendinginkan aliran dari <i>top product</i> dari distilasi | |
| Tipe | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> | |
| Bahan Konstruksi | <i>Carbon steel</i> | |
| | Diameter annulus | Diameter pipe |
| IPS | 4 in | 3 in |
| Sch | 40 | 40 |
| Diameter dalam (ID) | 4,03 in | 3,07 in |
| Diameter luar (OD) | 4,50 in | 3,50 in |
| DP allowance | 10 psi | |
| Dirt factor (Rd) | 0,003 | |
| Harga | US \$1.059,8419 | |

3.9 Heat Exchanger

| | | |
|---------------------|--|----------------------|
| Nama (Kode) | Cooler (E-212) | |
| Fungsi | Menurunkan suhu gas dari 54°C menjadi 30°C | |
| Tipe | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> | |
| Bahan Konstruksi | <i>Stainless steel Type 304</i> | |
| | Diameter annulus | Diameter pipe |
| IPS | 4 in | 3 in |
| Sch | 40 | 40 |
| Diameter dalam (ID) | 4,03 in | 3,07 in |
| Diameter luar (OD) | 4,50 in | 3,50 in |
| ΔPa | 0,0003 psi | 0,000001 psi |
| Panjang hairpin | 24 ft | |
| Jumlah hairpin | 6 buah | |
| Harga | US \$1.884,1634 | |

3.10 Heat Exchanger

| | |
|------------------|---|
| Nama (Kode) | Heater (E-113) |
| Fungsi | Meningkatkan suhu bahan metanol dari 30°C menjadi 130°C |
| Tipe | <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Stainless steel Type 304</i> |

| | Diameter annulus | Diameter pipe |
|---------------------|-------------------------|----------------------|
| IPS | 4 in | 3 in |
| Sch | 40 | 40 |
| Diameter dalam (ID) | 4,03 in | 3,07 in |
| Diameter luar (OD) | 4,50 in | 3,50 in |
| ΔPa | 0,008 psi | 0,279 psi |
| Panjang hairpin | 24 | |
| Jumlah | 1 | |
| Harga | Rp. 28.780.596,36 | |
| | US \$1.884,1634 | |

3.11 Heat Exchanger

| | | | |
|------------------|---|------------|--------------------------------|
| Nama (Kode) | Heater (E-116) | | |
| Fungsi | Meningkatkan suhu bahan metanol dari 30°C menjadi 130°C | | |
| Tipe | <i>1-8 shell and tube heat exchanger</i> | | |
| Bahan Konstruksi | <i>Stainless Steel Type 304</i> | | |
| | Shell | | Tube |
| ID | 12 in | OD | 0,75 in |
| Baffle | 8 in | ID | 0,53 in |
| Passes | 1 | BWG | 12 |
| ΔPa | 0,005 psi | Pitch | 1 in |
| | | Panjang | 16 ft |
| | | Jumlah | 78 |
| | | Passes | 8 |
| | | ΔP | 0,049 psi |
| | | Rd | 0,17 hr.ft ² °F/btu |
| Luas area | 238,87 ft ² | | |
| Jumlah | 1 buah | | |
| Harga | Rp. 28.780.596,36 | | |
| | US \$1.884,1634 | | |

3.12 Heat Exchanger

| | | | |
|------------------|---|---------|-------------|
| Nama (Kode) | Cooler (E-313) | | |
| Fungsi | Mendinginkan CH ₃ OH yang akan direcycle ke mixing point | | |
| Tipe | <i>3-6 shell and tube heat exchanger</i> | | |
| Bahan Konstruksi | <i>Stainless Steel Type 304</i> | | |
| | Shell | | Tube |
| ID | 12 in | OD | 0,75 in |
| Baffle | 6 in | ID | 0,48 in |
| Passes | 3 | BWG | 10 |
| ΔPa | 0,00017 psi | Pitch | 1 in |
| | | Panjang | 13 ft |

| | | | |
|-----------|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| | | Jumlah | 82 |
| | | <i>Passes</i> | 82 |
| | | ΔP | 0,004 psi |
| | | Rd | 0,06 hr.ft ² F/btu |
| Luas area | 205,355 ft ² | | |
| Jumlah | 1 buah | | |
| Harga | Rp. 28.780.596,36 | | |
| | US \$1.884,1634 | | |

3.13 Heat Exchanger

| | |
|------------------|---|
| Nama (Kode) | Cooler (E-317) |
| Fungsi | Mendinginkan produk menuju tangki penyimpanan |
| Tipe | <i>3-6 shell and tube heat exchanger</i> |
| Bahan Konstruksi | <i>Stainless Steel Type 304</i> |

| | <i>Shell</i> | | <i>Tube</i> |
|---------------|--------------|---------------|-------------------------------|
| ID | 35 in | OD | 0,75 in |
| <i>Baffle</i> | 13 in | ID | 0,62 in |
| <i>Passes</i> | 3 | BWG | 13 |
| ΔPa | 0,00017 psi | <i>Pitch</i> | 1 in |
| | | Panjang | 16 ft |
| | | Jumlah | 766 |
| | | <i>Passes</i> | 6 |
| | | ΔP | 0,001 psi |
| | | Rd | 0,19 hr.ft ² F/btu |

| | |
|-----------|-------------------------|
| Luas area | 2396,87 ft ² |
| Jumlah | 1 buah |
| Harga | Rp 28.780.596,36 |
| | US \$1.884,1634 |

3.14 Pompa

| | |
|-----------------|---------------------------------|
| Nama (Kode) | Pompa (L-112) |
| Fungsi | Memompa bahan menuju reaktor |
| Tipe | <i>Centrifugal pump</i> |
| Konfigurasi | Horizontal 1 stage |
| Bahan | <i>Stainless Steel Type 304</i> |
| Kapasitas | 3857,6297 kg/jam |
| Nominal pipa | 2 in |
| Efisiensi pompa | 80% |
| Power | 0,0266 hp |
| Jumlah | 1 buah |
| Harga per Alat | Rp 1985861149 |
| | US\$ 130007,276 |

3.15 Pompa

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| Nama (Kode) | Pompa (L-211) |
| Fungsi | Memompa produk yang akan didistilasi |
| Tipe | <i>Centrifugal pump</i> |
| Konfigurasi | Horizontal 1 stage |
| Bahan | <i>Stainless Steel Type 304</i> |
| Kapasitas | 7129,547714 kg/jam |
| Nominal pipa | 2,5 in |
| Efisiensi pompa | 80% |
| Power | 0,1063 hp |
| Jumlah | 1 buah |
| Harga per Alat | Rp 1985861149 US\$ 130007,276 |

3.16 Pompa

| | |
|-----------------|--|
| Nama (Kode) | Pompa (L-211) |
| Fungsi | Memompa produk menuju tangki penyimpanan |
| Tipe | <i>Centrifugal pump</i> |
| Konfigurasi | Horizontal 1 stage |
| Bahan | <i>Stainless Steel Type 304</i> |
| Kapasitas | 6982,634 kg/jam |
| Nominal pipa | 3 in |
| Efisiensi pompa | 80% |
| Power | 0,0994 hp |
| Jumlah | 1 buah |
| Harga per Alat | Rp 1985861149 US\$ 130007,276 |

BAB 4. UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian penunjang proses yang diperlukan sebuah industri bahan kimia agar berjalan dengan baik. Utilitas pada pabrik Asam Asetat ini memiliki beberapa unit yang sangat diperlukan untuk membantu proses produksi agar berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Tidak adanya unit penunjang akan mengakibatkan tidak lancarnya proses produksi. Unit utilitas di pabrik Asam Asetat ini terdiri dari :

1. Unit penyediaan dan pengelolaan air
2. Unit pengadaan energi listrik
3. Unit pengadaan bahan bakar

4.1 Unit Penyediaan dan Pengelolaan Air

Unit penyediaan dan pengelolaan air pada suatu pabrik memiliki peran penting untuk menyediakan air yang siap dipakai setelah melalui berbagai proses pengolahan. Air digunakan untuk berbagai kebutuhan produksi serta domestik pabrik seperti kebutuhan air pendingin, air umpan boiler, air proses, serta air sanitasi atau air bersih.

1) Air pendingin

Air pendingin (*cooling water*) digunakan secara sirkulasi dan digunakan sebagai air pendingin dapat digunakan kembali menggunakan *cooling tower* untuk membuang panas yang diserap oleh air pendingin. Air pendingin juga dirancang berlebih sebesar 20% untuk keperluan keamanan dalam ketersediaan air, sehingga total kebutuhan air pendingin adalah 2323,364 kg/jam.

Tabel 4. 1 Kebutuhan air pendingin pada alat

| No. | Jenis Alat dan Kebutuhan | Laju Alir (kg/jam) |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1. | CO cooler | 5,892 |
| 2. | Product cooler | 430,961 |
| 3. | CH ₃ OH cooler | 74,162 |
| 4. | Condensor | 543,840 |
| 5. | Flash Tank | 881,282 |
| Total cooling water | | 1936,137 |
| 6. | Makeup water 20% | 387,227 |
| Total cooling water dan makeup | | 2323,364 |

2) Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan air dialirkan menuju boiler untuk diubah menjadi *steam* sesuai dengan kebutuhan proses produksi. Adanya kehilangan air karena *steam traps* atau pada *blowdown*, maka dibutuhkan air makeup sebesar 20% dari total kebutuhan umpan.

Tabel 4. 2 Kebutuhan air umpan boiler

| No. | Jenis Air dan Kebutuhan | Laju Alir (kg/jam) |
|-----|--|--------------------|
| 1. | CO <i>preheater</i> | 264,362 |
| 2. | CH ₃ OH <i>preheater</i> | 486,994 |
| 3. | Reaktor | 374,369 |
| 4. | Distilasi | 370,641 |
| | Total <i>boiler feed water</i> | 1496.366 |
| 5. | <i>Makeup water boiler (20%)</i> | 373,402 |
| | Total <i>boiler feed water</i> dan <i>makeup water</i> | 1795,640 |

Brakehorse power (BHP), kapasitas boiler dan bahan bakar yang dibutuhkan bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 3 Kondisi dan data perhitungan boiler

| No. | Parameter | Keterangan |
|-----|------------------------------------|------------------------|
| 1. | Suhu proses paling tinggi | 170 °C |
| 2. | Suhu <i>steam</i> operasi | 300 °C |
| 3. | Tekanan <i>steam</i> operasi | 3039,75 kPa |
| 4. | Entalpi <i>steam</i> | 2767,89 kJ/kg |
| 5. | Entalpi <i>liquid</i> | 719,206 kJ/kg |
| 6. | Suhu <i>boiler feed water</i> | 30 °C |
| 7. | Massa <i>steam</i> yang dihasilkan | 1795,640 |
| 8. | Efisiensi boiler | 80% |
| 9. | Jenis bahan bakar | <i>Antrachite coal</i> |
| 10. | Kapasitas panas bahan bakar | 14440 Btu/lb |

3) Kebutuhan air sanitasi/air bersih

Ketersediaan air sanitasi atau air bersih menjadi salah satu hal yang sangat penting untuk kebutuhan karyawan, laboratorium, pemadam kebakaran, serta berbagai fasilitas lainnya seperti taman, musholla, kantin dan fasilitas kesehatan. Air bersih dalam sebuah industri akan menciptakan lingkungan kerja yang bersih dan sehat. Rincian perhitungan tiap aspek pada kebutuhan air sanitasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Total kebutuhan air sanitasi

| No. | Jenis Kebutuhan | Laju Alir (kg/jam) |
|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 1. | Karyawan | 60 |
| 2. | Laboratorium | 12 |
| 3. | Fasilitas lainnya | 18 |
| 4. | Pemadam kebakaran dan air cadangan | 126 |
| Total air sanitasi | | 216 |

4.2 Unit Pengadaan Energi Listrik

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di area pabrik. Sumber listrik didapatkan dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Jika ada pemadaman oleh PLN maka digunakan generator cadangan *diesel fuel*. Total kebutuhan listrik pada pabrik ini ditampilkan pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Total kebutuhan listrik pada pabrik

| No. | Jenis Kebutuhan | Daya (kW/jam) |
|-------------------------------------|--|---------------|
| 1. | Peralatan proses, utilitas dan instrumentasi | 88,515 |
| 2. | Kantor, laboratorium dan fasilitas lainnya | 17,703 |
| 3. | Penerangan | 67,797 |
| Total kebutuhan | | 174,815 |
| 4. | Faktor keamanan 20% | 34,803 |
| Total kebutuhan dan faktor keamanan | | 208.818 |

1. Kebutuhan listrik peralatan proses, utilitas dan instrumentasi

Tabel 4. 6 Kebutuhan listrik peralatan proses

| No. | Kode | Nama | Jumlah | Daya (kW/jam) |
|--|-------|-------------------------------|--------|---------------|
| 1. | G-117 | Compressor CO | 1 | 33,73 |
| 2. | G-114 | Compressor CH ₃ OH | 1 | 54,61 |
| 3. | L-112 | Pompa CH ₃ OH | 1 | 0,02 |
| 4. | L-213 | Pompa Distilasi | 1 | 0,08 |
| 5. | L-316 | Pompa CH ₃ COOH | 1 | 0,07 |
| Total kebutuhan listrik peralatan proses | | | | 88,51 |

2. Kebutuhan listrik kantor, laboratorium dan fasilitas lainnya

Kebutuhan listrik untuk kantor, operasional laboratorium, serta seluruh fasilitas lainnya seperti musholla, kantin, fasilitas kesehatan dan pos satpam diasumsikan sebesar 20% dari total kebutuhan listrik peralatan. Maka perhitungannya sebagai berikut:

Listrik yang dibutuhkan = 20% × kebutuhan listrik peralatan

$$= 20\% \times 88,51$$

$$= 17,702 \text{ kW/jam}$$

3. Kebutuhan listrik untuk penerangan

Kebutuhan listrik untuk penerangan bisa dilihat pada tabel berikut ini. Nilai lumen yang dibutuhkan dicari dengan mengalikan antara nilai lux dan luas area. Jenis lampu yang digunakan untuk penerangan adalah LED (*light emitting diode*).

Tabel 4. 7 Total lumen tiap area

| No. | Jenis Area | Luas Area (m ²) | Lux | Lumen (lm) |
|-------|-----------------------|-----------------------------|------|------------|
| 1. | Pos jaga | 12 | 100 | 1200 |
| 2. | Tempat parkir | 122 | 50 | 6100 |
| 3. | Fasilitas kesehatan | 72 | 300 | 21600 |
| 4. | Bengkel | 80 | 150 | 12000 |
| 5. | Kantor | 450 | 200 | 90000 |
| 6. | Laboratorium | 120 | 250 | 30000 |
| 7. | Ruang kontrol | 120 | 100 | 12000 |
| 8. | Utilitas | 2100 | 175 | 367500 |
| 9. | Gudang | 150 | 125 | 18750 |
| 10. | Kantin | 72 | 100 | 7200 |
| 11. | Unit K3 | 120 | 100 | 12000 |
| 12. | Halaman, jalan, taman | 500 | 50 | 25000 |
| 13. | Tempat ibadah | 72 | 100 | 7200 |
| 14. | Tangki penyimpanan | 850 | 50 | 42500 |
| 15. | Koperasi | 32 | 100 | 3200 |
| 16. | Unit produksi | 10000 | 350 | 3500000 |
| 17. | Toilet | 32 | 50 | 1600 |
| 18. | Aula | 96 | 50 | 4800 |
| 19. | Area perluasan proses | 6000 | 150 | 900000 |
| Total | | 21000 | 2550 | 5062650 |

Tabel 4. 8 Daya yang diperlukan untuk sistem lampu

| No. | Jenis Area | Lumen (lm) | Jenis Daya | Jumlah | Daya (kW/jam) |
|-----|-----------------------|------------|------------|--------|---------------|
| 1. | Pos jaga | 1200 | 2 | 2 | 0,012 |
| 2. | Tempat parkir | 6100 | 10 | 7 | 0,06778 |
| 3. | Fasilitas kesehatan | 21600 | 28 | 8 | 0,23262 |
| 4. | Bengkel | 12000 | 14 | 9 | 0,12923 |
| 5. | Kantor | 90000 | 28 | 35 | 0,96923 |
| 6. | Laboratorium | 30000 | 77 | 4 | 0,30000 |
| 7. | Ruang kontrol | 12000 | 10 | 13 | 0,13333 |
| 8. | Utilitas | 367500 | 150 | 27 | 4,053361 |
| 9. | Gudang | 18750 | 28 | 7 | 0,20192 |
| 10. | Kantin | 7200 | 10 | 8 | 0,08 |
| 11. | Unit K3 | 12000 | 14 | 9 | 0,12923 |
| 12. | Halaman, jalan, taman | 25000 | 77 | 3 | 0,25 |
| 13. | Tempat ibadah | 7200 | 14 | 6 | 0,07754 |

| No. | Jenis Area | Lumen (lm) | Jenis Daya | Jumlah | Daya (kW/jam) |
|---------------|-----------------------|------------|------------|--------|---------------|
| 14. | Tangki penyimpanan | 42500 | 64 | 7 | 0,46897 |
| 15. | Koperasi | 3200 | 14 | 2 | 0,03446 |
| 16. | Unit produksi | 3500000 | 150 | 259 | 38,889 |
| 17. | Toilet | 1600 | 10 | 2 | 0,0178 |
| 18. | Aula | 4800 | 14 | 4 | 0,05169 |
| 19. | Area perluasan proses | 900000 | 150 | 67 | 10 |
| Total listrik | | 5062650 | 869 | 479 | 67,797 |

4. Spesifikasi *Genset diesel*

Total kebutuhan listrik menggunakan *genset diesel* diasumsikan sebesar 80% dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Kondisi dan data perhitungan genset diesel

| Parameter | Keterangan |
|------------------------------|---------------------------|
| Tipe genset | AC |
| Kapasitas utama | 261,02301 |
| Kapasitas cadangan | 52,205 |
| Kapasitas total (W) | 1068777,101 Btu/jam |
| Jumlah genset | 2 unit (1 unit cadangan) |
| Efisiensi genset | 80% |
| Jenis bahan bakar | <i>Diesel fuel</i> (HHV) |
| Kapasitas panas bahan bakar | 19600,19 Btu/lb |
| <i>Specific gravity</i> (sg) | 91,769 lb/ft ³ |

4.3 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah *anthracite coal* dan *diesel fuel* dalam pabrik asam asetat ini. *anthracite coal* dan *diesel fuel* dipilih untuk pemanasan boiler dan generator karena harganya relatif murah dan mudah didapat. Sehingga kebutuhan dan jumlah bahan bakar pada parik dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 10 Data jenis bahan bakar yang digunakan

| Parameter | Jenis Bahan Bakar | |
|-----------------------|--|--|
| | <i>Anthracite Coal</i> | <i>Diesel Fuel</i> |
| Kapasitas panas (Hv) | 9,3 kWh/kg | 12,66 kWh/kg |
| | 14440 Btu/lb | 19600,19 Btu/lb |
| Densitas | 1,506 kg/L | |
| Spesific gravity (sg) | 91,769 lb/ft ³ | 52,127 lb/ft ³ |
| Keperluan | Memanaskan boiler untuk unit pengadaan steam | Memutar genset diesel sebagai kebutuhan listrik sekunder |
| Massa bahan bakar | 144.575 kg/jam | 15,157 kg/jam |

BAB 5. MANAJEMEN PABRIK

5.1 Bentuk Perusahaan

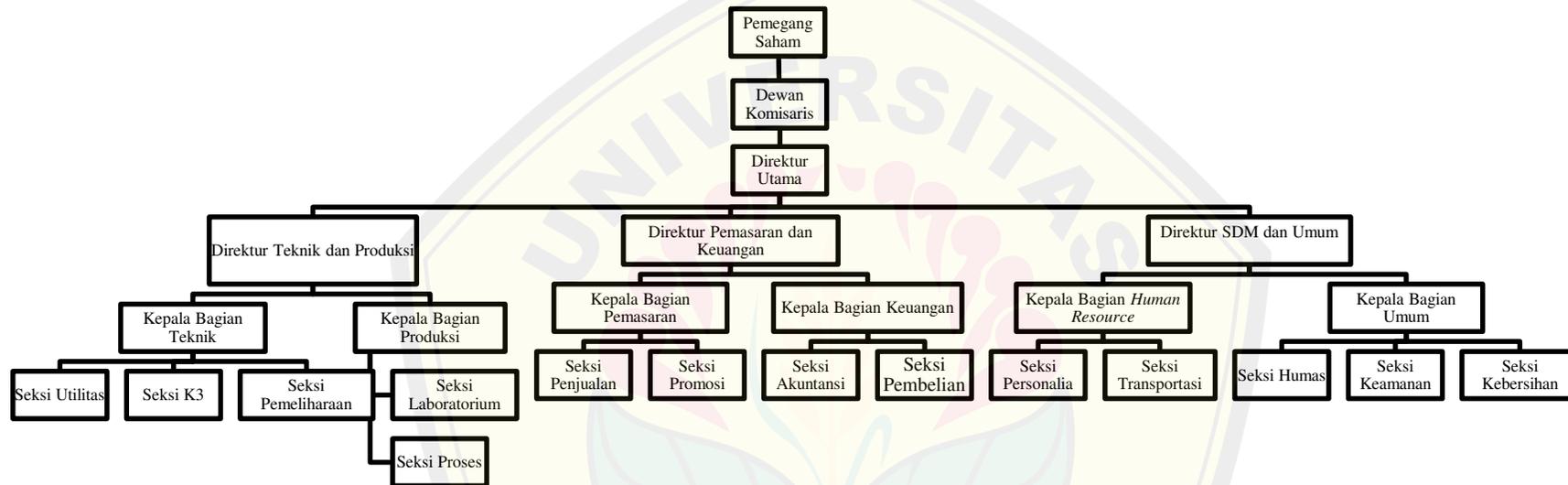
Perusahaan adalah suatu unit kegiatan ekonomi yang diorganisasikan dan dioperasikan untuk menyediakan barang dan jasa bagi konsumen agar memperoleh keuntungan. Dalam menjalankan prarancangan pabrik asam asetat dari metanol dan karbon monoksida dengan kapasitas 55.000 ton/tahun ini dibutuhkan organisasi yang rinci dan terstruktur, sehingga tanggung jawab dari masing-masing pekerjaan dapat terlaksana dengan baik. Pabrik asam asetat yang akan didirikan pada tahun 2025 ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan mempertimbangkan hal berikut :

1. Lebih mudah untuk mendapatkan modal. Modal yang diperoleh untuk mendirikan perusahaan didapatkan dari penjualan saham.
2. Lebih mudah untuk mengalihkan kepemilikan. Pergantian hak milik dapat dilakukan dengan menjual saham kepada orang lain.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan pemegang saham, direksi beserta stafnya, dan karyawan yang berhenti dari perusahaan.

5.2 Struktur Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan adalah susunan unit kerja dalam sebuah organisasi atau perusahaan. Struktur perusahaan merupakan faktor penting untuk diperhatikan dalam menentukan, menunjang kelangungan dan kemajuan dari suatu perusahaan. Dengan struktur perusahaan, setiap orang yang berada di lingkup perusahaan dapat mengetahui posisi dan peran masing-masing dalam mencapai tujuan bersama. Berikut bagian struktur perusahaan pabrik asam asetat dapat dilihat pada gambar 5.1.

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER



Gambar 5. 1 Struktur Perusahaan

5.3 Tugas dan Wewenang

Berikut adalah tugas, kualifikasi dan jumlah orang yang terlibat dalam organisasi perusahaan asam asetat :

5.3.1 Pemegang Saham

Tugas : mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur Utama, mengesakan laporan tahunan dari perusahaan, mengadakan rapat umum sedikitnya setahun sekali.

5.3.2 Dewan Komisaris

Tugas : menentukan kebijakan perusahaan, mengevaluasi dan mengawasi hasil yang diperoleh perusahaan, menilai dan menyetujui rencana direktur tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.

5.3.3 Direktur Utama

Tugas : memimpin perusahaan dengan menentukan, merumuskan dan memutuskan berbagai kebijakan serta tanggung jawab dalam menjalankan perusahaan.

Adapun direktur utama pada pabrik asam asetat ini, membawahi direktur teknik dan produksi, direktur pemasaran dan keuangan, direktur sumber daya manusia dan umum.

5.3.4 Kepala Bagian

Kepala bagian bertugas untuk melaksanakan pekerjaan sesuai bagiannya masing-masing dengan rencana yang telah diberikan dan bertanggung jawab sesuai dengan bidangnya masing-masing. Pada pabrik asam asetat ini, kepala bagian terdiri dari Kepala Bagian Teknik, Kepala Bagian Produksi, Kepala Bagian Pemasaran, Kepala Bagian Keuangan, Kepala Bagian *Human Resource*, dan Kepala Bagian Umum.

5.5.5 Kepala Seksi

Kepala Saksi bertugas untuk melaksanakan pekerjaan sesuai bagiannya masing-masing dengan rencana yang telah diberikan serta bertanggung jawab kepada Kepala Bagian sesuai bidangnya masing-masing. Adapun kepala seksi terdiri dari Seksi Utilitas, Seksi K3, Seksi Pemeliharaan, Seksi Laboratorium,

Seksi Proses, Seksi Penjualan, Seksi Pemasaran, Seksi Akutansi / Administrasi, Seksi Personalia Seksi Transportasi, Seksi Kebersihan, Seksi Keamanan, dan Seksi Humas.

5.4 Sistem Kerja

Pabrik Asam Asetat direncanakan beroperasi selama 24 jam secara kontinyu setiap hari selama 330 hari dalam satu tahun, dimana sisanya digunakan untuk pemeliharaan pabrik (*shutdown*). Jam kerja karyawan dibedakan menjadi dua yaitu

1. Sistem *non-shift*

a. Senin – Kamis

Jam kerja : 07.00 – 12.00 WIB dan 13.00 – 16.00 WIB

Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB .

b. Jumat

Jam kerja : 07.00 – 11.00 WIB dan 13.30 – 16.30 WIB

Istirahat : 11.00 – 13.30 WIB

2. Sistem *shift*

a. Shift I (Pagi) : 07.00 – 15.00 WIB

b. Shift II (Siang) : 15.00 – 23.00 WIB

c. Shift III (Malam) : 23.00 – 07.00 WIB

d. Shift IV (Libur)

Tabel 5. 1 Pembagian Shift Kerja Karyawan

| Regu | Hari ke | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | P | P | O | O | M | M | S | S | P | P | O | O | M | M |
| 2 | S | S | P | P | O | O | M | M | S | S | P | P | O | O |
| 3 | M | M | S | S | P | P | O | O | M | M | S | S | P | P |
| 4 | O | O | M | M | S | S | P | P | O | O | M | M | S | S |

Keterangan :

P = Pagi S = Siang M = Malam O = Libur

5.4.1 Pembagian Karyawan

Penentuan jumlah karyawan untuk menentukan jumlah karyawan Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida dengan kapasitas 55.000

ton/tahun dilakukan sesuai dengan referensi berdasarkan *Vibrant, Chemical Engineering Plant Design*.

1. Penentuan jumlah karyawan

a. *Direct Operating Labor*

Jumlah karyawan ditentukan dengan menggunakan metode pada buku *Vilbrandt, Chemical Engineering Plant Design*, pada gambar 6-35, hal 235.

Jumlah karyawan yang dibutuhkan berdasarkan persamaan :

$$M = 15,2 \times 167^{0,25}$$

$$M = 55 \text{ karyawan } \textit{direct operating labor- jam/hari/tahapan proses}$$

Pekerja *shift* bekerja selama 8 jam/hari sesuai dengan jadwal *shift* yang ditentukan, maka

$$M = \frac{55 \text{ karyawan tahapan proses } \frac{\text{jam}}{\text{hari}}}{8 \text{ jam}} \times 4 \text{ tahapan proses}$$

$$M = 28 \text{ karyawan/hari}$$

Dalam satu hari terdapat 3 kali *shift* sehingga jumlah karyawan pada tiap *shift* adalah

$$\begin{aligned} \text{Karyawan } \textit{shift} &= 28 : 3 \textit{ shift} \\ &= 9 \text{ karyawan/shift} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total karyawan } \textit{shift} &= 9 \text{ karyawan / shift} \times 4 \text{ kelompok} \\ &= 36 \text{ karyawan/shift.} \end{aligned}$$

5.3.2 Golongan dan Jabatan Karyawan

Penentuan jumlah karyawan harus diperhitungkan dengan tepat guna menghasilkan kinerja yang optimal dan tidak berlebihan dalam merekrut karyawan. Menurut Kementerian Tenaga Kerja RI Tahun 2023, Upah Minimum Kota Bontang, Kalimantan Timur sebesar Rp. 3.419.108,04. Penggolongan jabatan beserta gaji karyawan Pabrik Asam Asetat adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 2 Gaji karyawan berdasarkan penggolongan jabatan

| No. | Jabatan | Jumlah | Gaji /orang | Gaji/Bulan |
|-----|------------------------------|--------|---------------|---------------|
| 1. | Direktur utama | 1 | Rp 60.000.000 | Rp 60.000.000 |
| 2. | Direktur Teknik dan Produksi | 1 | Rp 50.000.000 | Rp 50.000.000 |
| 3. | Direktur Keuangan | 1 | Rp 40.000.000 | Rp 40.000.000 |

| | | | | |
|--------------|-------------------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| 4. | Direktur SDM dan Umum | 1 | Rp 35.000.000 | Rp 35.000.000 |
| 5. | Kepala Bagian Teknik | 1 | Rp 15.000.000 | Rp 15.000.000 |
| 6. | Kepala Bagian Produksi | 1 | Rp 15.000.000 | Rp 15.000.000 |
| 7. | Kepala Bagian Pemasaran | 1 | Rp 10.000.000 | Rp 10.000.000 |
| 8. | Kepala Bagian Keuangan | 1 | Rp 10.000.000 | Rp 10.000.000 |
| 9. | Kepala Bagian <i>Human Resource</i> | 1 | Rp 10.000.000 | Rp 10.000.000 |
| 10. | Kepala Bagian Umum | 1 | Rp 10.000.000 | Rp 10.000.000 |
| 11. | Kasi Utilitas | 1 | Rp 8.000.000 | Rp 8.000.000 |
| 12. | Kasi K3 | 1 | Rp 8.000.000 | Rp 8.000.000 |
| 13. | Kasi Pemeliharaan | 1 | Rp 8.000.000 | Rp 8.000.000 |
| 14. | Kasi Laboratorium | 1 | Rp 8.000.000 | Rp 8.000.000 |
| 15. | Kasi Proses | 1 | Rp 8.000.000 | Rp 8.000.000 |
| 16. | Kasi Penjualan | 1 | Rp 7.000.000 | Rp 7.000.000 |
| 17. | Kasi Promosi | 1 | Rp 7.000.000 | Rp 7.000.000 |
| 18. | Kasi Administrasi | 1 | Rp 7.000.000 | Rp 7.000.000 |
| 19. | Kasi Personalia | 1 | Rp 7.000.000 | Rp 7.000.000 |
| 20. | Kasi Pembelian | 1 | Rp 7.000.000 | Rp 7.000.000 |
| 21. | Kasi Humas | 1 | Rp 7.000.000 | Rp 7.000.000 |
| 22. | Kasi Keamanan | 1 | Rp 7.000.000 | Rp 7.000.000 |
| 23. | Karyawan Bagian Proses | 27 | Rp 6.500.000 | Rp 260.000.000 |
| 24. | Karyawan Bagian Utilitas | 9 | Rp 6.500.000 | Rp 97.500.000 |
| 25. | Karyawan K3 | 3 | Rp 6.500.000 | Rp 19.500.000 |
| 26. | Karyawan Laboratorium | 3 | Rp 6.500.000 | Rp 19.500.000 |
| 27. | Karyawan Bagian Pemasaran | 2 | Rp 6.000.000 | Rp 12.000.000 |
| 28. | Karyawan KAS | 2 | Rp 6.000.000 | Rp 12.000.000 |
| 29. | Karyawan Administrasi | 2 | Rp 6.000.000 | Rp 12.000.000 |
| 30. | Karyawan Pembelian | 2 | Rp 6.000.000 | Rp 12.000.000 |
| 31. | Karyawan Bagian Keuangan | 2 | Rp 6.000.000 | Rp 12.000.000 |
| 32. | Karyawan Bagian Humas | 2 | Rp 6.000.000 | Rp 12.000.000 |
| 33. | Karyawan Bagian Keamanan | 6 | Rp 5.000.000 | Rp 30.000.000 |
| 34. | Karyawan Bagian Personalia | 3 | Rp 6.000.000 | Rp 18.000.000 |
| 35. | Dokter | 2 | Rp 10.000.000 | Rp 20.000.000 |
| 36. | Perawat | 4 | Rp 5.000.000 | Rp 20.000.000 |
| 37. | Supir | 4 | Rp 4.000.000 | Rp 16.000.000 |
| 38. | <i>Cleaning Service</i> | 6 | Rp 3.800.000 | Rp 22.800.000 |
| Total | | 101 | Rp 439.800.000 | Rp 788.300.000 |

5.3.3 Fasilitas Karyawan

Fasilitas karyawan berfungsi untuk mensejahterkan karyawan sehingga dapat meningkatkan efektifitas dan semangat kerja pada perusahaan. Selain memberikan upah atau gaji yang resmi, ada beberapa fasilitas lain yang dapat diberikan kepada setiap tenaga kerja berupa :

1. Fasilitas Cuti Tahunan, diberikan maksimal 12 hari pada setiap tahunnya.
2. Fasilitas Cuti Spesial, diberikan jika karyawan atau tenaga kerja yang membutuhkan waktu lama untuk recovery dengan batas waktu sebagai berikut :
 - a. Hamil : 3 bulan (sudah termasuk pemulihan)
 - b. Sakit keras : 3 Bulan
3. Tunjangan Hari raya, diberikan pada hari raya dan diberikan berserta bonus yang berdasarkan jabatan.
4. Pemberian *reward* pada karyawan, ditunjukkan kepada karyawan yang berprestasi dan menaati peraturan yang berlaku dalam area pabrik.
5. Tunjangan Lembur, ditunjukkan kepada tenaga kerja yang bekerja di area pabrik lebih dari jumlah jam kerja pokok.
6. Fasilitas Asuransi Tenaga Kerja ini meliputi tunjangan kecelakaan kerja, tunjangan kesehatan pada keluarga tenaga kerja dan tunjangan kematian pada bagi keluarga dekat (Anak/Ibu/bapak/Istri/Suami) tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
7. Penyediaan Fasilitas Ishoma seperti Kantin dan tempat ibadah di titik lokasi kawasan pabrik.
8. Penyediaan Alat pelindung diri dan seragam
9. *Family Gathering*, acara berkumpul semua karyawan dan keluarga setiap dua tahun sekali

BAB 6. EVALUASI EKONOMI DAN KESELAMATAN KERJA

6.1 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik asam asetat ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik serta mengetahui keuntungan yang dihasilkan. Oleh karena itu, dilakukan analisa perhitungan secara teknik dan analisa secasra ekonomi. Berdasarkan analisa tersebut dapat disimpulkan apakah pabrik asam asetat ini layak untuk dibangun atau tidak. Pabrik dianggap layak didirikan jika dapat beroperasi dengan baik dan memberikan keuntungan. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan pada evaluasi ekonomi sebagai berikut :

1. Total modal
2. Ongkos Produksi (*Total Production Cost* Atau TPC)
3. *Annual Cash Flow*
4. Lama Waktu Pengembalian Modal
5. Laju Pengembalian Modal
6. *Break Event Point* (BEP)

Tabel 6. 1 Parameter kelayakan pendirian pabrik

| No. | Parameter | Perhitungan | Kelayakan | Kesimpulan |
|-----|-----------|-------------|---|-----------------|
| 1. | ACF | 55% | Lebih besar dari bunga bank ($13\% < ACF$) | Layak didirikan |
| 2. | POT | 2,257 | Kurang dari setengah umur pabrik ($POT < 5$ tahun) | Layak didirikan |
| 3. | ROR | 46,14% | Lebih besar dari bunga bank ($13\% < ROR$) | Layak didirikan |
| 4. | DCF-ROR | 34,43% | Lebih besar dari bunga bank ($13\% < ROR$) | Layak didirikan |
| 5. | BEP | 29,49% | $BEP < 50\%$ | Layak didirikan |

6.2 Faktor Keselamatan

6.2.1 Faktor Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Proses produksi Asam Asetat menggunakan bahan-bahan dan berbagai alat yang memiliki *treatment* yang berbeda-beda. Penerapan K3 atau Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam pabrik sangat diperlukan untuk meminimalisir terjadinya

kecelakaan kerja. K3 merupakan upaya untuk mempertahankan keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan pekerja dilingkup area kerja. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) diatur dalam PP No.11 Tahun 1976 Pasal 36 dan UU No.1 Tahun 1970 Bab III Tentang Keselamatan Kerja Pasal 3 dan 4.

6.2.2 Faktor Bahaya

Keselamatan dan kesehatan setiap individu yang terlibat pada area kerja wajib dijunjung dengan penerapan K3. Faktor bahaya yang terdapat pada lingkungan pabrik dapat berbentuk fisik ataupun bentuk lainnya yang dapat mencederai pekerja secara langsung maupun tidak langsung. Faktor bahaya yang mungkin terjadi pada pabrik Asam Asetat antara lain yaitu bahaya kebakaran dan ledakan, bahaya mekanik, bahaya listrik, dan bahaya bahan kimia

6.2.3 Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri adalah alat yang digunakan sebagai pencegahan atau mengurangi kontak antara bahaya dengan tenaga kerja sesuai dengan standart kerja yang ditetapkan. Menurut UU No.1 Tahun 1970, penyediaan alat pelindung diri adalah menjadi kewajiban dan tanggung jawab bagi pengusaha atau pemimpin perusahaan. Alat pelindung diri yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Alat pelindung kaki berupa sepatu untuk melindungi kaki dari benda keras, benda tajam, luka bakar, serta bahan kimia berbahaya dan konduksi listrik.
2. Alat pelindung pernafasan, alat pelindung tangan berupa sarung tangan kulit, asbes, katun, karet, dan listrik, pakaian pelindung berupa helm keselamatan dan jaket pelindung.
3. Alat pelindung mata yang berfungsi untuk mencegah percikan bahan kimia, berbagai partikulat, bahkan cahaya yang menyilaukan mengenai mata.

BAB 7. PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan yang termuat dalam 8 bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Lokasi pabrik Asam Asetat berada di Kota Industri Bontang, Provinsi Kalimantan Timur dengan total luas lahan sebesar 21.000 m²;
2. Pabrik Asam Asetat memiliki kapasitas produksi sebesar 55.000 ton/tahun;
3. Pabrik ini direncanakan beroperasi kontinyu selama 330 hari/tahun dan 24 jam/hari;
4. Terdapat unit proses persiapan bahan baku, reaksi utama, pemisahan, dan distilasi;
5. Bentuk badan usaha yang direncanakan pada pabrik ini adalah perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 101 orang;
6. Evaluasi ekonomi diperoleh :
 - a. Annual cash flow (ACF) = 55%
 - b. Pay out time (POT) = 2,257 tahun
 - c. Rate of Return (ROR) = 46,14%
 - d. Discounted Cas Flow Rate of Return (DCF-ROR) = 34,43%
 - e. Break Event Point (BEP) = 29,49%

Berdasarkan evaluasi ekonomi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pabrik Asam Asetat dengan kapasitas produksi 55.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2022. *Harga Katalis Cobalt*. Diakses pada tanggal 2 Desember 2022.
- Alibaba. 2022. *Harga Katalis Rhodium*. Diakses pada tanggal 2 Desember 2022.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Data Jumlah Ekspor Impor di Indonesia*. (<http://www.bps.go.id>, diakses pada tanggal 15 September 2022).
- Brian, W. (2012). Paten No. US 0083623. United State.
- Brownell, L.E., dan Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons, Inc: New York.
- Coulson, J.M. dan Richardson, J.F. 2005. *Chemical Engineering, Vol 6*. Pergamon Internasional Library: New York.
- Direktorat Statistik Perdagangan dan Jasa, Sub Direktorat Statistik Impor. 2020. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor 2020. Jilid 1*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Geankoplis, C. 1993. *Transport Process and Unit Operations, 3Rd edition PTR*. Prentice Hall, Inc.
- Geankoplis, C. J. (2003). *Transport Processes and Separation Process Principles*.
- Hougen AA, Watson K.M and Regat RA. 1943. *Chemical Process. Principle 2nd Edition*, john willey and sons inc: New York.
- Kern, Donald Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Mc Graw Hill Book Company: Tokyo, Jepang
- Laxmi Organic Industries. 2014. Online <https://www.laxmi.com/investors/annual-report> diakses pada tanggal 20 September 2022).
- Ludwig, E. E., Engineer, R. C., & Baton Rouge, L. (2015). Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. *Ludwig's Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, 3. <https://doi.org/10.1016/c2009-0-27268-0>
- Mark, S. (2008). Paten No. US20080293966 A1. United State.
- McCabe, W. L. (1993). *Unit Operation Of Chemical Engineering. In First Break* (Vol. 34, Issue 9, p. 1154).
- Mordor Intelligence, 2020. *Germany Coffee Market - Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021-2026)*.

- Nathan , K. (2008). Paten No. US20080287706 A1. United State.
- Othmer, K. (1991). Encyclopedia of Chemical Technology. Vol.1 Fourth Editon A to Alkaloids. New York: John Wiley & Sons inc.
- Perry, Robert H. 1999. "Perry's Chemical Engineering Handbook", 7th Edition., McGraw Hill: USA, Amerika.
- Perry, R. H. 2007. PERRY's Chemical Engineering Handbook. *Perrys' Chemical Engineers' Handbook*, 21.
- Perry, Robert H. 2008. "Perry's Chemical Engineering Handbook", 8th Edition., McGraw Hill: USA, Amerika
- Peters, Max S., Klaus D. Timmerhaus, and Ronald E. West. 2003 "Plant Design and Economics for Chemical Engineers", 5 th edition, McGraw-Hill Book Company: Boston.
- PT Kaltim Methanol Industri. 2009. Produk dan Layanan Kaltim Methanol Industri. (http://www.kaltimmethanol.com/inco/index.php?page=product_service.php, diakses pada tanggal 15 September 2022)
- Richardson's, C. &. (1983). *Chemical engineering design*. Volume 6, 1055.
- Roth J, F. (1975). *The Production of Acetic Acid Rhodium Catalysed Carbonylation Of Methanol*. St. Louis, Missouri: Monsanto Co.
- Shakhashiri. (2008). Acetic Acid 7 Anhydride. General Chemistrsy.
- Shakhashiri. (2008). Asetic Acid & Anhydride. General Chemistry.
- Shimizu, M. (2015). Paten No. US 8940932 B2. Japan.
- Shimizu, M., & dkk. (2015). Paten No. US 0025270 A1. Japan.
- Shu jin, U. (1994). Paten No. EP 0626599 A1. Korea.
- Shusan , F. (2011). Pembuatan Asam Asetat dengan Proses Fermentasi.
- Smith, J. ., Abbot, M. ., & Van Ness, H. . (2005). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics (in SI Units)*.
- Suwarni, Eka S. 2006. Proses Produksi Asam Asetat di PT Sarasa Nugraha Tbk. Laporan Kerja Praktek Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia.
- Ulrich, GD. 1984. *A Guideto Chemical Engineering Process Design and Economics*. New Yorkss : John Willey and Sons.

LAMPIRAN

<https://drive.google.com/drive/folders/1odGuvH1YP1rltpXqqwXtcnAWM8nVLmEy>

