

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL FORMAT
DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia**



Disusun Oleh:

Nama : Raju Hardian

NIM : 15521063

Nama : Muhammad Hafidz

NIM : 15521260

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2020

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK**

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Raju Hardian
No. Mahasiswa : 15521063

Nama : Muhammad Hafidz
No. Mahasiswa: 15521260

Yogyakarta, 16 Desember 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian 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 kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana semestinya.



Raju Hardian
NIM. 15521063



Muhammad Hafidz
NIM. 15521260

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL FORMAT
DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : Raju Hardian

Nama : Muhammad Hafidz

No. Mahasiswa : 15521063

No. Mahasiswa : 15521260

Yogyakarta, 16 Desember 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ir. Dulmalik, M.M.
NIP. 815210102

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.
NIP. 175210103

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL FORMAT
DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Muhammad Hafidz
Nomor Mahasiswa : 15521260

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

Yogyakarta, 13 Januari 2020

Tim Penguji

Ir. Dulmalik, M.M.
Ketua



Ariany Zulkania, S.T., M.Eng
Anggota I



Lucky Wahyu Nuzulia S., S.T., M.Eng
Anggota II



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Tekonologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

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

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat, karunia, serta taufik dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Asam Formiat Dari Metil Format dan Air dengan Kapasitas 30000 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 terimakasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua tercinta yang tiada henti memberikan doa serta dukungannya.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Dulmalik, M.M. selaku Dosen Pembimbing 1 Perancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 Perancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh civitas akademik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Uiniverstas Islam Indonesia.
7. 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 yang apabila dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini terdapat banyak kesalahan. Semoga Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Yogyakarta, 6 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL FORMAT DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30000 TON/TAHUN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
PRA RANCANGAN PABRIK.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
ABSTRAK	xvii
1 BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Perancangan	2
1.2.1 <i>Supply</i>	3
1.2.2 <i>Demand</i>	5
1.3 Tinjauan Pustaka.....	10
1.3.1 Oksidasi Hidrokarbon pada Fase Cair.....	10
1.3.2 Reaksi Hidrolisis Formamid.....	11
1.3.3 Hidrolisis Metil Format.....	12
1.3.4 Dari Sodium Format.....	13
1.3.5 Perhitungan <i>Economic Potential</i>	14

BAB II	17
PERANCANGAN PRODUK	17
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	17
2.2 Spesifikasi Produk	18
2.3 Tinjauan Kinetika	19
2.4 Tinjauan Termodinamika.....	20
2.5 Pengendalian Kualitas	21
2.5.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	21
2.5.2 Pengendalian Kualitas Proses.....	21
2.5.3 Pengendalian Kualitas Produk	22
BAB III.....	23
PERANCANGAN PROSES	23
3.1 Uraian Proses	23
3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	23
3.1.2 Tahap Pembentukan Produk	24
3.1.3 Tahap Pemurnian Produk	24
3.2 Spesifikasi Alat.....	27
3.3 Perencanaan Produksi.....	40
3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku	40
3.3.2 Analisa Kebutuhan Alat Proses.....	40
2 BAB IV PERANCANGAN PABRIK	41
4.1 Lokasi Pabrik.....	41
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	41

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	44
4.2 Tata Letak Pabrik.....	45
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	48
4.4 Alir Proses dan Material	52
4.4.1 Neraca Massa Total	52
4.4.2 Neraca Massa Alat	52
4.4.3 Neraca Panas	55
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	66
4.5.1 Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	66
4.5.2 Unit Pembangkit <i>Steam</i> (<i>Steam Generation System</i>)	76
4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	76
4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	78
4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar	79
4.5.6 Unit Pengolahan Limbah	79
4.6 Organisasi Perusahaan	80
4.6.1 Bentuk Perusahaan	80
4.6.2 Struktur Organisasi.....	82
4.6.3 Tugas dan Wewenang	86
4.6.4 Status Karyawan.....	93
4.6.5 Ketenagakerjaan	94
4.6.6 Fasilitas Karyawan	97
4.6.7 Penggolongan Jabatan dan Keahlian.....	99
4.7 Evaluasi Ekonomi	101

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan.....	101
4.7.2 Dasar Perhitungan	104
4.7.3 Perhitungan Biaya	104
4.7.4 Analisa Keuntungan	109
BAB V.....	116
PENUTUP.....	116
5.1 Kesimpulan	116
5.2 Saran 118	
DAFTAR PUSTAKA.....	xix
LAMPIRAN A.....	xxii
LAMPIRAN B.....	xxiii

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Raju Hardian

No. MHS 15521063

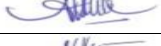
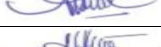
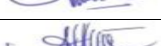
2. Nama Mahasiswa : Muhammad Hafidz

No. MHS 15521260

Judul Prarancangan)* : PRA RANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL
FORMAT DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 25 Oktober 2020

Batas Akhir Bimbingan : 23 April 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12-05-2020	Bimbingan terkait penentuan pemilihan judul	
2	18-05-2020	Bimbingan terkait menentukan kapasitas	
3	10-10-2020	Bimbingan terkait diagram alir proses	
4	28-10-2020	Bimbingan terkait penentuan Alat-alat proses	
5	17-11-2020	Bimbingan terkait Neraca massa	
6	16-12-2020	Bimbingan terkait alat , utilitas	
7	31-12-2020	Bimbingan terkait Naskah Akhir	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 6 Januari 2021

Pembimbing,



Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

..... xxiii



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Asam Formiat di Indonesia.....	3
Tabel 1. 2 Data Produksi Asam Formiat di Indonesia	4
Tabel 1. 3 Data Ekspor Asam Formiat di Indonesia	5
Tabel 1. 4 Data Konsumsi Asam Formiat di Indonesia	6
Tabel 1. 5 Data Konsumsi Asam Formiat di Indonesia	14
Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku	17
Tabel 2. 2 Spesifikasi Produk.....	18
Tabel 3. 1 Tangki penyimpanan.....	27
Tabel 3. 2 Pompa.....	26
Tabel 3. 3 Pompa (lanjutan)....	27
Tabel 3. 4 Pompa (lanjutan)....	28
Tabel 3. 5 Reaktor....	29
Tabel 3. 6 Menara Distilasi....	30
Tabel 3. 7 Heat Exchanger....	31
Tabel 3. 8 Cooler.....	34
Tabel 3. 9 Cooler (lanjutan)....	33
Tabel 3. 10 Accumulator	36
Tabel 3. 11 Decanter ...	35
Tabel 3. 12 Kondensor	38
Tabel 3. 13 Reboiler.....	39
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	46
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total.....	52

Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	52
Tabel 4. 4 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	53
Tabel 4. 5 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02)	53
Tabel 4. 6 Neraca Massa <i>Decanter</i> (D-01)	54
Tabel 4. 7 Neraca Massa <i>Menara Distilasi</i> (MD-03).....	54
Tabel 4. 8 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	53
Tabel 4. 9 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)....	53
Tabel 4. 10 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02)....	53
Tabel 4. 11 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-03)....	54
Tabel 4. 12 Neraca Panas <i>Cooler 1</i> (CL-01).....	54
Tabel 4. 13 Neraca Panas <i>Cooler 2</i> (CL-02).....	56
Tabel 4. 14 Neraca Panas <i>Cooler 3</i> (CL-03).....	55
Tabel 4. 15 Neraca Panas <i>Cooler 4</i> (CL-04).....	565
Tabel 4. 16 Neraca Panas <i>Cooler 5</i> (CL-05).....	565
Tabel 4. 17 Neraca Panas <i>Cooler 6</i> (CL-06).....	566
Tabel 4. 18 Neraca Panas <i>Heat Exchanger 1</i> (HE-01).....	56
Tabel 4. 19 Neraca Panas <i>Heat Exchanger 2</i> (HE-02).....	56
Tabel 4. 20 Neraca Panas <i>Heat Exchanger 3</i> (HE-03).....	57
Tabel 4. 21 Kebutuhan Air Proses	75
Tabel 4. 22 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	75
Tabel 4. 23 Kebutuhan Air Pendingin	75
Tabel 4. 24 Kebutuhan Listrik Alat Proses	77
Tabel 4. 25 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	78
Tabel 4. 26 Gaji Karyawan	95

Tabel 4. 27 Jadwal Kerja.....	97
Tabel 4. 28 Jabatan dan keahlian	100
Tabel 4. 29 Harga Alat Proses.....	1002
Tabel 4. 30 Harga Alat Utilitas	1003
Tabel 4. 31 <i>Physical Plan Cost</i> (PPC)	1005
Tabel 4. 32 <i>Direct Plan Cost</i> (DPC)	1005
Tabel 4. 33 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	1005
Tabel 4. 34 <i>Total Working Capital Investment</i> (WCI).....	1006
Tabel 4. 35 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	1007
Tabel 4. 36 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	1007
Tabel 4. 37 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	1008
Tabel 4. 38 <i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC)	1008
Tabel 4. 39 <i>General Expense</i> (GE)	1009
Tabel 4. 40 <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	1009
Tabel 4. 41 <i>Annual Fixed Cost</i> (Fa)	100
Tabel 4. 42 <i>Annual Variable Cost</i> (Va).....	100
Tabel 4. 43 <i>Annual Regulated Cost</i> (Ra)	10012
Tabel 4. 44 <i>Annual Sales Cost</i> (Sa).....	10012

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Tahun 2025	3
Gambar 1. 2 Grafik Produksi Tahun 2025	4
Gambar 1. 3 Grafik Ekspor Tahun 2025	6
Gambar 1. 4 Grafik Konsumsi Tahun 2025	7
Gambar 4. 1 Peta Lokasi	39
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik	47
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses	51
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif	60
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif	61
Gambar 4. 6 Diagram Pengolahan Air	70
Gambar 4. 7 Struktur Organisasi	85
Gambar 4. 8 Grafik BEP	115

ABSTRAK

Asam Format merupakan bahan kimia yang dapat digunakan di berbagai industri seperti industri karet, kulit, farmasi, tekstil dan lain-lain. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri, maka dilakukan Pra Rancangan Pabrik Asam Format dari Metil Format dan Air dengan kapasitas 30.000 ton/tahun. Pabrik direncanakan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 37500 m². Pabrik ini direncanakan beroperasi pada tahun 2025 dengan waktu kerja 24 jam sehari selama 330 hari/tahun.

Reaksi pembuatan Asam Format terjadi di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk pada fase cair-cair. Reaktor bekerja pada suhu 120°C dan tekanan 12 atm. Kebutuhan Metil Format sebanyak 5024,3679 kg/jam dan air 3411,4955 kg/jam. Untuk mendukung proses produksi maka dibutuhkan unit penyediaan air, steam, listrik dan bahan bakar. Sedangkan untuk menjaga mutu bahan baku dan kualitas produk maka diperlukan adanya laboratorium. Laboratorium dibagi menjadi 3, yaitu laboratorium pengamatan, laboratorium analitis serta laboratorium penelitian dan pengembangan.

Hasil yang diperoleh melalui uji kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa jumlah *Fixed Capital Investment* Rp. 287.932.993.785, jumlah *Working Capital* Rp. 233.475.598.523, keuntungan sebelum pajak Rp. 295.640.699.506, keuntungan sesudah pajak Rp. 236.512.559.605, *Return of Investment* (ROIa) sebelum pajak 28,7%, *Return of Investment* (ROIb) sesudah pajak 22,9 %, *Pay Out Time* (POTa) sebelum pajak 2,5 Tahun, *Pay Out Time* (POTb) sesudah pajak 3 tahun, *Break Even Point* (BEP) sebesar 40,63% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 11,62%. Berdasarkan perhitungan evaluasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa Pabrik Asam Format dari Metil format dan Air dengan kapasitas 30.000 ton/tahun sangat layak untuk didirikan.

Kata Kunci : *Asam Format, Metil Format, Reaktor Alir Pipa, adiabatik.*

ABSTRACT

Formic acid is a chemical that can be used in various industries such as rubber, leather, pharmaceuticals, textiles and others. To fulfill the import and export needs, “Preliminary Plant Design of Formic Acid from Methyl Formate and Water” is carried out with a capacity of 30.000 tons/year. The plant will be planned to be established in Gresik, East Java with a land area of 37500 m² and operate in 2025 with working hours about 24 hours a day for 330 days / year.

The reaction of Formic Acid occurs in Continuous Flow Stirred-tank Reactor in liquid-liquid phase. The reactor works at a temperature of 120°C and a pressure of 12 atm. The process need 5024,3679 kg/hour of Methyl Format and 3411,4955 kg/hour of Water. To support the production process, a water, steam, electricity and fuel supply unit is needed. Meanwhile, to maintain the qualities of raw materials and product, a laboratory is needed. The laboratory is divided into 3, namely observation laboratories, analytical laboratories and research and development laboratories.

The results obtained through calculation of the economic feasibility show that the number of Fixed Capital Investment (FCI) is Rp. 287.932.993.785, Working Capital (WC) of Rp. 233.475.598.523, pre-tax profit of Rp. 295.640.699.506, profit after tax of Rp. 236.512.559.605, ROI before tax is 28,7%, ROI after tax is 22,9%, 2,5 years POT before tax, 3 years POT after tax, Break Even Point (BEP) of 40,63% and Shut Down Point (SDP) of 11,62%. Based on the economic evaluation calculations, it can be concluded that the Format Acid Plant of Methyl format and Water with a capacity of 30,000 tons / year is very feasible to be established.

Keywords : *Formic acid, Methyl Formate, Plug Flow Reactor, Adiabatic*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sebagai negara berkembang, Indonesia mempunyai jumlah populasi penduduk yang sangat besar. Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang semakin pesat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan masyarakat. Indonesia secara bertahap melaksanakan pembangunan di segala bidang, termasuk bidang industri.

Perkembangan industri Indonesia menurut tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan baik dari segi kualitas maupun kuantitas, sehingga kebutuhan akan bahan baku, bahan pembantu, juga energi kerja akan semakin meningkat. Salah satu contoh sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia merupakan industri kimia.

Salah satu perkembangan industri kimia ialah industri pembuatan asam formiat, dimana banyak digunakan dalam industri karet, tekstil, penyamakan kulit, farmasi, peternakan, kosmetik dan lain-lain. Banyaknya produksi karet alam di Indonesia mengakibatkan kebutuhan akan asam formiat yang cukup besar sebagai bahan koagulan untuk mengkoagulasi karet dari lateks. Di Industri Tekstil, Asam Format digunakan sebagai salah satu bahan campuran pengolahan zat warna. Selain itu, Asam Format digunakan untuk Industri Kulit sebagai bahan pembersih zat kapur dan sebagai zat desinfektan pada Industri Farmasi.

Indonesia saat ini masih melakukan impor asam formiat untuk mencukupi kebutuhan lokal karena hanya terdapat satu Pabrik Asam Formiat yang beroperasi di Indonesia. Pabrik tersebut yaitu PT Sintas Kumara Perdana yang memproduksi Asam Formiat dengan kapasitas 11.000 ton/tahun. Berdasarkan data impor asam formiat dalam Badan Pusat Statistik di Indonesia, kebutuhan impor rata-rata asam formiat dari tahun 2016 hingga 2019 yaitu kurang lebih 4931 ton/tahun. Sehingga dengan mendirikan pabrik asam formiat, maka kebutuhan impor dalam negeri dapat ditekan & kebutuhan industri barang-barang berdasarkan karet dan lain-lain dapat dipenuhi.

Berdasarkan uraian tersebut, pabrik asam formiat layak dibangun di Indonesia, dimana memberikan pengaruh positif, antara lain membuka lapangan kerja baru dalam rangka mengurangi pengangguran dan kemiskinan, memenuhi kebutuhan dan mengurangi ketergantungan impor sehingga menghemat devisa negara, serta sebagai pemasok bahan baku terhadap industri – industri yang membutuhkan asam formiat sebagai bahan baku.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam perancangan kapasitas rancangan pabrik asam formiat ada beberapa pertimbangan diantaranya adalah *supply* dan *demand*. *Supply* dipengaruhi oleh nilai kapasitas impor dan produksi sedangkan *demand* dipengaruhi oleh nilai ekspor dan konsumsi.

1.2.1 Supply

a. Impor

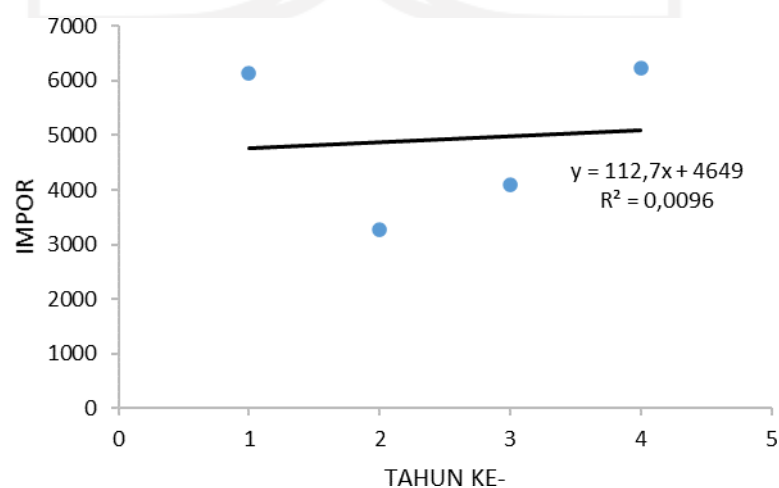
Suplai suatu produk diperoleh dari produksi dalam negeri dan impor produk tersebut. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa nilai kebutuhan impor asam formiat di Indonesia dari tahun 2016-2019 ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Impor Asam Formiat di Indonesia

Tahun ke-	Tahun	Berat (Ton)	Berat (kg)
1	2016	6134	6134162
2	2017	3264	3264246
3	2018	4091	4091012
4	2019	6234	6234307

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa industri di Indonesia masih membutuhkan asam formiat dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam usahanya. Dari data impor yang tersaji dalam Tabel 1.1.



Gambar 1. 1 Grafik Impor Tahun 2025

Berdasarkan gambar 1.1 data impor asam formiat, untuk memperkirakan jumlah impor pada tahun 2025 di gunakan metode persen pertumbuhan. Diperkirakan kebutuhan impor pada tahun 2025 melalui rata-rata dari data tersebut sebanyak 6030 ton/tahun.

b. Produksi

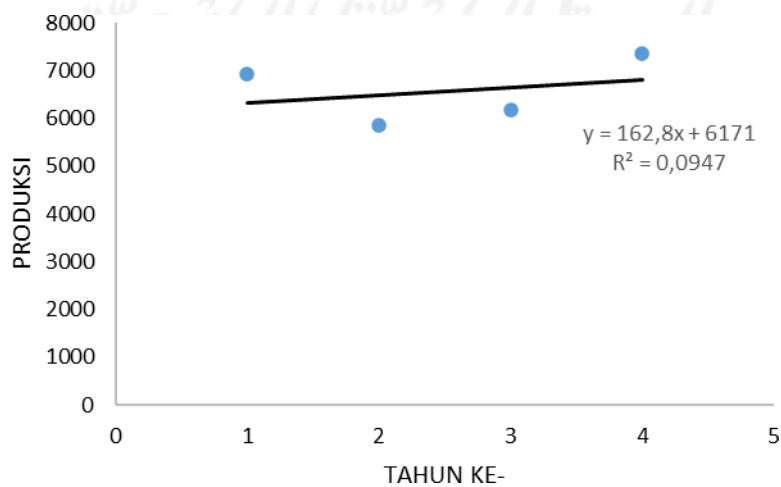
Perkembangan data produksi asam formiat di Indonesia pada tahun 2013- 2018 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Data Produksi Asam Formiat di Indonesia

Tahun ke-	Tahun	Berat (Ton)	Berat (kg)
1	2013	6919	6918901
2	2014	5861	5861023
3	2017	6175	6175420
4	2018	7457	7457301

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa produksi asam formiat di Indonesia semakin meningkat dari tahun 2014 hingga tahun 2018.



Gambar 1. 2 Grafik Produksi Tahun 2025

Berdasarkan gambar 1.2 data produksi asam formiat, untuk memperkirakan jumlah produksi pada tahun 2025 di gunakan metode persen pertumbuhan. Diperkirakan kebutuhan produksi pada tahun 2025 melalui rata-rata dari data tersebut sebanyak 6131 ton/tahun.

Berdasarkan data impor dan produksi asam formiat di Indonesia pada tahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *supply* asam formiat di Indonesia, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Supply} &= \text{Impor} + \text{Produksi} \\ &= (6030 + 6131) \text{ ton/tahun} \\ &= 12161 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

1.2.2 Demand

a. Ekspor

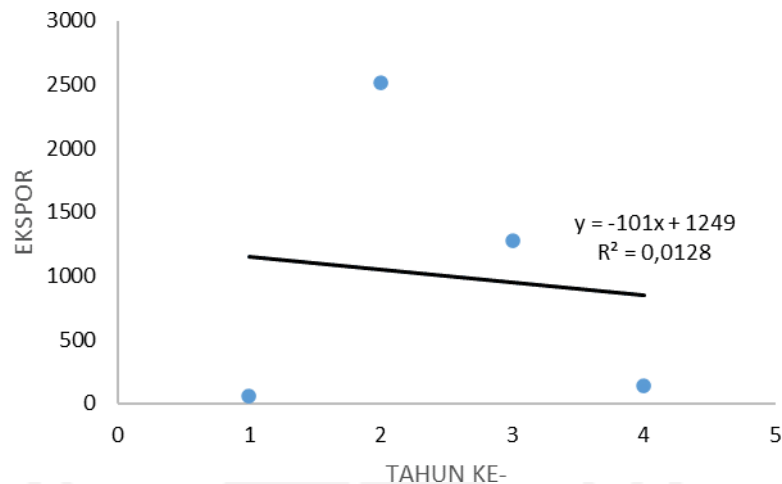
Nilai *demand* merupakan salah satu nilai yang digunakan untuk mengetahui nilai kapasitas yang diperlukan. Nilai ini akan didapatkan dari nilai ekspor dan konsumsi. Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik ekspor asam formiat di Indonesia pada tahun 2016 sampai tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Data Ekspor Asam Formiat di Indonesia

Tahun ke-	Tahun	Berat (Ton)	Berat (Kg)
1	2016	60	60066
2	2017	2513	2513270
3	2018	1278	1278001
4	2019	135	135206

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa ekspor asam formiat di Indonesia berkurang pada tahun 2017 menuju tahun 2019.



Gambar 1. 3 Grafik Ekspor Tahun 2025

Berdasarkan gambar 1.3 data ekspor asam formiat, untuk memperkirakan jumlah ekspor pada tahun 2025 di gunakan metode persen pertumbuhan. Diperkirakan kebutuhan ekspor pada tahun 2025 melalui rata-rata dari data tersebut sebanyak 473 ton/tahun.

b. Konsumsi

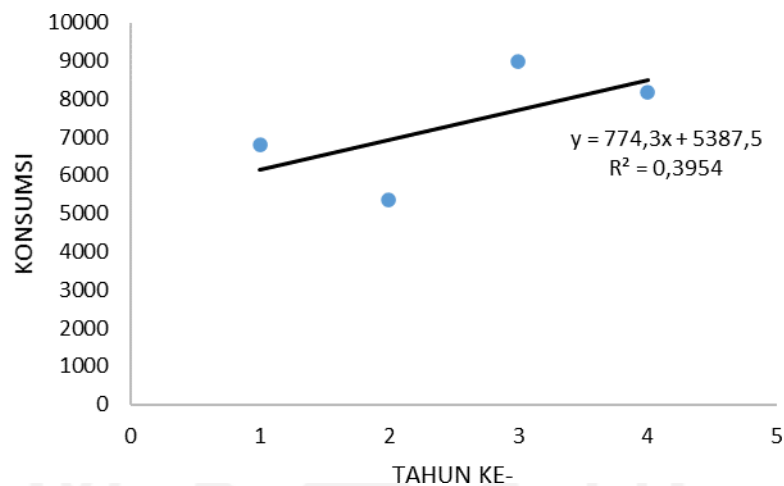
Data konsumsi atau pemakaian asam formiat di Indonesia pada tahun 2013-2018 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1. 4 Data Konsumsi Asam Formiat di Indonesia

Tahun ke-	Tahun	Berat (Ton)	Berat (kg)
1	2014	6787	6787000
2	2015	5363	5363000
3	2016	8981	8981000
4	2017	8162	8162000

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa konsumsi asam formiat di Indonesia bersifat fluktuatif pada tahun 2013 ke tahun 2019.



Gambar 1. 4 Grafik Konsumsi Tahun 2025

Berdasarkan gambar 1.4 data konsumsi asam formiat, untuk memperkirakan jumlah konsumsi pada tahun 2025 di gunakan metode persen pertumbuhan. Diperkirakan kebutuhan konsumsi pada tahun 2025 melalui rata-rata dari data tersebut sebanyak 50204 ton/tahun.

Berdasarkan data ekspor dan konsumsi asam formiat di Indonesia pada tahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *demand* (Permintaan) dari asam formiat di Indonesia, yaitu :

$$\begin{aligned}
 Demand &= \text{Ekspor} + \text{Konsumsi} \\
 &= (473 + 50204) \text{ ton/tahun} \\
 &= 50677 \text{ ton/ tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi, dan produksi pada tahun 2025. Maka, peluang pasar untuk asam formiat dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Peluang} &= Demand - Supply \\
 &= 50677 \text{ ton/ tahun} - 12161 \text{ ton/tahun} \\
 &= 38516 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik asam formiat yang akan didirikan diambil 78 % dari peluang sebesar : $70\% \times 38516 \text{ ton/tahun} = 30000 \text{ ton/tahun}$. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan lokal serta dapat melakukan ekspor ke luar negeri. Berdasarkan peraturan kementrian perdagangan, pabrik layak melakukan expor ke luar negeri dengan memenuhi ketentuan yaitu berbadan hukum, memiliki NPWP (Nomor Wajib Pajak) serta memiliki surat izin yang dikeluarkan oleh pemerintah, dimana ketiga hal ini mampu dipenuhi oleh pabrik asam formiat yang akan dibangun.

Dari data dan hasil perhitungan perancangan pabrik asam formiat ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 30.000 ton/tahun.

Bahan baku pembuatan asam formiat yaitu metil format dan air. Metil format diperoleh dengan mengimpor dari PT Shenyu (Shandong) Energy Development Co., Ltd., China. Sedangkan air diperoleh dari Sungai Brantas karena bahan baku cukup tersedia dan mudah memperolehnya.



1.3 Tinjauan Pustaka

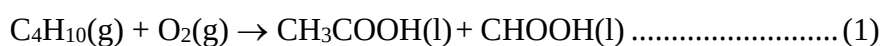
Asam formiat merupakan turunan pertama dari senyawa karboksilat. Rumus kimia asam formiat dapat dituliskan sebagai HCOOH atau CH₂O₂. Senyawa ini terdapat dalam tubuh semut merah sehingga biasa disebut asam semut. Asam formiat digunakan untuk proses koagulasi karet alam. Selain itu, kegunaan asam formiat yang lain adalah sebagai bahan pengatur pH pada proses pewarnaan dalam industri tekstil, dan digunakan pada proses penyamakan kulit (Kirk and Othmer 1994).

Asam Format merupakan bahan kimia yang berwujud cair, tidak berwarna, memiliki bau yang sangat menyengat dan korosif. Asam format dapat diproduksi melalui beberapa macam proses, sehingga diperlukan pemilihan proses reaksi yang tepat untuk mendapatkan produk yang optimal. Ada empat macam proses pembuatan asam format yaitu :

1.3.1 Oksidasi Hidrokarbon pada Fase Cair

Pada proses ini asam format diperoleh dari hasil samping pembuatan Asam Asetat dari oksidasi butane atau naphta ringan.

Reaksi yang terjadi yaitu :



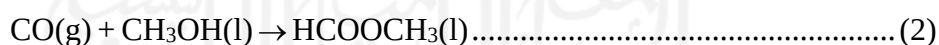
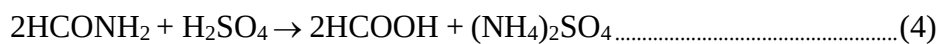
Bahan baku pada proses ini diantaranya butane segar, recycle butane dan gas O₂. Umpan-umpan tersebut dialirkan ke dalam reaktor pada suhu 180°C dan tekanan 50 atm. Produk dari butane yang tidak bereaksi dipisahkan oleh separator gas-cair dan separator cair-cair. Pada separator

gas-cair, fase atas yang kaya akan butane dikembalikan ke reaktor sedangkan gasnya dikondensasikan pada suhu -5°C sebelum dikirim ke absorber untuk diambil kandungan butannya. Sedangkan pada separator cair-cair yang dipisahkan dari fase bawahnya yaitu asam asetat, air, metil etil keton, metil asetat, etil asetat, asetaldehid, dan asam format yang diumpankan ke kolom produk ringan. Hasil bawah kemudian dimasukkan ke kolom solvent untuk diambil aseton, metil asetat, etil asetat, dan metil etil keton.

Sisanya dikeringkan dan melalui serangkaian kolom distilasi. Setelah itu, asam format telah terbentuk. Yield yang dihasilkan dari Asam Format adalah sekitar 1 lb per 20 lb asam asetat yang dihasilkan. Kemurnian asam format yang dihasilkan pada proses ini mencapai 99% (Mc. Ketta, 1975).

1.3.2 Reaksi Hidrolisis Formamid

Reaksi yang terjadi :



Proses ini merupakan proses karbonisasi metanol dengan gas CO yang membentuk metil format pada temperatur 80°C dan tekanan 45 atm. Pada tahap ini, dilakukan penambahan katalis sodium (Sodium

Metoxide) sebanyak 2% berat kebutuhan metanolnya. Kemudian terjadi amolisis metil format dengan ammonia membentuk formamid pada suhu 65°C dan tekanan 13 atm.

Hidrolisis formamid terdapat penambahan asam sulfat 68%-74%. Reaksi ini beroperasi pada reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Ammonium sulfat dan asam format keluar dari reaktor kemudian masuk ke kiln. Asam format akan diuapkan di kiln dan selanjutnya dimasukkan ke kolom distilasi, sedangkan ammonium sulfat di blow down lalu dikeringkan. Yield asam format yang dihasilkan pada proses ini yaitu sebanyak 93% terhadap formamide (Mc. Ketta, 1975).

1.3.3 Hidrolisis Metil Format

Asam format diperoleh secara langsung melalui hidrolisis metil format. Proses hidrolisa metil format berlangsung secara endotermis dan harga keseimbangan reaksi rendah. Pada proses ini dihasilkan produk asam format yang sebagian akan digunakan kembali sebagai katalis (autokatalisis). Pada proses hidrolisis ini diperoleh hasil samping yaitu metanol. Reaksi yang terjadi adalah :

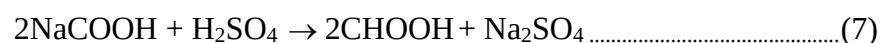


Pada proses ini digunakan dua buah reaktor, yaitu preliminary hydrolizer dan main hydrolizer. Metil format dan air diumpankan ke dalam preliminary hydrolizer (R-01) dengan perbandingan mol 1 : 1,8.

Reaksi ini berjalan pada suhu 90°C dan tekanan 20 atm. Hasil dari R-01 dialirkan ke dalam main hydrolizer (R-02). Dari R-02 produk dipisahkan ke menara distilasi 1, dimana metil format dan metanol diperoleh dari seksi atas lalu dimasukkan ke menara distilasi 2, untuk dipisahkan. Metanol diperoleh dari seksi bawah menara distilasi 2, sedangkan metil format sebagai hasil atas menara distilasi 2 di recycle sebagai umpan R-02. Seksi bawah menara distilasi 1 berisi asam format dan air kemudian dialirkan ke menara distilasi 3. Asam format diperoleh dari seksi bawah menara distilasi 3, dan air yang merupakan hasil dari fase atas menara distilasi 3 di recycle sebagai umpan pada reaktor. Kemurnian asam format yang dihasilkan melalui proses ini yaitu sekitar 82%-85% (US.Patent). Pada kondisi ini, konversi yang dicapai yaitu 60% (Ullmann, 2002).

1.3.4 Dari Sodium Format

Sodium format diproduksi melalui reaksi natrium hidroksida dengan karbon monoksida. Sodium format direaksikan dengan asam sulfat untuk memperoleh asam format dan garam sulfat sebagai hasil samping. Reaksi yang terjadi yaitu :



Natrium hidroksida direaksikan dengan karbon monoksida pada suhu 180°C dan tekanan 1,5-1,8 Mpa membentuk sodium format. Sodium format yang terbentuk kemudian direaksikan dengan asam sulfat pada tekanan atmosferis, dalam reaktor berpengaduk pada suhu 35°C membentuk asam format dan garam. Yield dari asam format adalah 90%-95% terhadap CO (Ullmann, 2002).

1.3.5 Perhitungan *Economic Potential*

Berikut adalah hasil perhitungan profit kotor dari empat pilihan proses produksi asam formiat :

1. Oksidasi hidrokarbon pada fase cair

	C ₄ H ₁₀	+	O ₂	→	CH ₃ COOH	+	CHOOH
Kmol	1		1		1		1
BM (kg/kmol)	58		32		60		46
kg	58		32		60		46
kg/kg Asam Formiat	1,261		0,696		1,303		1,000
\$/kg	5		16		0,8		1,2

Profit kotor : \$ - 14,2 / kg Asam Formiat

2. Reaksi Hidrolisis Formamid

	CH ₃ COOH	+	NH ₃	+	H ₂ SO ₄	→	2HCOOH	+	(NH ₄) ₂ SO ₄	+	CH ₃ OH
Kmol	1		1		1		2		1		1
BM (kg/kmol)	60		17		98		46		132		32
kg	60		17		98		92		132		32
kg/kg Asam Formiat	0,652		0,185		1,065		1,000		1,435		0,348
\$/kg	0,8		80		19		1,2		2,5		2

Profit kotor : \$ - 30,06 / kg Asam Formiat

3. Hidrolisis Metil Format

	CH ₃ COOH	+	H ₂ O	→	HCOOH	+	CH ₃ OH
Kmol	1		1		1		1
BM (kg/kmol)	60		18		46		32
kg	60		18		46		32
kg/kg Asam Formiat	1,304		0,391		1,000		0,348
\$/kg	0,8		0		1,2		2

Profit kotor : \$ 1,55 / kg Asam Formiat

4. Dari Sodium Format

	NaOH	+	CO	+	H ₂ SO ₄	→	2HCOOH	+	Na ₂ SO ₄
Kmol	1		1		1		2		1
BM (kg/kmol)	40		28		98		46		142
kg	40		28		98		92		142
kg/kg Asam Formiat	0,870		0,609		2,130		1,000		3,087
\$/kg	0,4		50		19		1,2		1,3

Profit kotor : \$ - 66,05 / kg Asam Formiat

Berdasarkan uraian keempat proses di atas, maka kemudian dilakukan pemilihan proses mana yang terbaik untuk diaplikasikan. Pemilihan keempat proses tersebut dilakukan berdasarkan perbandingan berbagai parameter meliputi teknis, ekonomi dan lingkungan. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Table 1.5 Perbandingan Macam-Macam proses

PARAMETER	PROSES 1	PROSES 2	PROSES 3	PROSES 4
Tekanan	50 atm	45 atm	10 atm	14 – 17,8 atm
Suhu	180°C	80°C	120°C	180°C
Kemurnian	99%	93%	82% - 85%	90% - 95%
Ekonomis	Tidak	Tidak	Ekonomis	Tidak
Tahapan	Sederhana	Panjang	Sederhana	Panjang

Berdasarkan beberapa proses pembuatan Asam Format diatas, maka dipilih yaitu proses hidrolisis Metil Format. Proses ini dipilih berdasarkan beberapa alasan bahwa :

1. Proses hidrolisis metil format memiliki nilai potensial ekonomi yang terbesar.
2. Salah satu bahan baku mudah diperoleh dan murah yaitu air
3. Menghasilkan produk samping metanol yang dapat dijual
4. Dapat dioperasikan pada suhu dan tekanan yang rendah sehingga mudah dalam penanganan
5. Kemurnian yang dihasilkan 85%

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi Bahan Baku			
Spesifikasi	Bahan Baku		
	Metil Format (CH ₃ COOH)	Air (H ₂ O)	Dipropyl Formamide (C ₇ H ₁₅ NO)
Sifat Fisika			
Wujud	Cair	Cair	Cair
Warna	Tidak Berwarna	Tidak Berwarna	Tidak Berwarna
Berat Molekul (gram/mol)	60	18	129
Densitas (gr/ml)	0,975	1,027	1,830
Titik Didih (°C)	31,8	100	254
Viskositas (cP)	0,330	0,998	-
Kapasitas Panas (J/molK)	66,093	35,923	-
Kemurnian (%)	97	100	98
Sifat Kimia	a. Penambahan <i>anhydrous ammonia</i> akan membentuk formamida yang kemudian dengan asam sulfat akan membentuk ammonium format.	a. Bersifat tidak berasa, dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu tekanan 1 bar dan temperatur 0°C. b. Pelarut yang baik. c. Bersifat normal pada Ph 7.	a. Dapat berfungsi sebagai pelarut selektif.

(Kirk Othmer,1982)

2.2 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 2 Spesifikasi Produk

Spesifikasi	Produk	
	Asam Format (CH_2O_2)	Metanol (CH_3OH)
Wujud	Cair	Cair
Warna	Tidak Berwarna	Tidak Berwarna
Berat Molekul (gr/gmol)	46,026	32,042
Densitas (kg/m^3)	1,22	0,7915
Titik Didih ($^{\circ}\text{C}$)	101	64,5
Kapasitas Panas (J/molK)	45,218	43,829
<i>Melting Point</i> ($^{\circ}\text{C}$)	8,6	- 97,8
<i>Boiling Point</i> ($^{\circ}\text{C}$)	101	64,5
Viskositas	1,641	0,539
Kemurnian (%)	85	99
Sifat Kimia	a. Mudah larut dalam aseton, air dingin, air panas, dietil eter, benzen, dan gliserol. b. Berasa asam dan mudah terbakar. c. Mereduksi hidroksimetil amin menjadi senyawa amina. d. Bereaksi dengan olefin dengan adanya hydrogen peroksida membentuk glikol format.	a. Alkohol dapat didehidrasi dengan memanaskannya Bersama asam kuat, reaksi dehidrasi alcohol akan membentuk alkena. b. Dapat tercampur dengan air.

(Perry, 1986)

2.3 Tinjauan Kinetika

Menentukan konstanta kecepatan reaksi dari data di Perry's Hand Book

Diperoleh:

Komponen	Densitas (Kg/Lt)
HCOOCH ₃	1.2000
CH ₃ OH	0.7866
H ₂ O	1.0900
HCOOH	0.9950
C ₇ H ₁₅ NO	1.8300

Konstanta kecepatan reaksi untuk kondisi operasi T = 120 °C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi : $\text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH}$

Sehingga diperoleh harga k sebagai berikut, kondisi awal :

Konsentrasi awal $\text{HCOOCH}_3 = 0.007280 \text{ Kg/mol/Lt}$

Konversi Reaktor (X_a) = 0.4100

Waktu reaksi dalam reaktor = 1.00 jam

Untuk Reaktor Alir Tangki Berpengaduk berlaku :

$$(V / F_v) = \frac{C_{Ao} \cdot x_a}{(-r_a)}$$

$$(V / F_v) = \frac{C_{Ao} \cdot x_a}{k \cdot C_A}$$

$$(V / F_v) = \frac{x_a}{k (1 - x_a)}$$

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{x_a}{(V / F_v) (1 - x_a)} \\
 &= \frac{0.410}{1.00 (1 - 0.410)} \\
 &= 0.69 \text{ 1/jam}
 \end{aligned}$$

2.4 Tinjauan Termodinamika

Perubahan energi gibbs dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Delta G = -RT \ln K \text{ (Smith, J.M. and Van Ness H.C., 1981)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{dengan } \Delta G_f &= S \Delta G_f \text{ produk} - S \Delta G_f \text{ reaktan} \\
 &= S (\Delta G_f^{\text{HCOOH}} + \Delta G_f^{\text{CH}_3\text{OH}}) - S (\Delta G_f^{\text{HCOOCH}_3} + \Delta G_f^{\text{H}_2\text{O}}) \\
 &= (-82,7 - 39,8) - (-56,6899 - 71,53) \text{ kal/mol} \\
 &= 5,7199 \text{ kal/mol} = 23,93 \text{ Kj/mol}
 \end{aligned}$$

$\Delta G_f < 0 \text{ Kj/mol}$ = Reaksi sangat layak berlangsung

$0 < \Delta G_f < 50 \text{ Kj/mol}$ = Reaksi layak berlangsung

$\Delta G_f > 50 \text{ Kj/mol}$ = Reaksi tidak layak berlangsung

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh hasil perhitungan ΔG_f° reaksi sebesar 5,7199 kal/mol, hal ini membuktikan bahwa reaksi layak berlangsung.

2.5 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pabrik asam formiat pada umumnya bertujuan untuk mengendalikan suatu mutu produk yang diperoleh agar sesuai dengan standar yang telah ada. Pengendalian ini meliputi pengendalian kulaitas bahan baku, pengendalian kualitas saat proses berlangsung, dan pengendalian kualitas produk jadi.

2.5.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan dengan tujuan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku tersebut sesuai dengan spesifikasi produk yang di inginkan. Dengan pemeriksaan juga dapat diketahui apakah bahan baku akan menghambat proses produksi yang dijalankan secara normal. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa metil format dan air dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik dengan baik. Uji yang dilakukan antara lain kemurnian bahan baku, kadar komposisi komponen, uji viskositas, uji volatilitas, uji densitas.

2.5.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian proses produksi dilakukan agar dapat mengetahui analisa produk sesuai atau tidak dengan yang diharapkan. Maka jika terdapat kesalahan pada proses produksi dapat diketahui dan diatasi dengan cepat. Selain itu, pengendalian waktu produksi juga dibutuhkan untuk mengefisiensikan waktu yang digunakan selama proses produksi

berlangsung. Pada pengendalian proses produksi pabrik silikon dioksida dibagi menjadi dua yaitu alat sistem kontrol dan aliran sistem kontrol.

2.5.2.1 Alat Sistem Kontrol

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses.

Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *termocouple* untuk sensor suhu.

- b. *Controller* dan Indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *flow control*, dan *interface level control*.

2.5.2.2 Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses dan *controller*.
- b. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.5.3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka di lakukan uji densitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan Asam Formiat dibagi menjadi tiga tahap yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian Produk

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap ini merupakan tahap awal untuk mengalirkan bahan baku Metil Format menggunakan pompa (P-01) menuju tangki penyimpanan $C_2H_4O_2$ (T-01), dengan kondisi tekanan 1 atm dan $30^{\circ}C$. Selanjutnya keluaran (T-01) dialirkan menggunakan pompa (P-05), selain itu pompa (P-05) berfungsi untuk menaikkan tekanannya menjadi 12 atm. Kemudian dicampur dengan bahan dari *recycle* melewati *Heat Exchanger* (HE-01) untuk dinaikan suhunya menjadi $120^{\circ}C$ menuju Reaktor (R-01). Bahan baku kedua yaitu air (H_2O), dialirkan langsung dari proses Utilitas dengan tekanan 1 atm dan $30^{\circ}C$. Selanjutnya air (H_2O) dialirkan menggunakan pompa (P-03) dan dinaikkan tekanannya menjadi 12 atm. Kemudian melewati *Heat Exchanger* (HE-02) untuk dinaikkan suhunya menjadi $90^{\circ}C$ menuju ke Reaktor (R-01). Begitu juga dengan $C_7H_{15}NO$ dialirkan menggunakan pompa (P-02) menuju Tangki penyimpanan $C_7H_{15}NO$ (T-02), dengan kondisi tekanan 1 atm dan $30^{\circ}C$. Selanjutnya keluaran (T-02) dialirkan menggunakan pompa (P-04) dan dinaikkan tekanannya menjadi 12 atm. Kemudian dicampur dengan bahan dari *recycle* melewati *Cooler* (CL-01) untuk didinginkan hingga suhu $120^{\circ}C$ menuju

Reaktor (R-01). Fungsi dari $C_7H_{15}NO$ adalah sebagai pelarut selektif dari pembentukan asam formiat agar titik didih antara Air (H_2O) dan Asam Formiat ($C_2H_4O_2$) yang terlarut dengan Dipropyl Formamide ($C_7H_{15}NO$) itu berbeda.

3.1.2 Tahap Pembentukan Produk

Reaktor yang digunakan yaitu Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dikarenakan fase berupa cair-cair serta beroperasi pada kondisi *steady state* dengan tekanan 12 atm, $120^{\circ}C$. Reaktor ini mereaksikan Metil Format ($C_2H_4O_2$) dengan air (H_2O) menghasilkan Asam Formiat ($HCOOH$) dan Metanol (CH_3OH) sebagai hasil samping. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut:



3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

keluaran dari Reaktor (R-01) berupa Asam Formiat ($HCOOH$) dialirkan kemudian didinginkan pada *Cooler* (CL-02) hingga mencapai kondisi cair jenuhnya pada suhu $94^{\circ}C$ dan tekanan 2 atm agar dipisahkan Menara Distilasi 1 (MD-01). Menara Distilasi 1 (MD-01) berfungsi untuk memisahkan Metanol yang terbentuk bersamaan dengan Metil Format yang keluar dari Reaktor (R-01). Metanol dan Metil Format ini akan menjadi hasil atas Menara Distilasi 1 (MD-01). Kemudian Upan ini akan turun kebawah, kemudian terjadi kontak dengan uap yang berasal dari *Reboiler* (RB-01) sehingga terjadi kesetimbangan pada fase uap-cair pada seksi *stripping* atau dibawah umpan. Hasil bawah ini akan masuk ke *Reboiler* (RB-01) selanjutnya di uapkan dengan pemanas *steam*, kemudian yang menguap akan masuk kedalam Menara Distilasi 1 (MD-01) sebagai sumber panas dan terjadi

kesetimbangan fase dibagian bawah dalam Menara Distilasi atau seksi *stripping*, kemudian naik lagi keatas pada seksi *rectifying*. Maka yang tidak menguap diambil sebagai hasil bawah dari Menara Distilasi 1 (MD-01). Keluaran dari puncak Menara Distilasi 1 (MD-01) berfase uap pada kondisi titik embunnya, sehingga perlu dikondensasikan didalam *Condenser* (CD-01) yang berfungsi untuk mengembunkan uap yang keluar dari puncak Menara Distilasi (MD-01), kemudian embunan ini ditampung dalam Akumulator (AC-01). Sebagian sebagai hasil atas dari Menara Distilasi (MD-01) dan sebagian lagi sebagai *reflux* Menara Distilasi (MD-01) untuk dikembalikan ke puncak Menara.

Pada Menara distilasi 1 (MD-01) hasil atasnya berupa metil formiat dan methanol ini selanjutnya di umpankan ke Menara Distilasi 2 (MD-02) dimana metil formiat dan methanol ini di pisahkan, yang sebagai hasil atas nya metil formiat yang nanti akan di *recycle* lagi ke dalam reaktor dan sebagai hasil bawahnya yaitu methanol yang merupakan produk samping dari pabrik ini.

Hasil bawah dari Menara Distilasi 1 berupa campuran asam formiat , air, dan diprophyl formamide di masukkan kedalam *Decanter* untuk di pisahkan bertujuan untuk memisahkan fase ringan yang berupa campuran dari HCOOH dan $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{NO}$ dengan fase berat yang berupa air. Kemudian air dialirkan menggunakan pompa (P-08) yang akan di buang ke UPL yang sebelumnya di dinginkan terlebih dahulu di dalam *Cooler* (CL-04), kemudian sisanya berupa campuran dari HCOOH dan $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{NO}$ dialirkan menggunakan pompa (P-09) menuju Menara Distilasi 3 (MD-03) sebagai tahap pemurnian terakhir yang sebelumnya di panaskan menggunakan *Heater* (HE-03) dengan tekanan 1 atm dan 112°C yang bertujuan untuk

memisahkan $C_7H_{15}NO$ sebagai hasil bawah yang akan di *recycle* Kembali ke Reaktor 1 (R-01), dan hasil atas dari Menara Distilasi (MD-03) merupakan Asam Formiat ($HCOOH$). Kemudian Asam Formiat ($HCOOH$) dialirkan menggunakan pompa (P-11) yang sebelumnya di kondensasikan juga di *Condenser* (CD-03) pada suhu $101^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm, selanjutnya didinginkan pada *Cooler* (CL-05) hingga suhu $35^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm dan masuk kedalam Tangki penyimpanan $HCOOH$ (T-04).



3.2 Spesifikasi Alat

Tabel 3. 1 Tangki penyimpanan

Spesifikasi Alat	Tangki Metil Format	Tangki C ₇ H ₁₅ NO	Tangki Asam Formiat	Tangki Metanol
Kode Alat	T-01	T-02	T-03	T-04
Fungsi	Menyimpan bahan baku metil format 5024.3677 kg/jam selama 1 bulan	Menyimpan bahan baku C ₇ H ₁₅ NO 38.6518 kg/jam selama 1 bulan	Menyimpan bahan baku Asam Formiat 3787.8789 kg/jam selama 1 bulan	Menyimpan bahan baku Metanol 2623.2661 kg/jam selama 1 bulan
Jenis	<i>Cylindrical Vertical Tank, Conical roof, Flat Bottom</i>	<i>Cylindrical Vertical Tank, Conical roof, Flat Bottom</i>	<i>Cylindrical Vertical Tank, Conical roof, Flat Bottom</i>	<i>Cylindrical Vertical Tank, Conical roof, Flat Bottom</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3</i>
Fasa	Cair	Cair	Cair	Cair
Kondisi Operasi				
Tekanan (atm)	1	1	1	1
Suhu (°C)	30	30	30	30
Dimensi				
Diameter (m)	22,420	2,828	20,249	19,374
Tinggi (m)	11,210	2,828	10,125	9,687
Course ke 1	Ht = 40.00 ft ts = 0.624 in	Ht = 16.00 ft ts = 0.199 in	Ht = 40.00 ft ts = 0.585 in	Ht = 32.00 ft ts = 0.382 in
Course ke 2	Ht = 32.00 ft ts = 0.522 in	Ht = 8.00 ft ts = 0.159 in	Ht = 32.00 ft ts = 0.490 in	Ht = 24.00 ft ts = 0.316 in
Course ke 3	Ht = 24.00 ft ts = 0.419 in	Ht = 0.00 ft ts = 0.120 in	Ht = 24.00 ft ts = 0.396 in	Ht = 16.00 ft ts = 0.249 in
Course ke 4	Ht = 16.00 ft ts = 0.317 in	-	Ht = 16.00 ft ts = 0.302 in	Ht = 8.00 ft ts = 0.183 in
Course ke 5	Ht = 8.00 ft ts = 0.215 in	-	Ht = 8.00 ft ts = 0.207 in	Ht = 8.00 ft ts = 0.183 in
Course ke 6	Ht = 0.00 ft ts = 0.112 in	-	Ht = 0.00 ft ts = 0.113 in	-
Tebal <i>shell standar (in)</i>	0,625	0,25	0,625	0,4375
Jumlah	1	1	1	1
Harga	\$ 558.058	\$ 286.290	\$ 538.004	\$ 529.705

Tabel 3. 2 Pompa

Spesifikasi Alat	Pompa (P-01)	Pompa (P-02)	Pompa (P-03)	Pompa (P-04)	Pompa (P-05)
Fungsi	Mengalirkan HCOOCH ₃ dari Mobil tangki menuju Tangki penyimpan (T-01) dengan kecepatan 5024.368 kg/j	Mengalirkan C ₇ H ₁₅ NO dari Mobil tangki menuju Tangki penyimpan (T - 02) dengan kecepatan 38.65182 kg/j	Mengalirkan air proses masuk reaktor dari unit utilitas menuju Reaktor (R - 01) dengan kecepatan 3411.496 kg/j	Mengalirkan C ₇ H ₁₅ NO dari Tangki (T-02) menuju Reaktor (R-01) dengan kecepatan 1932.591 kg/j	Mengalirkan HCOOCH ₃ dari Tangki (T-01) menuju Reaktor (R-01) dengan kecepatan 5024.368 kg/j
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Kapasitas (gpm)	423,098	158,503	13,780	4.688	18.486
Total head pompa (m)	14,18	4,05	127,91	78.64	112
IPS (in)	4	3	0.8	0.5	1
BHP (Hp)	10	1,5	3	1	5
OD (in)	4,5	3,500	1,050	0,840	1,320
ID (in)	4,026	3,068	0,824	0,622	1,049
Sch No.	40	40	40	40	40
Flow area (in ²)	12,700	7,380	0,53	0,304	0,864
Jumlah	1	1	1	1	1
Harga	\$ 43.566	\$ 35.268	\$ 16.597	\$ 35.268	\$ 20.054

Tabel 3. 3 Pompa (lanjutan)

Spesifikasi Alat	Pompa (P-06)	Pompa (P-07)	Pompa (P-08)	Pompa (P-09)	Pompa (P-10)
Fungsi	Mengalirkan hasil atas Menara Distilasi (MD-01) menuju umpan Menara Distilasi (MD - 02) dengan kecepatan 15587.8 kg/j	Mengalirkan hasil atas Menara Distilasi (MD - 02) menuju Reaktor (R - 01) sebagai recycle dengan kecepatan 14933.72 kg/j	Mengalirkan Fase ringan Decanter (D - 01) menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL) dengan kecepatan 2063.37 kg/j	Mengalirkan Fase berat Dekanter (D - 01) menuju Menara Distilasi (MD - 03) dengan kecepatan 29322.5 kg/j	Mengalirkan hasil bawah Menara Distilasi (MD - 03) menuju Reaktor (R - 01) sebagai recycle dengan kecepatan 25534.62 kg/j
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Kapasitas (gpm)	63,076	54,863	8,366	74,965	61,476
Total head pompa (m)	19,69	97,64	31,26	13,21	18,57
IPS (in)	1,5	1,5	0,5	2	1,5
BHP (Hp)	3	10	0,5	3	0,5
OD (in)	1,900	1,900	0,840	2,380	1,900
ID (in)	1,610	1,610	0,622	2,067	1,610
Sch No.	40	40	40	40	40
Flow area (in ²)	2,040	2,040	0,304	3,350	2,040
Jumlah	1	1	1	1	
Harga	\$ 25.586	\$ 25.586	\$ 13.830	\$ 29.735	\$ 25.586

Tabel 3. 4 Pompa (lanjutan)

Spesifikasi Alat	Pompa (P-11)	Pompa (P-12)	Pompa (P-13)
Fungsi	Mengalirkan hasil atas Menara Distilasi (MD - 03) menuju Tangki Penyimpanan Produk (T - 03) dengan kecepatan 12682.37 kg/j	Mengalirkan CH ₃ OH dari Tangki penyimpanan (T - 04) menuju Mobil tangki dengan kecepatan 2623.266 kg/j	Mengalirkan HCOOH dari Tangki penyimpanan (T - 03) menuju Mobil tangki dengan kecepatan 3787.879 kg/j
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Kapasitas (gpm)	55,633	423,098	423,098
Total head pompa (m)	17,53	6,44	6,29
IPS (in)	1,5	4	4
BHP (Hp)	1,5	3	5
OD (in)	1,900	4,5	4,5
ID (in)	1,610	4,026	4,026
Sch No.	40	40	40
Flow area (in ²)	2,040	12,700	12,700
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 25.586	\$ 47.023	\$ 47.023

Tabel 3. 5 Reaktor

Spesifikasi Alat	Reaktor
Kode Alat	R-01
Fungsi	Mereaksikan metil formiat dengan air menjadi Asam Formiat dan Methanol dengan kecepatan umpan sebesar 41432,4531 Kg/jam
Jenis	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Bahan	<i>Stainlees Steel SA-193 Grade B16</i>
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	12
Suhu (°C)	120
Waktu tinggal (menit)	60
Konversi	0,41
Dimensi	
Volume cairan (m ³)	24,224
Diameter Dalam (m)	2,82
Diameter Luar (m)	2,83
Tinggi (m)	4,25
Tebal <i>shell</i> (in)	0,875
Tinggi cairan dalam shell (m)	3,852
Tebal <i>head</i> (in)	0,875
Alat Penukar Panas	
Tipe	<i>Jaket Pendingin</i>
Jenis pendingin	<i>Water</i>
Tinggi (m)	3,35
Tebal (m)	0,1
Pengaduk	
Jenis	<i>marine propeller with 3 blades dan 4 baffle</i>
Diameter (m)	0,943
Power pengaduk (Hp)	5
Jumlah	1
Harga	\$ 223.361

Tabel 3. 6 Menara Distilasi

Spesifikasi Alat	Menara Distilasi (MD-01)	Menara Distilasi (MD-02)	Menara Distilasi (MD-03)
Fungsi	Memisahkan HCOOCH ₃ dan CH ₃ OH sebagai hasil atas sebagai umpan MD-02 dengan kecepatan umpan menara 41038.1328 Kg/jam	Memisahkan HCOOCH ₃ sebagai hasil atas untuk di recycle ke reaktor dengan kecepatan umpan menara 9652.2627 Kg/jam	Memisahkan HCOOH sebagai hasil atas sebagai produk akhir dengan kecepatan umpan menara 29322.5020 Kg/jam
Jenis	<i>Sieve Plate Distillation Tower</i>		
Kondisi Operasi			
Tekanan umpan (atm)	2,05	2,71	1,05
Suhu umpan (°C)	93,78	72,16	123,5
Tekanan atas (atm)	2	2,66	1
Suhu atas (°C)	72,13	61,22	100,91
Tekanan bawah (atm)	2,1	2,76	1,10
Suhu bawah (°C)	138,73	93,49	141,54
Plate			
Jumlah plate Seksi Rectifying	10	12	26
Jarak plate Seksi Stripping	12	20	18
Tebal plate (m)	0,005	0,005	0,005
Kolom			
Diameter (m)	2,055	1,604	2,342
Tinggi (m)	8,37	10,80	13,61
Tebal shell (in)	0,25	0,25	0,1875
Head			
Tipe	Elliptical Dished Head	Elliptical Dished Head	Elliptical Dished Head
Tebal head (in)	0,25	0,25	0,1875
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 1.810.403	\$ 703.277	\$ 1.450.812

Tabel 3. 7 *Heat Exchanger*

Spesifikasi Alat	Heater	Heater	Heater
Kode Alat	(HE-01)	(HE-02)	(HE-03)
Fungsi	Memanaskan Umpan Metil formiat masuk raktor dari suhu 30 °C menjadi suhu 120 °C dengan pemanas Steam Jenuh pada suhu 150 °C dengan kecepatan umpan 12053.364 Kg/j	Memanaskan Umpan H ₂ O masuk raktor dari suhu 30 °C menjadi suhu 120 °C dengan pemanas Steam Jenuh pada suhu 150 °C dengan kecepatan umpan 3411.496 Kg/j	Memanaskan Umpan menara Distilasi III dari suhu 80 °C menjadi suhu 123.5 °C dengan pemanas Steam Jenuh pada suhu 150 °C dengan kecepatan umpan = 29322.502 Kg/j
Tipe	<i>Shell & tube Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Shell & tube Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>
Beban panas (Kcal/jam)	5.798.708	1.214.543	3.124.577
Luas transfer (ft ²)	2972	94	352
Fluida panas			
T in (°C)	150	150	150
T out (°C)	150	150	150
Fluida dingin			
T in (°C)	30	30	80
T out (°C)	120	120	123,5
Shell Side	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>
	ID shell = 19,25	OD pipa, BWG = 2.38, 40	ID shell = 17,25
	Jumlah pipa = 204	ID pipa = 2.07	Jumlah pipa = 166
	Pass = 1	Pressure drop = 8.64748 psi	Pass = 1
Tube Side	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>
	OD pipa, BWG = 0.75, 16	OD pipa, BWG = 1.90, 40	OD pipa, BWG = 0.75, 16
	ID pipa = 0.62	ID pipa = 1.61	ID pipa = 0.62
	pitch = 1.00 Square Pitch	Surface Area = 0.497 sqft/ft	pitch = 1.00 Square Pitch
	Panjang = 12	Pressure drop = 5.19747 psi	Panjang = 12
	Pass = 4	Panjang = 12 ft	Pass = 2
Dirt factor (ft ² °F/Btu)	0.00506	0.00470	0.00546
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 147.986	\$ 12.447	\$ 135.538

Tabel 3. 2 Cooler

Spesifikasi Alat	Cooler	Cooler	Cooler
Kode Alat	(CL-01)	(CL-02)	(CL-03)
Fungsi	Mendinginkan Umpa menara distilasi I dari suhu 131.38°C menjadi suhu 120°C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C dengan kecepatan umpa 25573.275 Kg/j	Mendinginkan Umpa menara distilasi I dari suhu 120°C menjadi suhu 93.78°C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C dengan kecepatan umpa 41038.133 Kg/j	Mendinginkan hasil bawah menara distilasi I dari suhu 138.73°C menjadi suhu 80 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C dengan kecepatan umpa 31385.871 Kg/j
Tipe	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Shell & tube Heat Exchanger</i>	<i>Shell & tube Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>
Beban panas (Kcal/jam)	465.139	864.511	1.202.160
Luas transfer (ft ²)	35	330	454
Fluida panas			
T in (°C)	131,38	120	138,73
T out (°C)	120	93,78	80
Fluida dingin			
T in (°C)	30	30	30
T out (°C)	50	50	50
Shell Side	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>
	OD pipa, BWG = 4.50, 40	ID shell = 15,25	ID shell = 17,25
	ID pipa = 4.07	Jumlah pipa = 110	Jumlah pipa = 166
	Pressure drop = 4.18997 psi	Pass = 1	Pass = 1
Tube Side	<i>Water</i>	<i>Water</i>	<i>Water</i>
	OD pipa, BWG = 3.5, 40	OD pipa, BWG = 0.75, 16	OD pipa, BWG = 0.75, 16
	ID pipa = 3,07	ID pipa = 0.62	ID pipa = 0.62
	Flow Area = 7.389 sq in	pitch = 1.00 Square Pitch	pitch = 1.00 Square Pitch
	Surface Area = 0.916 sqft/ft	Panjang = 12	Panjang = 12
	Pressure drop = 6.01968 psi	Pass = 4	Pass = 2
Dirt factor (ft ² °F/Btu)	0.00785	0.00765	0.00770
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 42.183	\$ 143.145	\$ 220.595

Tabel 3. 9 Cooler (lanjutan)

Spesifikasi Alat	Cooler	Cooler	Cooler
Kode Alat	(CL-04)	(CL-05)	(CL-06)
Fungsi	Mendinginkan hasil fase ringan Decanter dari suhu 80°C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C dengan kecepatan umpan 2063.370 Kg/j	Mendinginkan hasil atas Menara Distilasi III dari suhu 100.91°C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C dengan kecepatan umpan 3787.879 Kg/j	Mendinginkan hasil bawah Menara Distilasi II dari suhu 72.16°C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C dengan kecepatan umpan = 2623.266 Kg/j
Tipe	<i>Shell & tube Heat Exchanger</i>	<i>Shell & tube Heat Exchanger</i>	<i>Shell & tube Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>
Beban panas (Kcal/jam)	91.986	449.583	60.740
Luas transfer (ft ²)	168	579	134
Fluida panas			
T in (°C)	80	100,91	72,16
T out (°C)	50	50	50
Fluida dingin			
T in (°C)	30	30	30
T out (°C)	35	35	35
Shell Side	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>
	ID shell = 12	ID shell = 21,25	ID shell = 10
	Jumlah pipa = 76	Jumlah pipa = 246	Jumlah pipa = 52
	Pass = 1	Pass = 1	Pass = 1
Tube Side	<i>Water</i>	<i>Water</i>	<i>Water</i>
	OD pipa, BWG = 0.75, 16	OD pipa, BWG = 0.75, 16	OD pipa, BWG = 0.75, 16
	ID pipa = 0.62	ID pipa = 0.62	ID pipa = 0.62
	pitch = 1.00 Square Pitch	pitch = 1.00 Square Pitch	pitch = 1.00 Square Pitch
	Panjang = 12	Panjang = 12	Panjang = 12
	Pass = 2	Pass = 4	Pass = 2
Dirt factor (ft ² °F/Btu)	0.00369	0.00509	0.00268
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 57.396	\$ 307.727	\$ 42.183

Tabel 3. 30 *Accumulator*

Spesifikasi Alat	Tangki Accumulator	Tangki Accumulator	Tangki Accumulator
Kode Alat	(ACC-01)	(ACC-02)	(ACC-01)
Fungsi	Menampung sementara Hasil atas Menara Distilasi 1 dengan waktu tinggal 20 Menit.	Menampung sementara Hasil atas Menara Distilasi (MD-02) dengan waktu tinggal 20 Menit.	Menampung sementara Hasil atas Menara Distilasi (MD-03) dengan waktu tinggal 20 Menit.
Bahan	Stainless steel SA 178 grade C	Stainless steel SA 178 grade C	Stainless steel SA 178 grade C
Tipe	<i>Horizontal Drum</i>	<i>Horizontal Drum</i>	<i>Horizontal Drum</i>
Kondisi Operasi			
Tekanan (atm)	2	2,66	1
Suhu (°C)	72,13	61,22	100,91
Dimensi			
Diameter (m)	1,24	1,19	1,13
Panjang (m)	2,48	2,38	2,26
Tebal <i>shell</i> (in)	0,1875	0,25	0,1875
Tebal <i>head</i> (in)	0,1875	0,25	0,1875
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 23.512	\$ 21.437	\$ 22.129

Tabel 3. 11 *Decanter*

Spesifikasi Alat	Decanter
Kode Alat	D-01
Fungsi	Memisahkan fase ringan yang berupa air dengan fase berat yang berupa Hepatane acetamide
Jenis	<i>Horizontal Drum Decanter</i>
Bahan	<i>Carbon steel SA 167 grade C</i>
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	123,5
Dimensi	
Volume (m ³)	0.005
Diameter (m)	2,279
Panjang (m)	7.057
Tebal <i>shell</i> (in)	0,1875
Tebal <i>head</i> (in)	0,1875
Jumlah	1
Harga	\$ 202.616

Tabel 3. 42 Kondensor

Spesifikasi Alat	Kondenser	Kondenser	Kondenser
Kode Alat	(CD-01)	(CD-02)	(CD-03)
Fungsi	Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara MD-01 pada suhu 72.13 °C dengan pendingin air pada suhu 30°C keluar suhu 50 °C dengan kecepatan umpan 15587.80 kg/j.	Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara MD-02 pada suhu 61.22 °C dengan pendingin air pada suhu 30°C keluar suhu 50 °C dengan kecepatan umpan 14933.72 kg/j.	Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara MD-03 pada suhu 100.91 °C dengan pendingin air pada suhu 30°C keluar suhu 50 °C dengan kecepatan umpan 12682.37 kg/j.
Tipe	<i>Shell & tube Condenser</i>	<i>Shell & tube Condenser</i>	<i>Shell & tube Condenser</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>	<i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>
Beban panas (Kcal/jam)	2.417.497	1.685.884	1.474.513
Luas transfer (ft ²)	1429	1585	449
Fluida panas			
T in (°C)	72,13	61,22	100,91
T out (°C)	72,13	61,22	100,91
Fluida dingin			
T in (°C)	30	30	30
T out (°C)	50	50	50
Shell Side	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>	<i>Light Organic</i>
	ID shell = 27	ID shell = 27	ID shell = 15,25
	Jumlah pipa = 460	Jumlah pipa = 460	Jumlah pipa = 124
	Pass = 1	Pass = 1	Pass = 1
Tube Side	<i>Water</i>	<i>Water</i>	<i>Water</i>
	OD pipa, BWG = 0.75, 16	OD pipa, BWG = 0.75, 16	OD pipa, BWG = 0.75, 16
	ID pipa = 0.62	ID pipa = 0.62	ID pipa = 0.62
	pitch = 1.00 Square Pitch	pitch = 1.00 Square Pitch	pitch = 1.00 Square Pitch
	Panjang = 16	Panjang = 16	Panjang = 16
	Pass = 2	Pass = 2	Pass = 2
Dirt factor (ft ² °F/Btu)	0,00432	0,00350	0.00313
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 218.521	\$ 226.128	\$ 147.294

Tabel 3. 53 Reboiler

Spesifikasi Alat	Reboiler	Reboiler	Reboiler
Kode Alat	(RB-01)	(RB-02)	(RB-03)
Fungsi	Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi I (MD-01) pada suhu 138.73 C dengan pemanas Steam Jenuh pada suhu 150 °C	Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi II (MD-02) pada suhu 93.5 C dengan pemanas Steam Jenuh pada suhu 150 °C	Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi III (MD-03) pada suhu 141.54 C dengan pemanas Steam Jenuh pada suhu 150 °C
Tipe	<i>Shell & tube Kettle Reboiler</i>	<i>Shell & tube Kettle Reboiler</i>	<i>Shell & tube Kettle Reboiler</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Type 304</i>
Beban panas (Kcal/jam)	2.911.913	1.629.994	1.477.580
Luas transfer (ft ²)	3153	525	3045
Kondisi Operasi			
Tekanan (atm)	2,1	2,76	1,1
Suhu (°C)	138,73	93,5	141,54
Shell Side	<i>Light organic</i>	<i>Light organic</i>	<i>Light organic</i>
	ID shell = 39	ID shell = 17,25	ID shell = 39
	Jumlah pipa = 1024	Jumlah pipa = 166	Jumlah pipa = 1024
	Pass = 1	Pass = 1	Pass = 1
Tube Side	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>
	OD pipa, BWG = 0.75, 16	OD pipa, BWG = 0.75, 16	OD pipa, BWG = 0.75, 16
	ID pipa = 0.62	ID pipa = 0.62	ID pipa = 0.62
	pitch = 1.00 Square Pitch	pitch = 1.00 Square Pitch	pitch = 1.00 Square Pitch
	Panjang = 16	Panjang = 16	Panjang = 16
	Pass = 2	Pass = 2	Pass = 2
Dirt factor (ft ² F/Btu)	0.00237	0.00427	0.00480
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 502.045	\$ 502.045	\$ 288.206

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Analisa terhadap bahan baku dapat digunakan untuk mengendalikan dan mengontrol seluruh proses produksi dan kebutuhan bahan bakunya sehingga total biaya yang diperlukan dapat diminimalkan. Fluktuasi terhadap permintaan asam format yang tidak menentu, membuat perlunya dilakukan analisa untuk mengetahui jumlah permintaan dimasa mendatang. Analisa yang digunakan adalah analisa time series. Adanya keterbatasan kapasitas produksi di dalam perusahaan juga membuat perlunya dilakukan analisa untuk dapat mengantisipasi adanya back order. Selanjutnya dilakukan perencanaan kebutuhan bahan baku untuk setiap jenis bahan dengan menggunakan metode terbaik agar menghasilkan total biaya terkecil. Pengendalian persediaan kebutuhan bahan baku dapat meliputi berapa besar pemesanan yang harus dilakukan dan kapan pemesanan tersebut dilakukan agar kelebihan dan kekurangan bahan baku dapat diantisipasi.

3.3.2 Analisa Kebutuhan Alat Proses

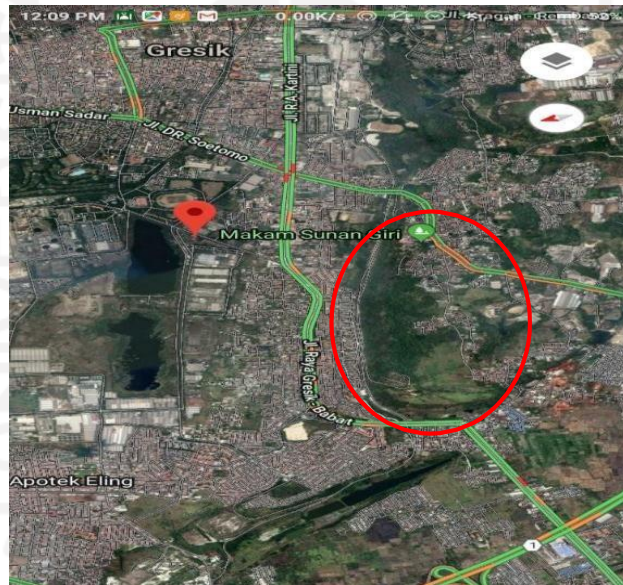
Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses, umur atau jam kerja peralatan serta perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses ini maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan pada pertimbangan beberapa faktor yang memberikan keuntungan atas pendirian pabrik ini, baik dari sisi ekonomi maupun teknik. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, pabrik direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Kota Gresik, Jawa Timur.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik via Satelit Tahun 2020

Pemilihan lokasi ini didasarkan pada beberapa faktor, antara lain :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi proses produksi dan distribusi. Apabila tidak terpenuhi maka operasi pabrik tidak berjalan dengan semestinya. Faktor primer meliputi :

a. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada proses pembuatan Asam Format ialah Metil Format dan air. Bahan baku berupa air diperoleh dari proses pengolahan di utilitas. Air yang diperoleh melalui utilitas ini akan melalui proses pengolahan secara fisika maupun kimiawi guna mendapatkan kemurnian yang lebih tinggi. Selain itu, penyediaan bahan baku Metil Format yang didatangkan dari China dapat lebih ekonomis dengan letaknya yang cukup dekat dengan Pelabuhan Tanjung Perak.

b. Sumber Air

Air merupakan salah satu faktor yang penting untuk kelangsungan proses industri, khususnya di Industri Kimia. Beberapa jenis air dalam industri digunakan untuk beberapa kebutuhan sesuai fungsinya, seperti air untuk proses, air pendingin, air steam dan air rumah tangga. Kebutuhan air tersebut diambil dari sungai yang dekat dengan lokasi pabrik, yaitu Sungai Brantas yang letaknya melewati Kota Gresik.

c. Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Lokasi pabrik yang banyak akan jumlah tenaga kerja usia produktif yang belum bekerja dan banyaknya industri-industri baru yang dibangun di sekitar pendirian pabrik menjadikan daerah Gresik sebagai salah satu daerah tujuan para pencari kerja. Sehingga perusahaan dapat dengan mudah memperoleh buruh dan tenaga kerja yang terampil dan berkualitas demi kelangsungan pendirian pabrik.

d. Transportasi

Daerah lokasi pabrik di Kawasan Industri Gresik merupakan daerah yang cukup mudah dijangkau oleh sarana transportasi dan telekomunikasi karena dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak, sarana jalan raya dan jalan tol yang memadai.

e. Pemasaran Produk

Dipilih lokasi pabrik di Kawasan Industri Gresik karena Jawa Timur merupakan salah satu daerah pusat industri besar di Indonesia. Pasar dalam negeri merupakan prioritas utama perusahaan karena keberadaan konsumen di sekitar diharapkan dapat lebih menguntungkan, sehingga biaya pengangkutan akan lebih murah dan hasil penjualan menjadi lebih maksimal. Beberapa industri di kawasan industri Gresik yang memanfaatkan produk Asam Format, diantaranya yaitu industri farmasi (PT. Salonpes, PT. Afi farma), industri tekstil (PT. Lotus Indah Tekstil, PT. Tristate, PT. Baktidoteks Prima), pabrik karet dan industri vulkanisir ban (PT. Radia Indolatex, PT. Madju Mandiri Perkasa), Industri kulit (Aneka usaha), industri makanan ternak (PT. Hadeka Feedmill, PT. Arta Citra Terpadu Feedmill), industri pembuatan minuman anggur dan bir (PT. Sumber Sari Mekar), industri elektroplating.

f. Keadaan Iklim dan Geografis

Kabupaten Gresik adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Timur, Indonesia, memiliki luas 1.191,25 km². Kabupaten Gresik berbatasan dengan Kota Surabaya dan Selat Madura di sebelah timur, Kabupaten

Lamongan di sebelah barat. Ditinjau dari keadaan iklim, Kabupaten Gresik tergolong daerah yang beriklim tropis.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses operasional pabrik. Akan tetapi berpengaruh dalam kelancaran proses operasional pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

a. Perluasan Pabrik

Pendirian pabrik harus mempertimbangkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun ke depan. Karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

b. Perizinan Tanah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang kebijakan pengembangan industri, daerah Lampung memiliki izin untuk mendirikan pabrik industri. Sehingga memudahkan perizinan dalam pendirian pabrik, karena faktor-faktor lain seperti iklim, karakteristik lingkungan, dampak sosial serta hukum tentu sudah diperhitungkan.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasana dan fasilitas sosial yang dimaksud seperti penyediaan bengkel industri dan fasilitas umum lainnya seperti rumah sakit, sekolah, dan sarana ibadah.

d. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dengan berdirinya pabrik baru. Hal ini disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan optimal keseluruhan bagian dari perusahaan yang meliputi tempat kerja alat, tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan bahan dan hasil, tempat utilitas dan lain-lain. Tata letak suatu pabrik didesain dengan pertimbangan faktor-faktor antara lain: Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

1. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung. Area ini terdiri dari :
 - a) Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
 - b) Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
 - c) Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti: poliklinik, mess, kantin, aula dan masjid.
2. Daerah proses, ruang kontrol dan perluasan.

Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

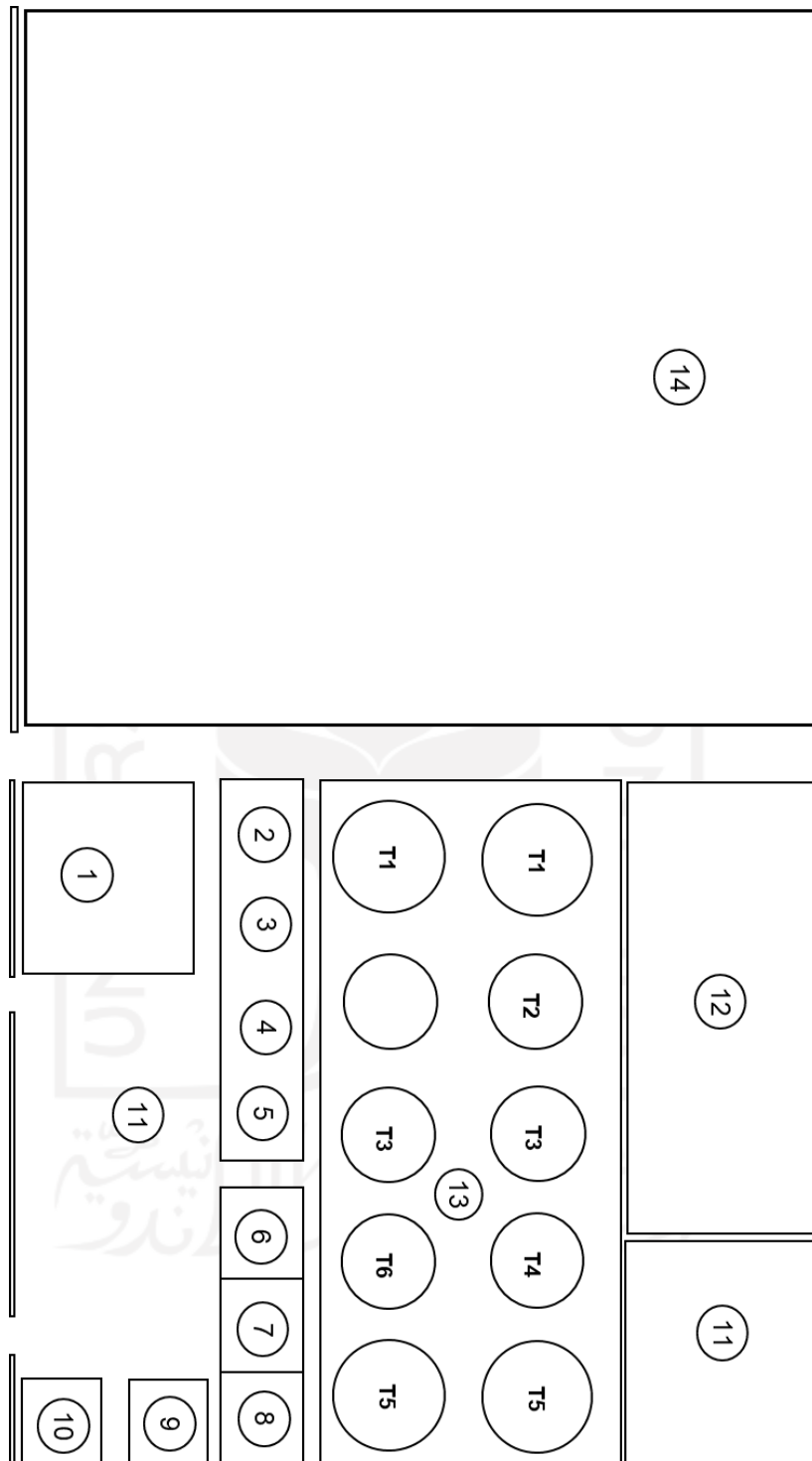
3. Daerah utilitas dan power station

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Pendirian pabrik asam formiat ini direncanakan di bangun pada lahan dengan ukuran 37500 m². Tata letak bangunan disusun dengan mempertimbangkan pengangkutan bahan baku dan personel yang paling ekonomis. Perincian luas tanah dan bangunan dapat dilihat pada Tabel 4.1, Sedangkan penataan tata letak pabrik secara umum disajikan pada Gambar 4.2.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

No.	Lokasi	Luas (m ²)
1	Gedung Pertemuan	1000
2	Gedung Perkantoran	500
3	Klinik	200
4	Kantin	200
5	Gudang	1000
6	Bengkel	500
7	Tempat Ibadah	200
8	Pos Jaga	150
9	Parkir dan Taman	6000
10	Area Proses	1000
11	Area Utilitas	1000
12	Area tangki	2000
13	Parkir Belakang	5.000
14	Daerah Perluasan	18750
Total		37500



Skala 1:800

Gambar 4. 1 Tata Letak Pabrik

Keterangan :

1. Gedung Pertemuan
2. Kantor utama
3. Perpostakaan
4. Laboratorium
5. Poliklinik
6. Kantin
7. Gudang
8. Bengkel
9. Tempat Ibadah
10. Kantor sekuriti
11. Area parkir, taman dan jalan
12. Area proses dan utilitas
13. Area Tangki
14. Area Perluasan

4.3 Tata Letak Alat Proses

Tata letak peralatan adalah penataan letak alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran produksi bisa terjamin, meningkatkan faktor keamanan dan karyawan akan mendapatkan kepuasan kerja sehingga meningkatkan semangat kerja dan produktivitas kerja. Beberapa hal yang harus

dipertimbangkan pada perancangan tata letak peralatan proses adalah sebagai berikut:

a. Aliran bahan baku

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

b. Lalu lintas alat berat

Hendaknya diperhatikan jarak antar alat dan lebar jalan agar seluruh alat proses dapat tercapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah agar jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keselamatan pekerja selama bertugas harus diprioritaskan, karena kenyamanan dalam kerja akan meningkatkan semangat kerja dan produktivitas kerja.

c. Aliran udara

Aliran udara dan arah hembusan angin di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

d. Pencahayaan

Penerangan seluruh area pabrik harus memadai, pada tempat-tempat proses yang berbahaya, atau berisiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

e. Lalu lintas manusia dan kendaraan

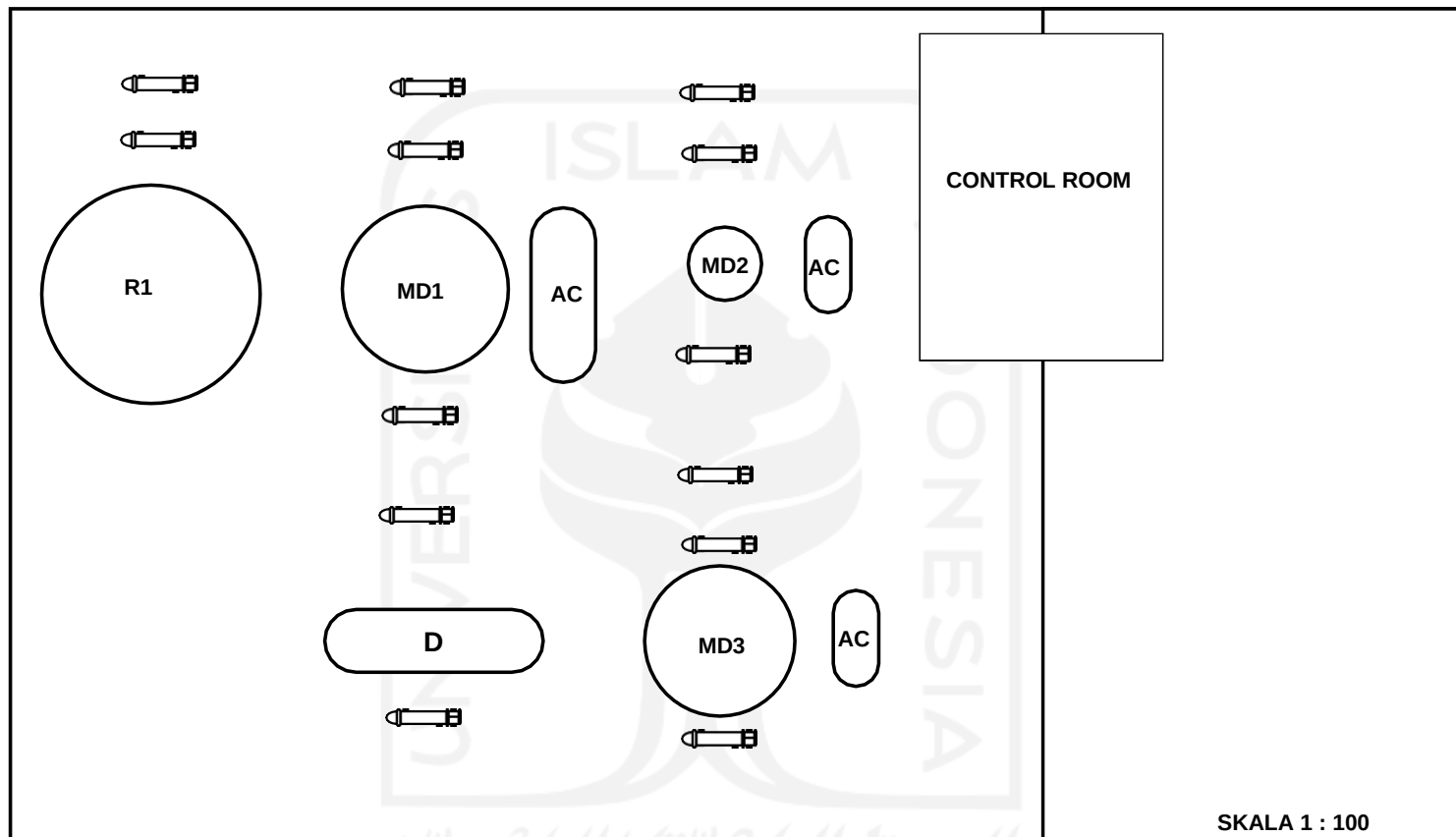
Lalu lintas manusia dan kendaraan juga perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah apabila terjadi gangguan pada alat proses sehingga dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya juga perlu diprioritaskan.

f. Pertimbangan ekonomi

Penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan proses produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

g. Jarak antar alat proses

Alat proses yang mempunyai tekanan dan suhu operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lain, sehingga apabila terjadi peledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.



Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses

4.4 Alir Proses dan Material

Berdasarkan hasil perhitungan Neraca Massa dan Neraca Panas dalam Perancangan Pabrik Asam Formiat kapasitas 30.000 ton/tahun terlihat pada Tabel 4.2 sampai dengan Tabel 4.23 sebagai berikut:

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	BM (kg/kmol)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
HCOOCH ₃	60	4873,6368	4,2040
H ₂ O	18	3562,9996	2102,1698
CH ₃ OH	32	0	2597,0308
HCOOH	46	0	3733,2318
C ₇ H ₁₅ NO	129	37,8788	37,8788
Total		8474,5152	8474,5152

4.4.2 Neraca Massa Alat

a) *Reaktor (R-01)*

Tabel 4. 3 Neraca Massa *Reaktor (R-01)*

Komponen	BM (kg/kmol)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
HCOOCH ₃	60	11876,6654	7007,2326
H ₂ O	18	3562,9996	2102,1698
CH ₃ OH	32	25,9677	2622,9985
HCOOH	46	37,6713	3770,9031
C ₇ H ₁₅ NO	129	25534,8306	25534,8306
Total		41038,1346	41038,1346

b) Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	BM (kg/kmol)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
			Distilat	Bottom
HCOOCH ₃	60	7007,2326	7007,2326	0,0000
H ₂ O	18	2102,1698	48,2613	2053,9085
CH ₃ OH	32	2622,9985	2596,7685	26,2300
HCOOH	46	3770,9031	0,0000	3770,9031
C ₇ H ₁₅ NO	129	25534,8306	0,0000	25534,8306
Subtotal		41038,1346	9652,2624	31385,8722
Total		41038,1346	41038,1346	

c) Menara Distilasi (MD-02)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02)

Komponen	BM (kg/kmol)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
			Distilat	Bottom
HCOOCH ₃	60	7007,2326	7003,0286	4,2040
H ₂ O	18	48,2613	0,0000	48,2613
CH ₃ OH	32	2596,7685	25,9677	2570,8008
HCOOH	46	0,0000	0,0000	0,0000
Subtotal		9652,2624	7028,9962	2623,2662
Total		9652,2624	9652,2624	

d) Decanter

Tabel 4. 6 Neraca Massa *Decanter (D-01)*

Komponen	BM (kg/kmol)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
			Ringan	Berat
H ₂ O	18	2053,9085	2033,3694	20,5391
CH ₃ OH	32	26,2300	26,2300	0,0000
HCOOH	46	3770,9031	3,7709	3767,1322
C ₇ H ₁₅ NO	129	25534,8306	0,0000	25534,8306
Subtotal		31385,8722	2063,3703	29322,5019
Total		31385,8722	31385,8722	

a) Menara Distilasi (MD-03)

Tabel 4. 7 Neraca Massa *Menara Distilasi (MD-03)*

Komponen	BM (kg/kmol)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
			Distilat	Bottom
H ₂ O	18	20,5391	20,5391	0,0000
HCOOH	46	3767,1322	3729,4609	37,6713
C ₇ H ₁₅ NO	129	25534,8306	37,8788	25496,9518
Subtotal		29322,5019	3787,8788	25534,6231
Total		29322,5019	29322,5019	

4.4.3 Neraca Panas

a) Reaktor (R-01)

Tabel 4. 8 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	2.805.997,500	-
Q out	-	2.864.555,750
Q reaksi	-	3.282.230
Q pemanas	3.507.827	-
Total	6.313.824,500	6.313.824,500

b) Menara distilasi 1 (MD-01)

Tabel 4. 9 Neraca Panas Menara Distilasi 1 (MD-01)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	1.437.607,875	-
Q reboiler	2.911.913	-
Q destilat	-	301.358,500
Q bottom	-	1.630.665,500
Q kondensor	-	2.417.497
Total	4.349.521	4.349.521

c) Menara distilasi 2 (MD-02)

Tabel 4. 10 Neraca Panas Menara Distilasi 2 (MD-02)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	301.549,500	-
Q reboiler	1.629.994,250	-
Q destilat	-	204.610,281
Q bottom	-	41.049,50
Q kondensor	-	1.685.884
Total	1.931.543,75	1.931.543,75

d) Menara Distilasi 3

Tabel 4. 11 Neraca Panas Menara Distilasi 3 (MD-03)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	1.277.189,375	-
Q reboiler	1.477.580	-
Q destilat	-	368.525,219
Q bottom	-	911.731,625
Q kondensor	-	1.474.512,50
Total	2.754.769,38	2.754.769,38

e) Cooler 1 (CL-01)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Cooler 1 (CL-01)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	1.070.207,750	-
Q out	-	952.992,625
Q reaksi	-	-
Q pemanas	-	117.215,125
Total	1.070.207,750	1.070.207,750

f) Cooler 2 (CL-02)

Tabel 4. 83 Neraca Panas Cooler 2 (CL-02)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	2.864.555,750	-
Q out	-	2.000.045
Q reaksi	-	-
Q pemanas	-	864.510,750
Total	2.864.555,750	2.864.555,750

g) Cooler 3 (CL-03)

Tabel 4. 14 Neraca Panas Cooler 3 (CL-03)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	2.210.744,5	-
Q out	-	1.008.584,5
Q reaksi	-	-
Q pemanas	-	1.202.160
Total	2.210.744,5	2.210.744,5

h) Cooler 4 (CL-04)

Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler 4 (CL-04)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	112.493,6484	-
Q out	-	20.507,4238
Q reaksi	-	-
Q pemanas	-	91.986,227
Total	112.493,6484	112.493,6484

i) Cooler 5 (CL-05)

Tabel 4. 16 Neraca Panas Cooler 5 (CL-05)

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	506.783,9688	-
Q out	-	57.200,6484
Q reaksi	-	-
Q pemanas	-	449.583,313
Total	506.783,9688	506.783,9688

j) *Cooler 6 (CL-06)*

Tabel 4. 17 Neraca Panas *Cooler 6 (CL-06)*

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	76.638,297	-
Q out	-	15.897,720
Q reaksi	-	-
Q pemanas	-	60.740,578
Total	76.638,297	76.638,297

k) *Heater 1 (HE-01)*

Tabel 4. 18 Neraca Panas *Heater 1 (HE-01)*

Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	65.537,3359	-
Q out	-	1.526.811,875
Q reaksi	-	-
Q pemanas	1.461.274,5	-
Total	1.526.811,875	1.526.811,875

l) *Heater 2 (HE-02)*

Tabel 4. 19 Neraca Panas *Heater 2 (HE-02)*

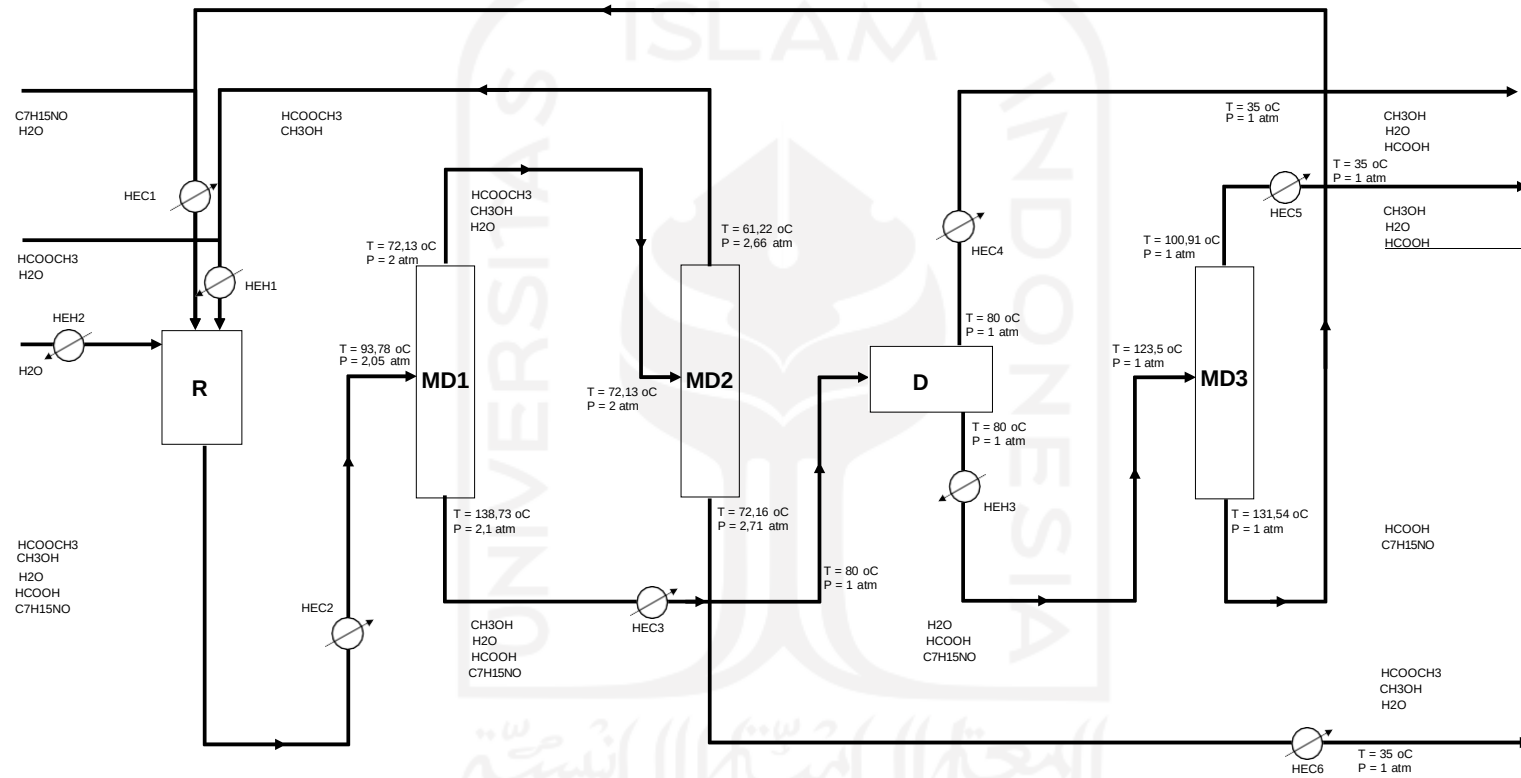
Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	17.035,041	-
Q out	-	323.099,844
Q reaksi	-	-
Q pemanas	306.064,803	-
Total	323.099,844	323.099,844

m) Heater 3 (HE-03)

Tabel 4. 20 Neraca Panas *Heater 3 (HE-03)*

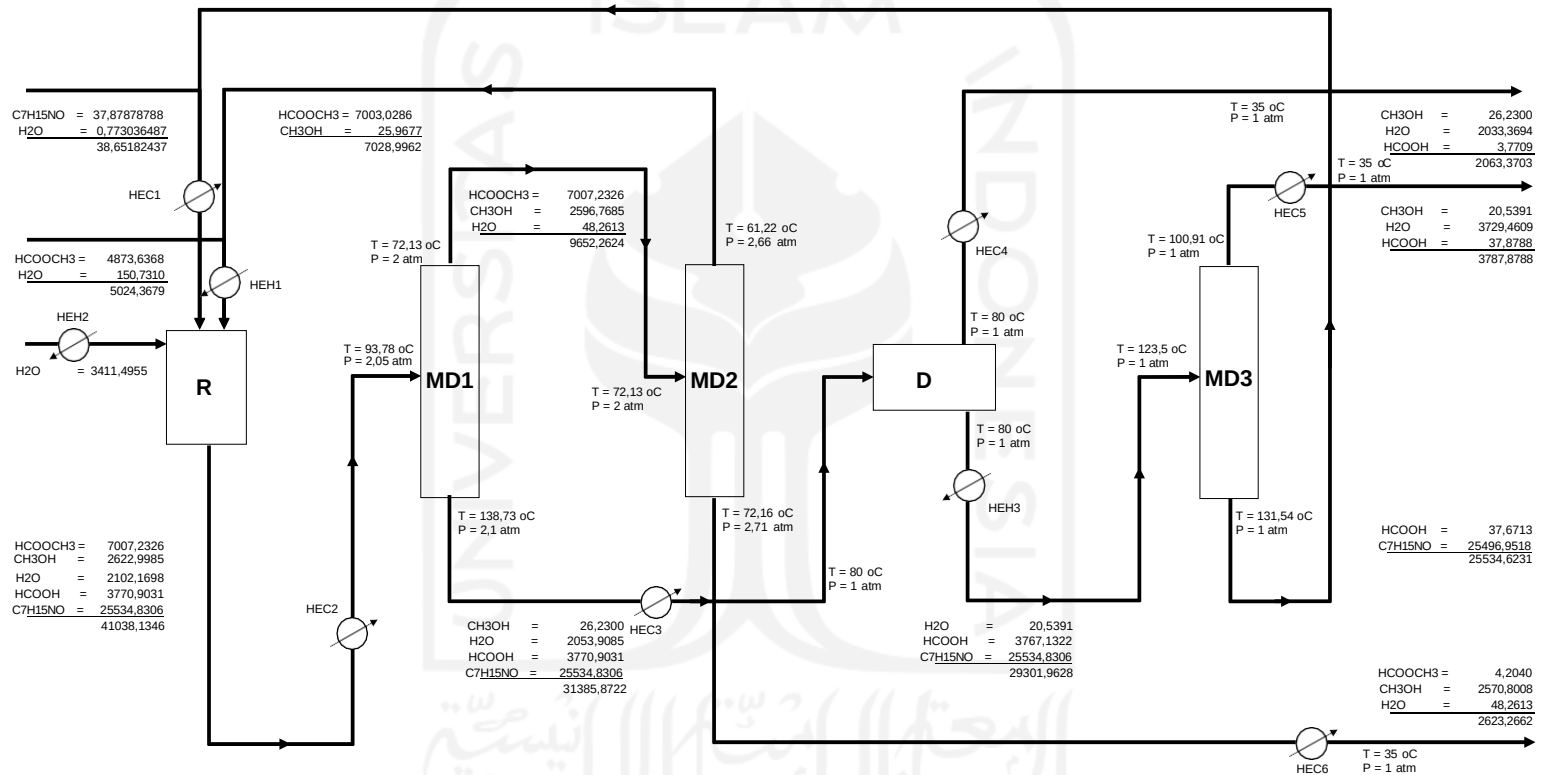
Panas	Q input (Kcal/jam)	Q output (Kcal/jam)
Q umpan	896.090,938	-
Q out	-	1.683.484,25
Q reaksi	-	-
Q pemanas	787.393,313	-
Total	1.683.484,25	1.683.484,25

Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif

Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini 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 Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- e) Unit Penyediaan Bahan Bakar
- f) Unit Pengolahan Limbah

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

a. Unit Penyediaan Air

Unit Pengadaan Pengolahan air atau yang lebih dikenal dengan *Raw Water Treatment Plant* (RWTP) adalah proses pengolahan air baku menjadi air bersih karena air yang berasal dari alam bukanlah air jernih sebab masih banyak mengandung kotoran (*imputities*) yang terdiri dari *suspended solid* (*imputiries* tidak larut) yang diolah pada proses klarifikasi dan *dissolved solid* (*impurities* terlarut) yang diolah pada proses demineralisasi.

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik silikon dioksida ini, sumber air yang digunakan berasal air sungai yang terdekat dengan pabrik. Sumber air yang digunakan dalam pabrik diperoleh dari Sungai Brantas yang tidak jauh dari lokasi pabrik dengan faktor-faktor sebagai berikut:

- a. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- c. Jumlah air sungai lebih banyak dibandingkan dari air sumur.
- d. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah :

A. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.

- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- Tidak terdekomposisi.

B. Air Proses

Air proses ini digunakan dalam proses pembuatan produk secara langsung. Syarat agar air ini dapat digunakan adalah harus cukup murni, bebas dari segala pengotor, mineral, dan oksigen, yang disebut sebagai air bebas mineral (*demineralized water*).

C. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 , O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

- Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

D. Air sanitasi (air domestik)

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi seperti keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lain-lain. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

Syarat fisika, meliputi:

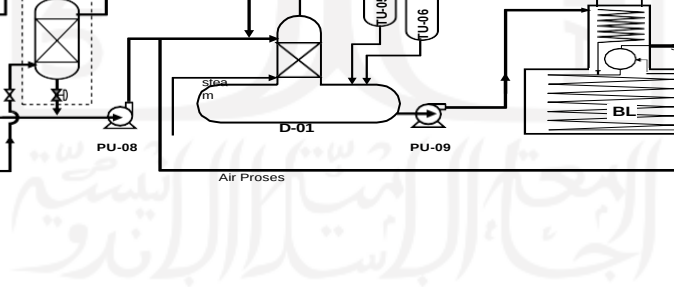
- Suhu : Di bawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

b. Unit Pengelola Air

Dalam perancangan pabrik asam formiat ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Berikut ini diagram alir pengolahan air:



70

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :

a. Penghisapan

Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara pemompaan yang kemudian dialirkan ke penyaringan (*screening*) dan langsung dimasukkan ke dalam *reservoir*.

b. Penyaringan (*Screening*)

Pada *screening*, partikel-partikel padat yang besar akan tersaring tanpa bantuan bahan kimia. Sedangkan partikel-partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan selanjutnya. Penyaringan dilakukan agar kotoran-kotoran bersifat kasar atau besar tidak terikut ke sistem pengolahan air, maka sisi isap pompa di pasang saringan (*screen*) yang dilengkapi dengan fasilitas pembilas apabila screen kotor.

c. Penampungan (*Reservoir*)

Air dalam penampungan di *reservoir*, kotorannya seperti lumpur akan mengendap.

d. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan biasanya adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan

karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

e. Bak Pengendap I

Flok dan endapan dari proses koagulasi diendapkan dalam bak pengendap I dan II.

f. Proses Filtrasi

Air yang keluar dari bak pengendap II yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya dilewatkan filter untuk difiltrasi.

g. Bak Penampung Air Bersih

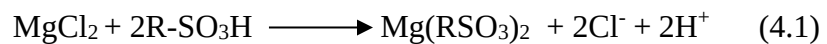
Air dari proses filtrasi merupakan air bersih, ditampung di dalam bak penampung air bersih. Air bersih tersebut kemudian digunakan secara langsung untuk air pendingin dan air layanan (*Service Water*). Air bersih kemudian digunakan juga untuk air domestik yang terlebih dahulu di desinfektanisasi, dan umpan *boiler* terlebih dahulu di demineralisasi.

h. Proses Demineralisasi

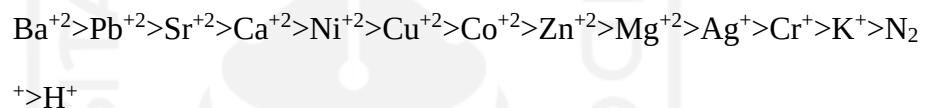
Air untuk umpan ketel pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya, Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain, dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan *boiler*.

- *Cation Exchanger*

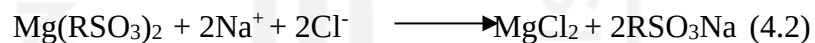
Cation Exchanger ini berisi resin penukar kation dengan formula RSO_3H , dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .



Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+ . Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :

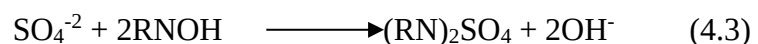


Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl . Reaksi Regenerasi :



▪ *Anion Exchanger*

Anion Exchanger berfungsi untuk mengikat ion –ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula RNOH , sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.



Ion SO_4^{2-} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{2-} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut :



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :



i. Deaerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2 . Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa Hidrazin yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi

Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel. Pada deaerator ini, air dipanaskan hingga 90°C agar gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O_2 dan CO_2 dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas di dalam deaerator.

c. Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4. 21 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Reaktor</i>	R-01	3411,496
Total		3411,496

2. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4. 22 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Heater</i>	HE-01	14382,364
<i>Heater</i>	HE-02	3012,394
<i>Heater</i>	HE-03	7749,795
<i>Reboiler</i>	RB-01	28660,039
<i>Reboiler</i>	RB-02	16042,972
<i>Reboiler</i>	RB-03	14542,858
Total		84390,422

3. Kebutuhan Air Proses Pendinginan

Tabel 4. 23 Kebutuhan Air Pendinginan

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Cooler</i>	CL-01	5860,756
<i>Cooler</i>	CL-02	43225,539
<i>Cooler</i>	CL-03	60108
<i>Cooler</i>	CL-04	4599,312
<i>Cooler</i>	CL-05	22479,166
<i>Cooler</i>	CL-06	3037,029
Kondenser	CD-01	120874,852
Kondenser	CD-02	84294,203
Kondenser	CD-03	73725,633
Total		418204,5

4. Kebutuhan Air Domestik

- Dianggap 1 orang membutuhkan 5 kg/j air.

Jumlah karyawan = ± 266 orang

Kebutuhan air untuk karyawan = 1330.00 kg/j

- Dianggap 1 orang membutuhkan 10 kg/j air

Jumlah keluarga = ± 150 orang

Kebutuhan air untuk keluarga = 1500.00 kg/j

- Kebutuhan lain - lain :

a. air hydrant = 142 kg/j (5 % air karyawan + keluarga)

b. air taman = 142 kg/j (5 % air karyawan + keluarga)

- Total kebutuhan air rumah tangga dan kantor = 3564.00 Kg/j

- Kebutuhan air Total keseluruhan

= 418204.50 kg/j + 84390.42 kg/j + 3411.50 kg/j + 3114.00 kg/j

= 509120.42 kg/j

4.5.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi. *Steam* yang diproduksi pada pabrik Asam Format ini digunakan sebagai media pemanas heater dan reboiler. *Steam* yang dihasilkan dari satu buah boiler ini adalah 275°F dan tekanan 45 psia.

Jumlah *steam* yang dibutuhkan sebesar 84.390,422 kg/jam, jenis *water tube boiler* sebanyak 1 buah.

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator *diesel*. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, *diesel* juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa, Spesifikasi *diesel* yang digunakan adalah :

Kapasitas : 280 kW

Jenis : Generator *Diesel*

Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari *diesel* ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari *diesel* 100%. Kebutuhan listrik untuk alat proses terdapat pada Tabel 4.27 dan kebutuhan listrik untuk utilitas terdapat pada table 4.28.

a. Kebutuhan Listrik Untuk Alat Proses

Tabel 4. 24 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Reaktor-01	R-01	5,00	3728,5
Pompa-01	P-01	10,00	7457
Pompa-02	P-02	1,50	7457
Pompa-03	P-03	3,00	2237,1
Pompa-04	P-04	1,00	745,7
Pompa-05	P-05	5,00	3728,5
Pompa-06	P-06	3,00	2237,1
Pompa-07	P-07	10,00	7457
Pompa-08	P-08	0,50	372,85
Pompa-09	P-09	3,00	2237,1
Pompa-10	P-10	5,00	3728,5
Pompa-11	P-11	1,50	1118,5
Pompa-12	P-12	3,00	2237,1
Pompa-13	P-13	5,00	3728,5
Total		56,5	42132,04

b. Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas

Tabel 4. 25 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	PU-01	7,50	5592,75
Pompa-02	PU-02	20,00	14914
Pompa-03	PU-03	3,00	2237,1
Pompa-04	PU-04	3,00	2237,1
Pompa-05	PU-05	45,00	33556,5
Pompa-06	PU-06	45,00	33556,5
Pompa-07	PU-07	1,00	745,7
Pompa-08	PU-08	1,00	745,7
Pompa-09	PU-09	10,00	7457
Fan CT	FU-06	5,00	3728,5
Total		140,5	104770,83

kebutuhan listrik utilitas dan keperluan lain = 100 hp

Total kebutuhan listrik = 197.00 + 100.0 Hp

= 297.00 Hp

= 297.00 Hp x 0.7457 Kwatt/Hp

= 221.47 Kwatt

4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Proses yang terjadi pada unit penyedia udara instrumen pada dasarnya yaitu untuk mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara.

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*.

Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 104 m³/jam.

4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (*Industrial Diesel Oil*) sebanyak 26 kg/jam yang diperoleh dari PT. Pertamina. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *fuel oil* sebanyak 4451 kg/jam yang juga diperoleh dari PT. Pertamina.

4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses di pabrik ini berupa limbah padat, dan limbah cair. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah-limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.

1. Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah lumpur (*sludge*) yang dihasilkan dari bak sedimentasi pada unit pengolahan air. Lumpur (*sludge*) ini bersifat tidak berbahaya sehingga dapat digunakan sebagai bahan penimbun. Limbah padat pada sanitasi akan diolah dalam *septic tank*.

2. Limbah cair utilitas

Limbah cair yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah:

a. Limbah cair proses

Limbah proses ini merupakan keluaran dari *filter*. Limbah yang keluar dari *filter* mengandung banyak air dari sisa pencucian. Limbah tersebut langsung dibuang ke Unit Pengolahan Limbah (UPL).

b. Limbah cair utilitas

- Air buangan sanitasi mengandung bakteri-bakteri dari berbagai sumber kotoran. Penanganan limbah ini dengan menggunakan lumpur aktif dan *cahypochloride* sebagai desinfektan.
- Air limbah dari laboratorium diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment* (pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*.

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Dalam menjalankan pabrik asam formiat ini, diperlukan manajemen yang baik. Oleh karena itu digunakan suatu struktur organisasi yang baik dan terstruktur, sehingga tanggung jawab dan pembagian tugas jelas, tanpa tumpang tindih, dan berjalan dengan baik. Pabrik asam formiat yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi), Perseroan Terbatas (PT)

merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan beberapa faktor sebagai berikut :

- a.** Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b.** Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c.** Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- d.** Efisiensi dari manajemen.
- e.** Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- f.** Lapangan usaha lebih luas
- g.** Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
- h.** Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- i.** Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
- j.** Mudah bergerak di pasar global.

4.6.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain (Zamani, 1998):

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi
3. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
4. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
5. Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
6. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
7. Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
8. Adanya koordinasi
9. Struktur organisasi disusun sederhana
10. Pola dasar organisasi harus relatif permanen
11. Adanya jaminan batas (*unity of tenure*)
12. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya.
13. Penempatan orang harus sesuai keahliannya.

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem *line* dan staf. Ada dua

kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

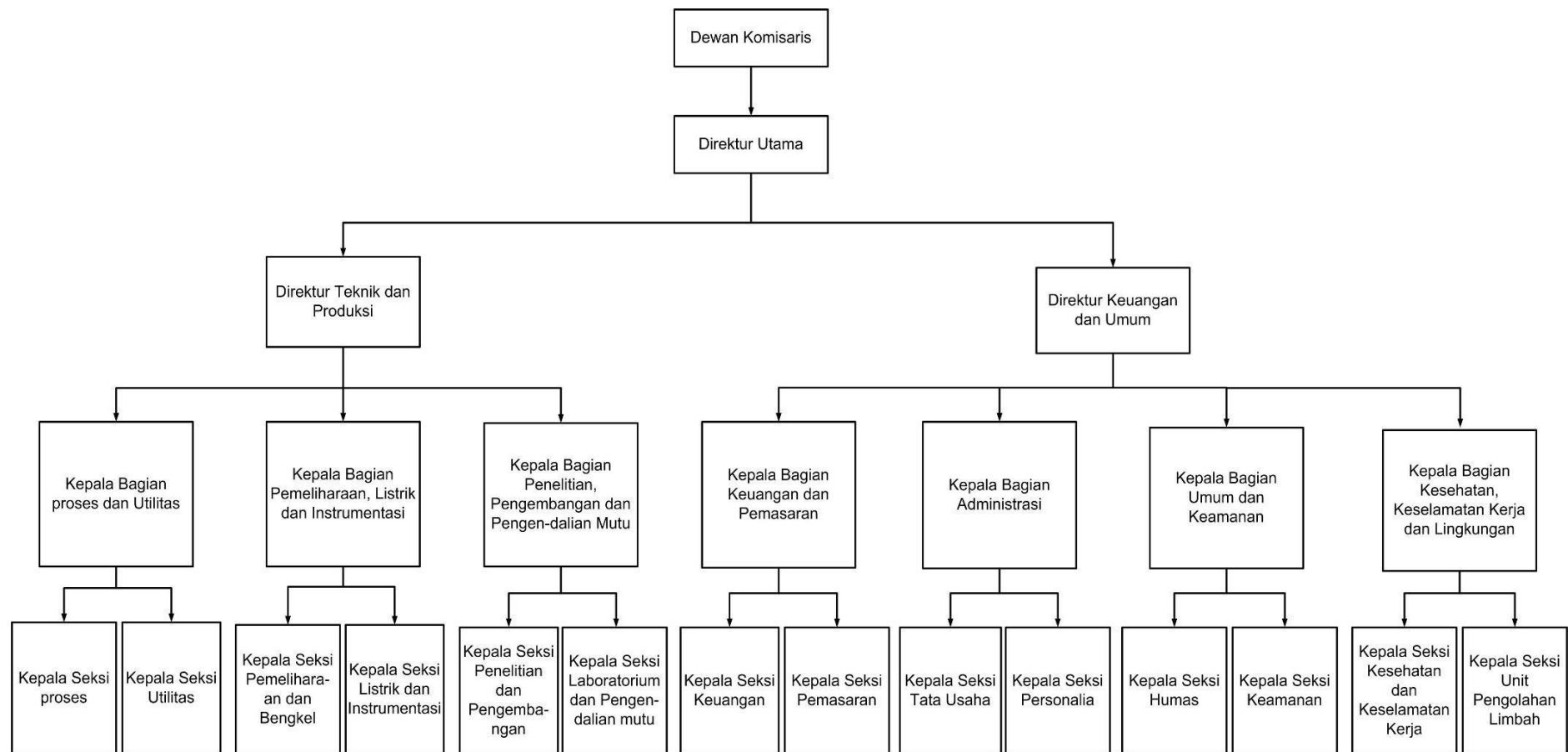
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing

kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan program pengembangan manajemen
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar

Berikut gambar struktur organisasi pabrik asam formiat dari metil format dan air dengan kapasitas 30.000 ton/tahun.



Gambar 4. 6 Struktur Organisasi

4.6.3 Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

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

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

b. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari - hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menentukan *outline* dari kebijakan perusahaan.
2. Melakukan meeting tahunan dengan pemegang saham (RUPS).
3. Menanyakan laporan akuntabilitas direktur setiap periode.
4. Melakukan pengawasan dan supervise terhadap setiap kegiatan dan tanggung jawab direktur.

c. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

1. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik,

2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

d. Staff Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang:

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

e. Kepala Bagian

i. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

a. Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi :

1. Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
2. Mengawasi jalannya proses produksi.

b. Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

1. Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

c. Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi:

1. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu,
2. Mengawasi dan menganalisa produk.
3. Mengawasi
4. kualitas buangan pabrik.

ii. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

a. Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain:

1. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik.
2. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

b. Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain:

1. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

iii. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
2. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

a. Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain:

1. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.

2. Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

b. Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain:

1. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
2. Mengatur distribusi barang dari gudang

iv. Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.
2. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

a. Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain:

1. Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

b. Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain:

1. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
2. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
3. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

c. Seksi Humas

Tugas Seksi Humas yaitu mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

d. Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain:

1. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan
2. Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan
3. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

v. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi.
2. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

- a. Seksi Penelitian
- b. Seksi Pengembangan
- c. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.6.4 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Status karyawan dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut:

- a. Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

- b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.6.5 Ketenagakerjaan

a. Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

b. Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

c. Kerja Lembur (*Overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

d. Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1 setiap bulan. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Tabel 4. 26 Gaji karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji Per orang	Gaji per Bulan
1	Direktur	1	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
2	Kepala Bagian	3	Rp 35.000.000	Rp 105.000.000
3	Kepala Seksi	9	Rp 20.000.000	Rp 180.000.000
4	Staff	50	Rp 10.000.000	Rp 500.000.000
5	Operator lapangan	144	Rp 9.000.000	Rp 1.296.000.000
6	Security	40	Rp 5.000.000	Rp 200.000.000
7	Perawat	4	Rp 7.000.000	Rp 28.000.000
8	Dokter	2	Rp 15.000.000	Rp 30.000.000
9	Driver	13	Rp 5.000.000	Rp 65.000.000
Total		266		Rp 2.454.000.000

e. Jam Kerja Karyawan

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan *non-shift* (harian) dan karyawan *shift*.

- Jam kerja karyawan *non-shift*

Karyawan *non-shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah : Direktur Utama,

Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor, Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Senin – Kamis : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12,00 – 13,00

Jumat : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

Sabtu dan Minggu libur

- Jam kerja 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. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi menjadi :

Shift Pagi : 07.00 – 15.00

Shift Sore : 15.00 – 23.00

Shift Malam : 24.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* dibagi menjadi 4 regu (A/B/C/D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga regu yang masuk dan ada satu regu yang libur. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan dua hari libur untuk setiap minggunya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas tetap harus masuk, akan tetapi dihitung kerja lembur dan mendapat

intensif tambahan. Jadwal pembagian kerja masing-masing regu ditampilkan dalam Tabel 4.27

Tabel 4. 27 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu

Shift/ Hari	1	2	3	4	5	6	7	8
A	m	m	s	s	p	p	off	off
B	s	s	p	p	off	off	m	m
C	p	p	off	off	m	m	s	s
D	off	off	m	m	s	s	p	p

4.6.6 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena

itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti missal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

4.6.7 Penggolongan Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMA. Perinciannya sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Jabatan dan keahlian

Jabatan	Pendidikan
Direktur utama	S-2
Direktur	S-2
Kepala Bagian	S-1
Kepala Seksi	S-1
Staff Ahli	S-1
Sekretaris	S-1
Dokter	S-1
Perawat	D-3/S-1
Karyawan	S-1
Sopir	SMA/SMK
Cleaning Service	SMA/SMK
Satpam	SMA/SMK SLTA

4.7 Evaluasi Ekonomi

Dalam perancangan pabrik evaluasi ekonomi dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat mendatangkan keuntungan yang layak bagi perusahaan dan pemiliknya atau tidak. Serta untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas atau titik dimana pabrik tidak untung dan tidak rugi. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Investasi modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya Produksi Langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Produksi Tidak Langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya Produksi Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Expense*)
4. Analisa Keuntungan
5. Analisa Kelayakan

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Berikut rincian harga alat proses dan utilitas perancangan pabrik asam formiat :

Tabel 4. 29 Harga Alat Proses

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga Satuan	Harga Satuan	Harga
			th 1954	th 2020	
1	Reaktor	1	\$ 32.300	\$ 223.361	\$ 223.361
2	Menara Destilasi-01	1	\$ 261.800	\$ 1.810.403	\$ 1.810.403
3	Menara Destilasi-02	1	\$ 101.700	\$ 703.277	\$ 703.277
4	Menara Destilasi-03	1	\$ 209.800	\$ 1.450.812	\$ 1.450.812
5	Tangki-01	1	\$ 80.700	\$ 558.058	\$ 558.058
6	Tangki-02	1	\$ 41.400	\$ 286.290	\$ 286.290
7	Tangki-03	1	\$ 77.800	\$ 538.004	\$ 538.004
8	Tangki-04	1	\$ 76.600	\$ 529.705	\$ 529.705
9	Heater-01	1	\$ 21.400	\$ 147.986	\$ 147.986
10	Heater-02	1	\$ 1.800	\$ 12.447	\$ 12.447
11	Heater-03	1	\$ 19.600	\$ 135.538	\$ 135.538
12	Cooler-01	1	\$ 6.100	\$ 42.183	\$ 42.183
13	Cooler-02	1	\$ 20.700	\$ 143.145	\$ 143.145
14	Cooler-03	1	\$ 31.900	\$ 220.595	\$ 220.595
15	Cooler-04	1	\$ 8.300	\$ 57.396	\$ 57.396
16	Cooler-05	1	\$ 44.500	\$ 307.727	\$ 307.727
17	Cooler-06	1	\$ 6.100	\$ 42.183	\$ 42.183
18	Condenser-01	1	\$ 31.600	\$ 218.521	\$ 218.521
19	Condenser-02	1	\$ 32.700	\$ 226.128	\$ 226.128
20	Condenser-03	1	\$ 21.300	\$ 147.294	\$ 147.294
21	Akumulator-01	1	\$ 3.400	\$ 23.512	\$ 23.512
22	Akumulator-02	1	\$ 3.100	\$ 21.437	\$ 21.437
23	Akumulator-03	1	\$ 3.200	\$ 22.129	\$ 22.129
24	Reboiler-01	1	\$ 72.600	\$ 502.045	\$ 502.045
25	Reboiler-02	1	\$ 72.600	\$ 502.045	\$ 502.045
26	Reboiler-03	1	\$ 70.700	\$ 488.906	\$ 488.906
27	Decanter	1	\$ 29.300	\$ 202.616	\$ 202.616
28	Pompa-01	1	\$ 6.300	\$ 43.566	\$ 43.566
29	Pompa-02	1	\$ 5.100	\$ 35.268	\$ 35.268
30	Pompa-03	1	\$ 2.400	\$ 16.597	\$ 16.597
31	Pompa-04	1	\$ 5.100	\$ 35.268	\$ 35.268
32	Pompa-05	1	\$ 2.900	\$ 20.054	\$ 20.054
33	Pompa-06	1	\$ 3.700	\$ 25.586	\$ 25.586
34	Pompa-07	1	\$ 3.700	\$ 25.586	\$ 25.586
35	Pompa-08	1	\$ 2.000	\$ 13.830	\$ 13.830

36	Pompa-09	1	\$ 4.300	\$ 29.735	\$ 29.735
37	Pompa-10	1	\$ 3.700	\$ 25.586	\$ 25.586
38	Pompa-11	1	\$ 3.700	\$ 25.586	\$ 25.586
39	Pompa-12	1	\$ 6.800	\$ 47.023	\$ 47.023
40	Pompa-13	1	\$ 6.800	\$ 47.023	\$ 47.023
TOTAL					\$ 9.954.452

Tabel 4. 30 Harga Alat Utilitas

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga Satuan	Harga Satuan	Harga
			th 1954	th 2016	
1	Pompa (PU - 01)	1	\$ 1.400	\$ 9.519	\$ 9.519
2	Pompa (PU - 02)	1	\$ 1.400	\$ 9.519	\$ 9.519
3	Pompa (PU - 03)	1	\$ 1.400	\$ 9.519	\$ 9.519
4	Pompa (PU - 04)	1	\$ 1.400	\$ 9.519	\$ 9.519
5	Pompa (PU - 05)	1	\$ 5.500	\$ 37.395	\$ 37.395
6	Pompa (PU - 06)	1	\$ 5.500	\$ 37.395	\$ 37.395
7	Pompa (PU - 07)	1	\$ 1.400	\$ 9.519	\$ 9.519
8	Pompa (PU - 08)	1	\$ 600	\$ 4.079	\$ 4.079
9	Pompa (PU - 09)	1	\$ 3.300	\$ 22.437	\$ 22.437
10	Tangki (TU - 01)	1	\$ 22.800	\$ 155.019	\$ 155.019
11	Tangki (TU - 02)	1	\$ 32.700	\$ 222.330	\$ 222.330
12	Tangki (TU - 03)	1	\$ 1.600	\$ 10.879	\$ 10.879
13	Tangki (TU - 04)	1	\$ 40.600	\$ 276.042	\$ 276.042
14	Tangki (TU - 05)	1	\$ 45.700	\$ 310.718	\$ 310.718
15	Tangki (TU - 06)	1	\$ 23.700	\$ 161.138	\$ 161.138
16	Clarifier (CLU - 01)	1	\$ 15.500	\$ 105.386	\$ 105.386
17	Saringan Pasir (SPU - 01)	1	\$ 20.700	\$ 140.741	\$ 140.741
18	Anion ex	1	\$ 25.500	\$ 173.376	\$ 173.376
19	Kation ex	1	\$ 25.500	\$ 173.376	\$ 173.376
20	Dearerator (D - 01)	1	\$ 4.000	\$ 27.196	\$ 27.196
21	Bolier (BLU- 01)	1	\$ 322.000	\$ 2.189.301	\$ 2.189.301
22	Cooling Tower (CT - 01)	1	\$ 78.800	\$ 535.767	\$ 535.767
23	Generator (G - 01)	1	\$ 88.000	\$ 598.318	\$ 598.318
24	Tangki Flokulator (TF - 01)	1	\$ 8.400	\$ 57.112	\$ 57.112
TOTAL					\$ 5.285.598

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Silikon dioksida	= 30,000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2025
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 15,000,-
Upah pekerja asing	= \$ 20/ <i>man hour</i>
1 <i>man hour</i> asing	= 2 <i>man hour</i> Indonesia
5% tenaga asing	= 95 % tenaga Indonesia

4.7.3 Perhitungan Biaya

4.7.3.1 Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran- pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari:

a. Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik. Berikut rincian dari biaya *Fixed Capital Investment*.

Tabel 4. 31 *Physical Plan Cost (PPC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Harga alat sampai ditempat	\$ 12.443.065	
2	Instalasi	\$ 1.254.261	Rp 3.026.153.347
3	Pemipaan	\$ 5.061.839	Rp 3.498.989.808
4	Instrumentasi	\$ 2.418.932	Rp 567.403.753
5	Insulasi	\$ 323.520	Rp 472.836.461
6	Listrik	\$ 1.209.466	Rp 283.701.876
7	Bangunan		Rp 46.875.000.000
8	Tanah		Rp 112.500.000.000
9	Utilitas	\$ 11.789.526	Rp 3.168.364.320
Physical Plant Cost		\$ 34.500.607	Rp 170.392.449.565

Tabel 4. 32 *Direct Plan Cost (DPC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Physical plant cost	\$ 34.500.607	Rp 170.392.449.565
2	Engineering & Construction (25%)	\$ 8.625.152	Rp 42.598.112.391
Direct Plant Cost		\$ 43.125.759	Rp 212.990.561.956

Tabel 4. 33 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Direct Plant Cost	\$ 43.125.759	Rp 212.990.561.956
2	Contractor fee (5 %)		Rp 42.993.847.536
3	Contingency (15 %)	\$ 6.468.864	Rp 31.948.584.293
Fixed Capital Investment		\$ 49.594.623	Rp 287.932.993.785

b. Working Capital Investment

Working Capital Investment (WCI) adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu. Berikut rincian perhitungan *Working Capital Investment (WCI)*.

Tabel 4. 34 Total *Working Capital Investment* (WCI)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 35.919.322.850
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 53.878.984.274
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 35.919.322.850
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 71.838.645.699
5	<i>Available Cash</i>	Rp 35.919.322.850
Working Capital (WC)		Rp 233.475.598.523

4.7.3.2 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi :

1. *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk. Untuk rinciannya dapat dilihat pada tabel 4.36.

Tabel 4. 35 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 150.146.900.640
2	<i>Labor</i>	Rp 29.448.000.000
3	<i>Supervision</i>	Rp 2.944.800.000
4	<i>Maintenance</i>	Rp 20.637.046.817
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 3.095.557.023
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 8.412.464.496
7	<i>Utilities</i>	Rp 45.595.545.250
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 260.280.314.226

2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk. Berikut rincian IMC:

Tabel 4. 36 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 4.417.200.000
2	<i>Laboratory</i>	Rp 2.944.800.000
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 14.724.000.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 4.206.232.248
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 26.292.232.248

3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi. Untuk rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.38 dan Tabel 4.39 merupakan total dari biaya manufaktur.

Tabel 4. 37 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 103.185.234.087
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 20.637.046.817
3	<i>Insurance</i>	Rp 20.637.046.817
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 144.459.327.722

Tabel 4. 38 *Total Manufacturing Cost (TMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 260.280.314.226
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 26.292.232.248
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 144.459.327.722
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 431.031.874.196

4.7.3.3 *Pengeluaran Umum (General Expense)*

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*. Pada Tabel 4.40 dan Tabel 4.41 merupakan hasil dari general expense dan total biaya produksinya.

Tabel 4. 39 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Administration</i>	Rp 12.930.956.226
2	<i>Sales expense</i>	Rp 21.551.593.710
3	<i>Research</i>	Rp 16.824.928.992
4	<i>Finance</i>	Rp 63.266.396.970
<i>General Expense (GE)</i>		Rp 114.573.875.897

Tabel 4. 40 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 431.031.874.196
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 114.573.875.897
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp 545.605.750.093

4.7.4 Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 841.246.449.600

Total biaya produksi : Rp 545.605.750.093

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi
: Rp 295.640.699.506

b. Keuntungan Setelah Pajak dan Zakat

Pajak : 20 %

Zakat : 2,5 %

Keuntungan : Rp 229.121.542.117

Analisa Kelayakan

a. *Return on Investment (ROI)*

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{Profit}{FCI} \times 100 \% \quad (4.6)$$

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% dan syarat ROI setelah pajak maksimum adalah 44% (Aries & Newton, 1955).

ROIa Sebelum pajak = 28,7%

ROIb Setelah pajak = 22,2 %

b. *Pay Out Time (POT)*

Pay out time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{Keuntungan\ Tahunan + 0,1\ FCI} \quad (4.7)$$

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun dan syarat POT setelah pajak maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

POTa Sebelum pajak = 2,5 Tahun (Pabrik memenuhi kelayakan)

POTb Setelah pajak = 3 Tahun (Pabrik memenuhi kelayakan)

c. *Break Even Point (BEP)*

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Pada Tabel 4.42 hingga Tabel 4.459 adalah perhitungan dari nilai-nilai yang dibutuhkan untuk mengetahui nilai BEP.

$$BEP = \frac{(Fa+0,3Ra)}{(Sa-Va-0,7Ra)} \times 100\% \quad (4.8)$$

Tabel 4. 41 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)
1	Depreciation	Rp 103.185.234.087
2	Property taxes	Rp 20.637.046.817
3	Insurance	Rp 20.637.046.817
Fixed Cost (Fa)		Rp 144.459.327.722

Tabel 4. 42 *Annual Variable Cost (Va)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)
1	Raw material	Rp 150.146.900.640
2	Packaging & shipping	Rp 4.206.232.248
3	Utilities	Rp 45.595.545.250
4	Royalties and Patents	Rp 8.412.464.496
Variable Cost (Va)		Rp 208.361.142.634

Tabel 4. 43 *Annual Regulated Cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 29.448.000.000
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 14.724.000.000
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 4.417.200.000
4	<i>Supervision</i>	Rp 2.944.800.000
5	<i>Laboratory</i>	Rp 2.944.800.000
6	<i>General Expense</i>	Rp 114.573.875.897
7	<i>Maintenance</i>	Rp 20.637.046.817
8	<i>Plant supplies</i>	Rp 3.095.557.023
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp 192.785.279.737

Tabel 4. 44 *Annual Sales Cost (Sa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)
1	<i>Annual Sales Cost</i>	Rp 841.246.449.600
<i>Annual Sales Cost (Sa)</i>		Rp 841.246.449.600

Dari hasil perhitungan di dapatkan BEP sebesar 40,63%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40 % – 60 %, sehingga dapat dikatakan bahwa pabrik memenuhi kelayakan.

d. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\% \quad (4.9)$$

$$SDP = 11,62\%$$

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

Discounted cash flow rate of return adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah dan didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 Tahun).

Umur pabrik (n)	: 10 tahun
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	: Rp 1.031.852.340.870
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	: Rp 233.475.598.522
<i>Salvage value (SV)</i>	: Rp 103.185.234.087
<i>Cash flow (CF)</i>	: <i>Annual profit + depresiasi + finance</i>
	: Rp 402.964.190.662

Dengan *trial & error* diperoleh nilai DCFR 30,35 %

Minimum nilai DCFR : 1,5 x suku bunga deposito bank

: 1,5 % x 5% (10 Agustus 2020)

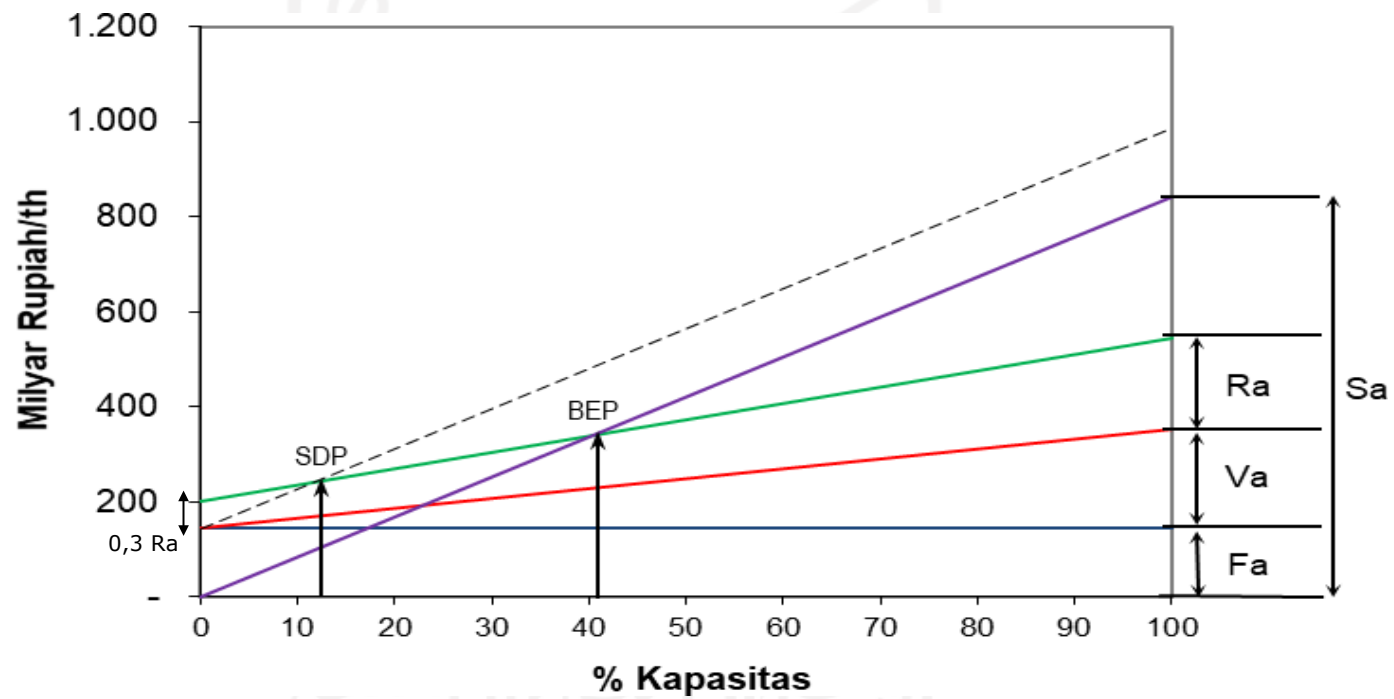
Kesimpulan : Memenuhi syarat

: 1,5 x 5% = 7,5%

Berdasarkan sifat bahan baku yang diperoleh dimana memiliki batas ambang aman yang cukup tinggi seperti tidak mudah meledak, tidak beracun, dan bahan bukan merupakan bahan yang dilarang pemerintah, serta proses produksi yang dilakukan pada operasi tekanan dan pada suhu yang tidak terlalu tinggi, penyaluran bahan baku dan produk cukup mudah, maka dapat dikatakan pabrik tidak beresiko tinggi.

Kemudian berdasarkan perhitungan analisa kelayakan diperoleh nilai ROI sebelum pajak sebesar 28,7% dan ROI setelah pajak sebesar 22,2% , nilai POT sebelum pajak 2,5 tahun dan setelah pajak 3 tahun, nilai BEP sebesar 40,63% dan nilai SDP sebesar 11,62% sehingga dengan pertimbangan sifat bahan baku, keberlangsungan proses yang berdampak ke lingkungan sekitar, serta berdasarkan hasil perhitungan kelayakan maka dari itu dapat dikatakan pabrik asam formiat tergolong pabrik beresiko rendah (*Low Risk*).

Grafik Analisis Ekonomi



Gambar 4. 8 Grafik BEP

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, baik yang ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dalam pra rancangan pabrik asam formiat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pabrik asam formiat didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan import, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik asam formiat akan didirikan dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, dengan bahan baku metil format sebanyak 5024,3679 kg/jam dan air sebanyak 3411,4955 kg/jam.
3. Pabrik akan didirikan di Kawasan Industri Kota Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan untuk mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena lokasinya yang tepat.
4. Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku, kondisi operasi, maka pabrik asam formiat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah.
5. Berdasarkan hasil perhitungan analisa kelayakan terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Analisa Kelayakan	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI sebelum pajak	28,7 %	Minimal 11%	Layak
ROI setelah pajak	22,2 %	Maksimal 44%	Layak
POT sebelum pajak	2,5 Tahun	Maksimal 5 Tahun	Layak
POT setelah pajak	3 Tahun	Maksimal 5 Tahun	Layak
<i>Break Even Point</i> (BEP)	40,63 %.	40 % – 60 %	Layak
<i>Shut Down Point</i> (SDP)	11,62 %	-	Layak
<i>Discounted Cash Flow Rate</i> (DCFR)	30,35 %	Minimal 7,5%	Layak

5.2 Saran

Untuk dapat meningkatkan kelayakan pendirian dalam suatu perancangan pabrik kimia maka diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar diantaranya sebagai berikut:

1. Perlunya memperhatikan optimasi pemilihan seperti alat proses atau penunjang serta bahan baku agar dapat memperoleh keuntungan yang optimal.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan lebih memperhatikan keberadaan limbah guna mewujudkan pabrik kimia yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Alibaba. 2020. www.Alibaba.com. Diakses tanggal 5 Oktober 2020.

Anonim. 2018. *Matches Practices and Cost Engineering to Develop Ideas for Tomorrow* [Online]. Available: <http://www.matche.com>. Diakses tanggal 02 November 2020

Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc. Graw Hill Book Company Inc. New York.

Badan Pusat Statistika Indonesia. 2019. Data Ekspor-Import. <http://www.bps.go.id>. Diakses tanggal 3 November 2020.

Brown, G.G., Katz, D., Foust, AS and Sceidewind, R. 1950. *Unit Operation*. John Wiley & Sons. New York.

Brownel, L.E., and Young, E.H. 1959. *Proces Equipment Design*. John Wiley & Sons. New York.

Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill International Book Inc. New York.

Kirk R.F and Othmer D.F. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology*, John Willey and Sons Inc. New York, USA.

Mc Cabe, W.L, dkk. 1986. *Operasi Teknik Kimia Jilid I, Edisi Keempat*. Erlangga. Jakarta.

Mc Ketta, J.J and Cunningham, W.A., 1975. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, Vol 1, Marcel Decker inc., New York

Perry, R.H., and Green, D.W. 1984. *Perry's Chemical Engineering Handbook*, 6^{ed}. McGraw-Hill Book Company Inc. Singapore.

Peters, M.S. and Timmerhouse, K.D., 1991, *Plants Design and Economics for Chemical Engineers 4th Edition*. McGraw-Hill, Inc. Singapore.

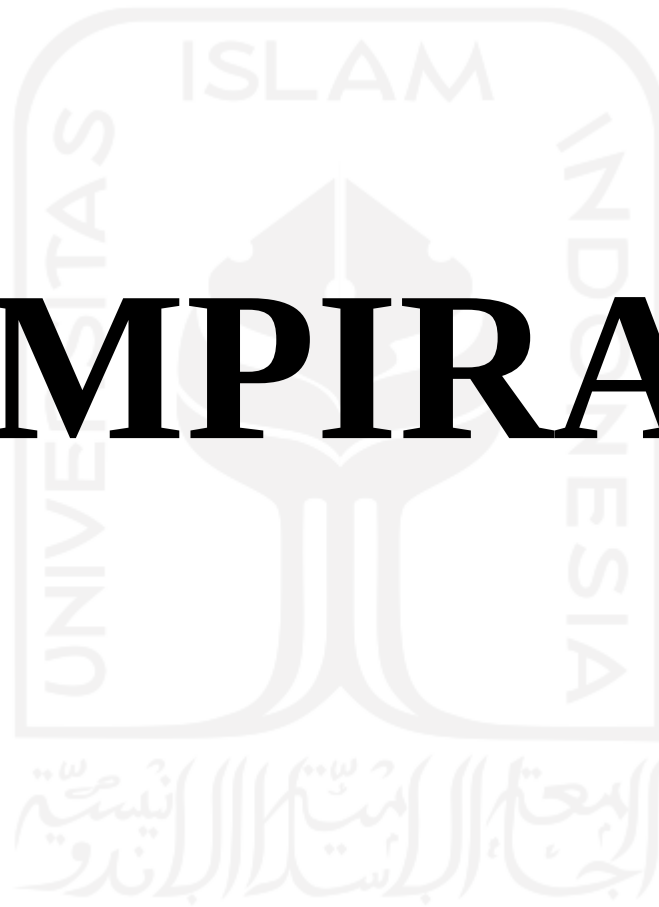
Ullmann. 2002. *Ullmann's Encyclopedia of Industry Chemistry 5th Edition*. Weinheim: Wiley -Vch. Verlag GmbH & co. KGaA. Germany.

Ullrich, G.D., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Willey and Sons, Inc., Canada.

Wallas, S.M. Chemical Process Equipment. Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company, Tokyo

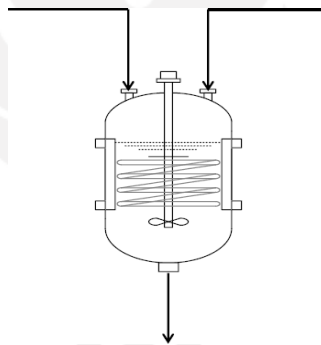
Yaws, Carl, 1999 , *Chemical Properties Hand Book*, Lamar University , Beaumont, Texas.

LAMPIRAN A



REAKTOR

Jenis	= Reaktor alir tangki Berpengaduk (RATB)
Fase	= Cair - Cair
Bentuk	= Tangki Silinder
Bahan	= <i>Stainless Steel SA-193 Grade B16</i>
Suhu Operasi	= 120°C
Tekanan	= 12 atm
Waktu Tinggal (θ)	= 60 menit



Tugas : Mereaksikan metil formiat dengan air menjadi Asam Formiat dan Methanol dengan kecepatan umpan = 41432,4531 Kg/jam

1. NERACA MASSA :

Umpan Masuk :

a. Umpan Masuk Metil Laktat :

$$\text{HCOOCH}_3 = 197.9444 \text{ Kgmol/j} = 11876.6650 \text{ Kg/j}$$

$$\text{CH}_3\text{OH} = 0.8115 \text{ Kgmol/j} = 25.9677 \text{ Kg/j}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 197.9444 \text{ Kgmol/j} = 3562.9995 \text{ Kg/j}$$

$$\text{HCOOH} = 0.8189 \text{ Kgmol/j} = 37.6713 \text{ Kg/j}$$

$$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{NO} = 197.9444 \text{ Kgmol/j} = 25534.8301 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Jumlah} = 595.4637 \text{ Kgmol/j} = 41038.1328 \text{ Kg/j}$$

Hasil reaksi :

$$\text{HCOOCH}_3 = 116.7872 \text{ Kgmol/j} = 7007.2324 \text{ Kg/j}$$

$$\text{CH}_3\text{OH} = 81.9687 \text{ Kgmol/j} = 2622.9985 \text{ Kg/j}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 116.7872 \text{ Kgmol/j} = 2102.1699 \text{ Kg/j}$$

$$\text{HCOOH} = 81.9762 \text{ Kgmol/j} = 3770.9031 \text{ Kg/j}$$

$$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{NO} = 197.9444 \text{ Kgmol/j} = 25534.8301 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Jumlah} = 595.4637 \text{ Kgmol/j} = 41038.1328 \text{ Kg/j}$$

2. NERACA PANAS

Diketahui C_p rata-rata untuk masing-masing komponen

sebagai berikut :

$$c_p \text{ HCOOCH}_3 = (42.381 + .57064 T + -.00019727 T^2 + 2.8945\text{E-}06 T^3)/4.2$$

Kcal/kmol K

$$c_p \text{ CH}_3\text{OH} = (40.152 + .31046 T + -.0010291 T^2 + 1.4598\text{E-}06 T^3)/4.2$$

Kcal/kmol K

$$c_p \text{ H}_2\text{O} = (92.053 + -.039953 T + -2.1103\text{E-}04 T^2 + 5.3469\text{E-}07 T^3)/4.2$$

Kcal/kmol K

$C_p \text{ HCOOH} = (-16.11 + .87229 T + -.00023665 T^2 + 2.4454E-06 T^3)/4.2$
Kcal/kmol K

$c_p \text{ C}_7\text{H}_{15}\text{NO} = (92.004 + .703 T + -.0013856 T^2 + 1.0342E-06 T^3)/4.2$
Kcal/kmol K

A. Enthalpi umpan 1 :

Suhu Umpan masuk Reaktor = 120.0 C

Suhu referensi = 25 C

Komponen	m	$\int_{25}^{120} c_p dT$	$H = m \int_{25}^{120} c_p dT$
HCOOCH ₃	197.944	7633.322	1510973.375
CH ₃ OH	0.811	1925.824	1562.788
H ₂ O	197.944	1704.765	337448.656
HCOOH	0.819	8133.804	6661.108
C ₇ H ₁₅ NO	197.944	4796.051	949351.563
Jumlah	595.464		2805997.500
$H_1 = 2805997.5000 \text{ Kcal/j}$			

B. Enthalpi hasil reaksi :

Suhu hasil reaksi keluar Reaktor = 120.0 C

Suhu referensi = 25 C

Komponen	m	$\int cp dT$	$H = m \int cp dT$
HCOOCH ₃	116.787	7633.322	891474.313
CH ₃ OH	81.969	1925.824	157857.297
H ₂ O	116.787	1704.765	199094.734
HCOOH	81.976	8133.804	666777.938
C ₇ H ₁₅ NO	197.944	4796.051	949351.563
Jumlah	595.464		2864555.750
H ₃ = 2864555.7500 Kcal/j			

C. Panas Reaksi :

Dari data Literatur diperoleh :

Panas Pembentukan HCOOCH₃ = -147.86 Kcal/gmol

Panas Pembentukan H₂O = -57.57 Kcal/gmol

Panas Pembentukan CH₃OH = -47.90 Kcal/gmol

Panas Pembentukan HCOOH = -117.09 Kcal/gmol

Panas reaksi pada suhu 25 C = DH_f produk - DH_f reaktan

$$= (DH_f \text{ CH}_3\text{OH} + DH_f \text{ HCOOH}) - (DH_f \text{ HCOOCH}_3 + DH_f \text{ H}_2\text{O})$$

$$= (-47.8976 + -117.0881) - (-147.857 + -57.571) \text{ KCal/gmol}$$

$$= 40.443 \text{ KCal/gmol}$$

Panas reaksi total = $dH_{Ro} \cdot N_{Ao} \cdot X_a$

$$= 40.4429 \cdot 1000 \cdot 197.944 \cdot 0.41 \text{ Kcal/j}$$

$$= 3282229.5000 \text{ Kcal/j}$$

Jadi :

$$\text{Panas Masuk (H1)} = 2805997.5000 \text{ KCal/j}$$

$$\text{Panas Keluar (H2)} = 2864555.7500 \text{ KCal/j}$$

$$\text{Panas Reaksi (Qr)} = 3282229.5000 \text{ KCal/j}$$

Neraca Panas disekitar reaktor :

Input - output = Accumulation

Panas Masuk - (Panas keluar + panas reaksi + panas dibuang) = 0

$$H1 - (H2 + Qr + Ql) = 0$$

Panas Yang dibutuhkan (Ql) = $(H1 + Qr) - H2$

$$= (2864555.75 + 3282229.50) - 2805997.50$$

$$= 3340787.7500 \text{ KCal/j}$$

Diperkirakan panas yang hilang ke dinding 5 %

Total beban Panas = $1.05 \cdot \text{panas yang dibutuhkan}$

$$= 1.05 \cdot 3340787.75000 \text{ KCal/j}$$

$$= 3507827.00000 \text{ Kcal/j}$$

$$= 13919948.00000 \text{ Btu/j}$$

Neraca Panas :

Masuk	Keluar
1. Enthalpi Umpan masuk I pada suhu 120 oC = 2805997.500 Kcal/jam	1. Enthalpi hasil reaksi pada suhu 120 oC = 2864555.750 Kcal/jam
2. Beban Panas = 3507827.000 Kcal/jam	2. Panas Reaksi = 3282230 Kcal/jam
	3. Panas hilang ke lingkungan = 167039 Kcal/jam
<hr/> 6313824.500 Kcal/jam	<hr/> 6313824.500 Kcal/jam

3. Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi

Dari data di Perry's Hand Book diperoleh :

Komponen	Densitas (Kg/Lt)
HCOOCH ₃	1.2000
CH ₃ OH	0.7866
H ₂ O	1.0900
HCOOH	0.9950
C ₇ H ₁₅ NO	1.8300

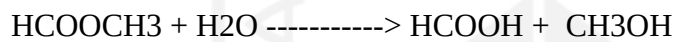
konstanta kecepatan

reaksi untuk kondisi operasi T = 120.0 C dan Tekanan 1 atm

Volume cairan :

Komponen	massa kg	densitas	volume
HCOOCH ₃	11876.6650	1.2000	9897.2207
CH ₃ OH	25.9677	0.7866	33.0126
H ₂ O	3562.9995	1.0900	3268.8069
HCOOH	37.6713	0.9950	37.8606
C ₇ H ₁₅ NO	25534.8301	1.8300	13953.4590
			27190.3594

Persamaan reaksi :



sehingga diperoleh harga k sebagai berikut :

Kondisi Awal :

Konsentrasi awal HCOOCH₃ = 0.007280 Kgmol/lt

Konversi Reaktor (X_a) = 0.4100

Waktu reaksi dalam reaktor = 1.00 jam

Untuk Reaktor Alir Tangki Berpengaduk berlaku :

$$(V / F_v) = \frac{C_{Ao} \cdot x_a}{(-r_a)}$$

$$(V / F_v) = \frac{C_{Ao} \cdot x_a}{k \cdot C_A}$$

$$(V / F_v) = \frac{x_a}{k (1 - x_a)}$$

$$k = \frac{x_a}{(V / F_v) (1 - x_a)}$$

$$= \frac{0.410}{1.00 (1 - 0.410)}$$

$$= 0.69 \text{ 1/jam}$$

4. Perhitungan Volume dan ukuran reaktor

Anggapan :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Bisa dianggap isothermal karena cairan dalam tangki mixed flow
- Reaksi sederhana orde satu semu

Reaksi : $A + B \longrightarrow \text{Produk}$

dengan $-r_a = -dCA/dt = k_1 CA$

$$= k_1 CA_0 (1 - x_a)$$

Kondisi Awal :

Konsentrasi awal $HCOOCH_3 = 0.007280 \text{ Kgmol/l}$

maka diperoleh volume reaktor dengan volume:

Konversi Reaktor (X_a) = .41

Volume cairan dalam reaktor :

$$V = \frac{F_v \cdot x_a}{k \cdot (1 - x_a)}$$

$$= \frac{(27190.359) \cdot 0.4100}{0.69 \cdot (1 - 0.41)}$$

$$= 27190.359 \text{ lt}$$

Over Design : 20 %

$$\text{Volume reaktor} = 1.2 \cdot 27190.359 \text{ lt}$$

$$= 32628.432 \text{ lt}$$

Dipakai Volume reaktor = 32.63 m³

Menghitung ukuran reaktor :

Reaktor berbentuk silinder tegak dengan perbandingan H : D = 1.5 : 1

$$V_t = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot (h/d) \cdot D}{4} + \frac{\pi}{12} D^2 \cdot D$$

Atau :

$$\begin{aligned} \text{Diameter (D)} &= \left[\frac{V_t}{\pi/4 (h/d) + \pi/12} \right]^{1/3} \\ &= \left[\frac{32.628}{\pi/4 \cdot 1.50 + \pi/12} \right]^{1/3} \\ &= 2.83 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi (H)} &= 1.5 \cdot 2.83 \\ &= 4.25 \text{ m} \end{aligned}$$

diperoleh ukuran Reaktor :

$$\text{diameter} = 2.83 \text{ m}$$

$$\text{tinggi} = 4.25 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume cairan dalam head} &= (1/2)(\pi/12) 2.830^3 \\ &= 2.966 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume cairan dibadan Reaktor} &= 27.190 \text{ m}^3 - 2.966 \text{ m}^3 \\ &= 24.224 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi cairan dibadan Reaktor} &= 24.224 / 6.288 \text{ m} \\ &= 3.852 \text{ m}\end{aligned}$$

5. Menghitung tebal shell dan head

Tebal shell :

$$\text{Tekanan operasi (p)} = 176.40 \text{ psi}$$

$$\text{Tekanan design (p)} = 211.68 \text{ psi}$$

$$\text{Allowable stress} = 18750 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi sambungan} = 0.85$$

$$\text{Faktor korosi} = 0.125 \text{ in Jari-}$$

$$\text{jari Reaktor} = 55.71 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}t_{\text{shell}} &= \frac{p \cdot r_i}{S \cdot e - 0.6 \cdot p} + c \\ &= \frac{212 \cdot 55.71}{18750 \cdot 0.85 - 0.6 \cdot 211.7} + 0.125 \\ &= 0.871 \text{ in}\end{aligned}$$

Dipilih tebal shell 7/8 in

Tebal Head :

$$\begin{aligned}t_{\text{head}} &= \frac{0.885 \cdot p \cdot d}{2 \cdot S \cdot e - 0.2 \cdot p} + c \\ &= \frac{0.885 \cdot 212 \cdot 111.43}{2 \cdot 18750 \cdot 0.85 - 0.2 \cdot 211.7} + 0.125 \\ &= 0.781 \text{ in}\end{aligned}$$

Dipilih tebal head 7/8 in

6. Menghitung pengaduk dalam Reaktor

Dipilih : Pengaduk type Marine dengan 3 blade Jumlah baffle 4 buah

Dari tabel 477. Brown diperoleh :

$$Dt/Di = 3$$

$$zi/Di = 0.75 - 1.3$$

$$W/Di = 0.1$$

Diameter Impeler = 94.34 cm

Tinggi Impeler = 94.34 cm

Lebar Baffle = 9.43 cm

diambil :

$$zi/Di = 1$$

$$\text{Putaran} = 1.5 \text{ rps}$$

$$\text{efisiensi} = 80 \%$$

Tinggi baffle diambil sama dengan tinggi cairan

bilangan Reynold dalam Reaktor :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{n \cdot di^2 \cdot \text{den}}{\text{visc}} \\ &= \frac{1.5 \cdot 94.34^2 \cdot 1.509}{0.0095} \\ &= 2118837.8 \end{aligned}$$

Dari fig. 477 brown diperoleh $po = 0.94$

$$po = \frac{P \cdot gc}{n^3 \cdot \text{den} \cdot Di^5} \quad (\text{pers. 461 Brown})$$

Atau

$$P = \frac{p_o \cdot n^3 \cdot \text{den.} \cdot D_i^5}{g_c}$$
$$= \frac{0.94 \cdot 1.50^3 \cdot 94.180 \cdot 3.095^5}{550 \cdot 32.17}$$
$$= 3.199 \text{ Hp}$$

effisiensi : 80 %

$$\text{Power} = \frac{P}{\text{eff}} = \frac{3.199}{0.80}$$
$$= 3.999 \text{ Hp}$$

Digunakan motor dengan daya = 5.00 Hp

7. Menghitung perpindahan panas :

Dipilih pemanas coil dengan media pemanas steam jenuh

dengan :

$$\text{suhu} = 392 \text{ F}$$

$$\text{Tekanan} = 225 \text{ psi}$$

Kebutuhan Steam pemanas :

$$W_a = \frac{Q}{H_{fg}}$$

dengan :

$$Q : \text{Jumlah panas yang dibutuhkan} = 1.391995\text{E}+07 \text{ Btu/j.}$$

$$H_{fg} : \text{Panas pengembunan steam} = 835 \text{ Btu/lb}$$

$$W_a = \frac{13919948.00 \text{ Btu/j}}{835.000000 \text{ Btu/lb}} \\ = 16670.595703 \text{ lb/j}$$

a. Menghitung koefisien transfer panas :

- Untuk steam dalam reaktor maka dipakai persamaan 20.4 Kern.

$$h_c = \frac{0.87 \cdot k}{D} \left[\frac{L^2 \cdot N \cdot \text{den}}{\text{visc.}} \right]^{2/3} \left[\frac{C_p \cdot \text{visc.}}{k} \right]^{1/3} \left[\frac{\text{visc.}}{\text{viscw.}} \right]^{0.14}$$

dengan :

h_c = Koeff. transfer panas steam, Btu/sqft j F

D_i = Diameter reaktor = 9.285674 ft

k = Konduktivitas panas = .9706 Btu/j sqft (F/ft)

L = diameter putar pengaduk = 3.095225 ft

den = densitas larutan = 52.428 lb/cuft

C_p = panas jenis = .645743 Btu/lb F

visc = Viskositas bahan = 5.604974 lb/j ft

viscw = Viskositas bahan pada dinding = 5.604974 lb/j ft

$$\frac{L^2 \cdot N \cdot \text{den}}{\text{visc.}} = \frac{3.095225^2 \cdot 1.5 \cdot 3600 \cdot 52.428001}{5.604974} \\ = 483913.562500$$

$$\frac{C_p \cdot \text{visc}}{k} = \frac{0.645743 \cdot 5.604974}{0.970600}$$

$$= 3.729005$$

$$\text{asumsi} \frac{\text{visc}}{\text{viscw}} = 1$$

$$h_c = \frac{0.87 \cdot 0.970600}{9.285674} \left[\frac{483913.563}{1} \right]^{2/3} \left[\frac{3.729}{1} \right]^{1/3} \left[\frac{1.00}{1} \right]^{0.14}$$

maka diperoleh :

$$h_c = 869.205200 \text{ Btu/j sqft F}$$

- Untuk pemanas dalam Jacket :

$$Re = \frac{D \cdot W_a}{\text{Visc} \cdot A_t}$$

$$= \frac{16.304/12 \cdot 36719.38}{1.928740 \cdot 0.920/144}$$

$$= 4048285$$

Untuk pengembunan Steam jenuh :

$$h_{io} = 1500.000000 \text{ Btu/j sqft F}$$

b. Overall heat transfer U_d :

Overall transfer panas saat start up

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} + h_o} \\ &= \frac{1500 \cdot 869.21}{1500 + 869.21} \\ &= 550.314453 \text{ Btu/j sqft F} \end{aligned}$$

Dari Kern p.846 untuk Steam $R_d = 0.0005$

dan untuk bahan organik $R_d = 0.001$

Jadi R_d total = 0.0015

$$\begin{aligned} U_d &= \frac{U_c}{U_c \cdot R_d + 1} \\ &= \frac{550.31}{550.31 \cdot 0.0015 + 1} \end{aligned}$$

maka diperoleh :

$$U_d = 301.464264 \text{ Btu/j sqft F}$$

c. Menghitung Luas transfer panas :

$$\begin{aligned} dT &= (392.000 - 248.000) \text{ F} \\ &= 144.000 \text{ F} \end{aligned}$$

maka luas perpindahan panas :

$$\begin{aligned} A_o &= \frac{Q}{U_d \cdot \text{LMTD}} \\ &= \frac{301.464264 \cdot 144.000000}{13919948.0000} \\ &= 320.65594 \text{ sqft} \end{aligned}$$

Tinggi Jacket :

$$\begin{aligned} H &= \frac{A \text{ Silinder}}{\text{Keliling}} \\ &= \frac{320.66}{\pi \cdot 9.285674} \\ &= 10.997557 \text{ ft} \\ &= 3.352055 \text{ m} \end{aligned}$$

Sedangkan tinggi Cairan dalam reaktor = 3.852316 m

Jadi Tinggi cairan lebih tinggi dari tinggi Jacket

$$\begin{aligned} \text{Luas selimut} &= \pi \cdot \text{OD} \cdot H \\ &= 3,14 \cdot 138 \cdot 10.997557 \\ &= 4766,52 \text{ sqft} \end{aligned}$$

8. Spesifikasi Reaktor

Tugas : Mereaksikan metil formiat dengan air menjadi Asam Formiat dan

Methanol dengan kecepatan umpan = 41432,4531 Kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi :

Tekanan : 12 atm

Suhu : 120 °C

Diperoleh ukuran Reaktor :

Diameter = 2.83 m

Tinggi = 4.25 m

Volume cairan dalam head = 2.966 m³

Volume cairan dibadan Reaktor = 24.224 m³

Tinggi cairan dibadan Reaktor = 3.852 m

Dipilih Tebal shell : 3/16 in

Tebal Head : 3/16 in

Dipilih : Pengaduk type Marine dengan 3 blade

Jumlah baffle = 4 buah

Diameter Impeler = 94.34 cm

Tinggi Impeler = 94.34 cm

Lebar Baffle = 9.43 cm

Digunakan motor dengan daya = 5 Hp

Luas perpindahan Panas = 320.6559 sqft

Luas selimut = 4766,52 sqft

Jacket pendingin :

Tebal Jacket = 10.00 cm

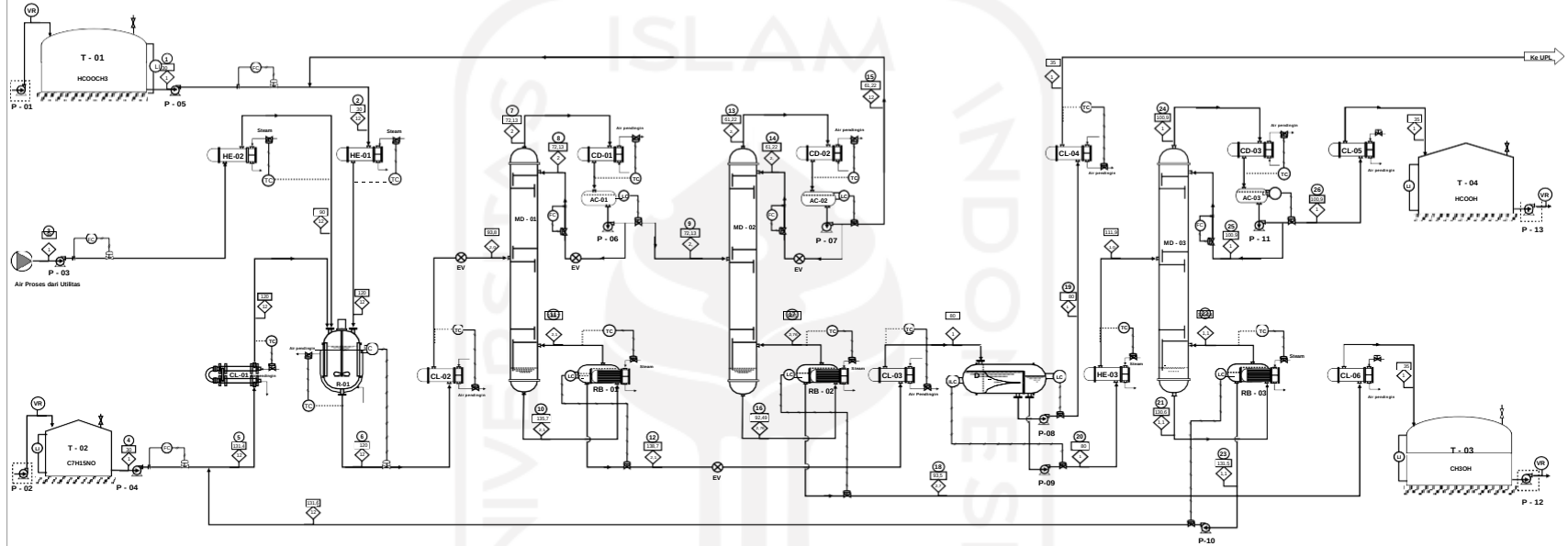
Tinggi Jacket = 3.35 m

Jenis Bahan Reaktor : Baja Stainless Steel



LAMPIRAN B

ISLAM

[illegible]

KETERANGAN			
AC	Accumulator		Flow
CD	Condenser		Controller i.c.
CL	Cooler		Controller u
D	Decimator		Indicator WC
HE	Heater		Light Controller
MO	Motor		Temp.
Over	Over		Controller
P	Pump		Pressure
R	Resistor		Valve
			Order
			Sensor Arus
			Temperature (°C)

	<p style="text-align: center;">JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA</p>				
<p>PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM</p>					
<p>PERANCANGAN PABRIK ASAM FOSFAT GABRIWEL FORMAT</p>					
<p>KAPASITAS PRODUKSI : 30.000 TON / TAHUN</p>					
<p>Ditentukan oleh :</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. Rofa Hudaib</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">05/12/2003</td> </tr> <tr> <td>2. Muhammad Hafidza</td> <td style="text-align: right;">05/12/2003</td> </tr> </table>	1. Rofa Hudaib	05/12/2003	2. Muhammad Hafidza	05/12/2003	
1. Rofa Hudaib	05/12/2003				
2. Muhammad Hafidza	05/12/2003				
<p>DONOR PRASABDING : Ir. Dzulhikri, M. M.</p>					
<p>¹ Yayasan Al-Ikhsan Sari Angkasa, S.T., M.Eng</p>					

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Raju Hardian
No. MHS : 15521063
2. Nama Mahasiswa : Muhammad Hafidz
No. MHS : 15521260

Judul Prarancangan)* : PRA RANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL
FORMAT DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 25 Oktober 2020
Batas Akhir Bimbingan : 23 April 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	10-05-2020	Bimbingan terkait penentuan pemilihan judul	
2	16-05-2020	Bimbingan terkait data impor, ekspor, dan konsumsi	
3	07-07-2020	Bimbingan terkait pemilihan alat	
4	12-10-2020	Bimbingan terkait progress skripsi	
5	30-11-2020	Bimbingan terkait manajemen, organisasi	
6	20-12-2020	Bimbingan terkait evaluasi ekonomi	
7	29-12-2020	Bimbingan terkait Naskah Akhir	

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 6 Januari 2021
Pembimbing,



Dulmalik, Ir., M.M.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Raju Hardian

No. MHS 15521063

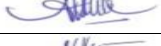
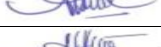
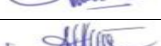
2. Nama Mahasiswa : Muhammad Hafidz

No. MHS 15521260

Judul Prarancangan)* : PRA RANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL
FORMAT DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 25 Oktober 2020

Batas Akhir Bimbingan : 23 April 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12-05-2020	Bimbingan terkait penentuan pemilihan judul	
2	18-05-2020	Bimbingan terkait menentukan kapasitas	
3	10-10-2020	Bimbingan terkait diagram alir proses	
4	28-10-2020	Bimbingan terkait penentuan Alat-alat proses	
5	17-11-2020	Bimbingan terkait Neraca massa	
6	16-12-2020	Bimbingan terkait alat , utilitas	
7	31-12-2020	Bimbingan terkait Naskah Akhir	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 6 Januari 2021

Pembimbing,



Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy