

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI BUTANA
KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**

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



Oleh :

Nama : Akbar Raka Kusuma Nama : Prayoga Putra
NIM : 18521121 NIM : 18521133

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI BUTANA KAPASITAS 55.000 KILOLITER / TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akbar Raka Kusuma
NIM : 18521121

Nama : Prayoga Putra
NIM : 18521133

Yogyakarta, 10 Oktober 2022

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

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



Akbar Raka Kusuma

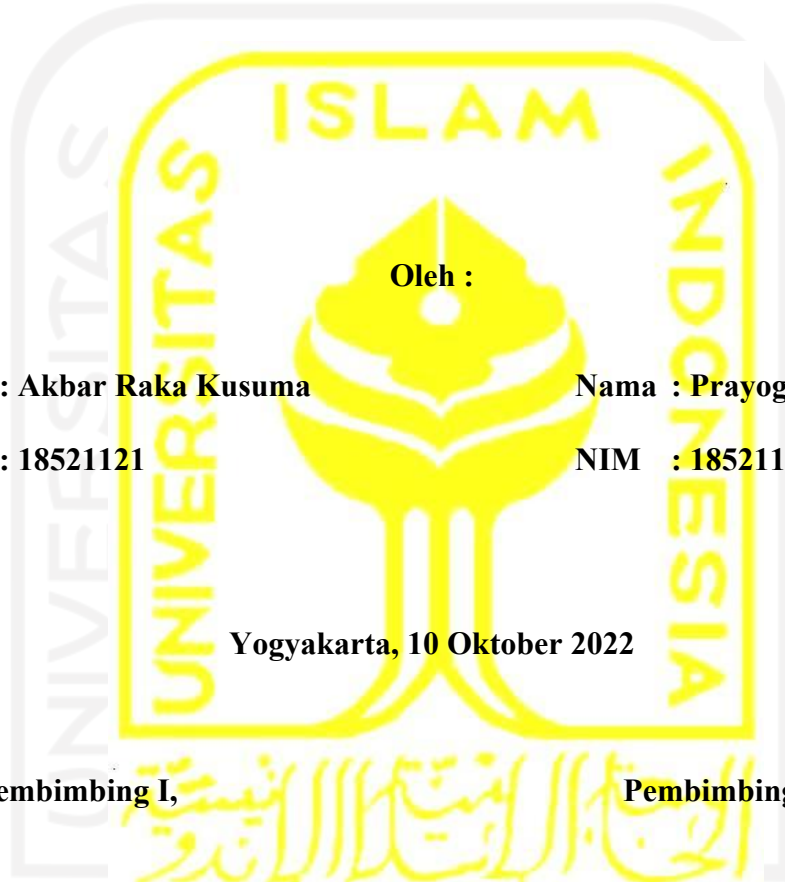


Prayoga Putra

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI BUTANA
DENGAN KAPASITAS. 55.000 TON / TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Akbar Raka Kusuma

Nama : Prayoga Putra

NIM : 18521121

NIM : 18521133

Yogyakarta, 10 Oktober 2022

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Farham H.M. Saleh, Dr.,Ir., MSIE.

Diana, Dr., S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI BUTANA DENGAN
KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Akbar Raka Kusuma

Nama : Prayoga Putra

NIM : 18521121

NIM : 18521133

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 27 Oktober 2022

Tim Penguji,

Farham H.M. Saleh, Dr., Ir., MSIE
Ketua



Venitalitya A.S.A, S.T., M.Eng.
Anggota I



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



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.
NIP.155210506



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI BUTANA**”, disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapat selama kuliah, serta merupakan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena ini, melalui kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Karunia-Nya.
2. Ayahanda dan ibunda yang tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi selama mengenyam Pendidikan S1 Teknik Kimia di Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Ifa Puspitasari, S.T., M.Eng.,Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Farham H.M. Saleh, Dr.,Ir., MSIE. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan salam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini
5. Ibu Diana, Dr., S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Teman – teman Teknik Kimia 2018 yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doa.
7. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 15 Januari 2022

Penyusun.

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbil'alamin

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Permana Tjandrawasita, dan Ibu Reni Gustini serta Adik tercinta saya Andhika Athallah Kusuma yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar bisa membahagiakan suatu hari nanti, lembar persembahan ini tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan rasa terimakasih saya kepada ibu bapak.

Untuk partner saya Prayoga Putra sebagai partner perancangan pabrik saya yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terimakasih atas waktu, ilmu, semangat, dedikasi, kekompakan dan dukungan selama ini.

Terima kasih kepada Bapak Farham H.M. Saleh, Dr.,Ir., MSIE. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Diana, Dr., S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II

atas bimbingan dan arahnya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam mengerjakan. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan diwaktu dan tempat yang terbaik.

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam mengerjakan. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan diwaktu dan tempat yang terbaik.

Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Saya mengucapkan ribuan terima kasih.

Akbar Raka Kusuma

Teknik Kimia UII 2018

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbil'alamin

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Mustopa dan Ibu Ida Nurhastuti serta kakak saya Agha Faizal Madani, Fadhilah Ulfa dan adik saya Ghaida Faida Wasilah yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar bisa membahagiakan suatu hari nanti, lembar persembahan ini tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan rasa terimakasih saya kepada ibu bapak.

Untuk partner saya Akbar Raka Kusuma sebagai partner perancangan pabrik saya ini dan sebagai partner penelitian yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terimakasih atas waktu, ilmu, semangat, dedikasi, kekompakan dan dukungan selama ini.

Terima kasih kepada Bapak Farham H.M. Saleh, Dr.,Ir., MSIE. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Diana, Dr., S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahnya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam mengerjakan. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan diwaktu dan tempat yang terbaik.

Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Saya mengucapkan ribuan terima kasih.

Prayoga Putra

Teknik Kimia UII 2018

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN	xix
ABSTRAK	xxi
ABSTRACT	xxii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.2.1. Supply	2
1.2.2. Produksi	3
1.2.3. Demand	4
1.3. Tinjauan Pustaka	6
1.3.1. Secara Umum	6
1.3.2. Karbonilasi Metanol	7
1.3.3. Proses Oksidasi Acetaldehid	7
1.3.4. Proses Oksidasi n – Butana	8
1.3.5. Kegunaan Produk	9
1.4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	10
1.4.1. Tinjauan Termodinamika	10
1.4.2. Tinjauan Kinetika	13
BAB 2	14
PERANCANGAN PRODUK	14
2.1. Spesifikasi Produk	14
2.1.1. Asam Asetat (CH ₃ COOH)	14
2.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung	14

2.2.1.	Bahan Baku	14
2.2.2.	Bahan Pendukung.....	15
2.3.	Pengendalian Kualitas	15
2.3.1.	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	16
2.3.2.	Pengendalian Kualitas Produk	16
2.3.3.	Pengendalian Proses.....	16
2.3.4.	Pengendalian Bahan Proses.....	17
BAB 3.....		18
PERANCANGAN PROSES.....		18
3.1.	Diagram Alir Proses dan Material.....	18
3.1.1.	Diagram Alir Kualitatif.....	18
3.1.2.	Diagram Alir Kuantitatif.....	19
3.2.	Uraian Proses.....	20
3.2.1.	Proses persiapan bahan baku.....	20
3.2.2.	Tahap proses produksi.....	20
3.2.3.	Tahap Pemisahan dan Pemurnian	21
3.3.	Spesifikasi Alat Utama.....	22
3.3.1.	Spesifikasi Reaktor (R-01).....	22
3.3.2.	Spesifikasi Alat Pemisah.....	23
3.3.3.	Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan	25
3.3.4.	Spesifikasi Alat Transportasi Bahan	28
3.3.5.	Spesifikasi Alat Penukar Panas.....	31
3.4.	Neraca Massa.....	39
3.4.1.	Neraca Massa Reaktor.....	39
3.4.2.	Neraca Massa WHB.....	39
3.4.3.	Neraca Massa Condensor Parsial (CD-01)	40
3.4.4.	Neraca Massa Condensor Parsial (CD-02)	40
3.4.5.	Neraca Massa Condensor Parsial (CD-03)	41
3.4.6.	Neraca Massa Seperator (SP-01)	41
3.4.7.	Neraca Massa Seperator (SP-02)	41
3.4.8.	Neraca Massa Seperator (SP-03)	42
3.4.9.	Neraca Massa Menara Distilasi.....	42
3.4.10.	Neraca Massa Reboiler.....	42
3.4.11.	Neraca Massa Heat Exchanger (HE-01).....	43
3.4.12.	Neraca Massa Heat Exchanger (HE-02).....	43
3.4.13.	Neraca Massa Kompresor (CP-01).....	43

3.4.14.	Neraca Massa Vaporizer (VP-01)	43
3.4.15.	Neraca Massa Cooler (CL-01).....	44
3.4.16.	Neraca Massa Cooler (CL-02).....	44
3.5.	Neraca Panas	45
3.5.1.	Neraca Panas Reaktor	45
3.5.2.	Neraca Panas Condensor (CD-01)	45
3.5.3.	Neraca Panas Condensor (CD-02)	45
3.5.4.	Neraca Panas Condensor (CD-03)	45
3.5.5.	Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01).....	46
3.5.6.	Neraca Panas Heat Exchanger (HE-02).....	46
3.5.7.	Neraca Panas Cooler (CL-01)	46
3.5.8.	Neraca Panas Cooler (CL-02)	46
3.5.9.	Neraca Panas Vaporizer (VP-01).....	46
3.5.10.	Neraca Panas Reboiler (RB-01)	47
3.5.11.	Neraca Panas Waste Heat Boiler (WHB-01).....	47
3.5.12.	Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)	47
BAB 4.....		48
PERANCANGAN PABRIK.....		48
4.1.	Lokasi Pabrik.....	48
4.1.1.	Faktor Primer penentuan lokasi pabrik	48
4.1.2.	Faktor Khusus.	51
4.2.	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	52
4.3.	Tata Letak Mesin / Alat Proses (<i>Machine Layout</i>).....	55
4.3.1.	Aliran raw material dan produk	55
4.3.2.	Aliran udara.....	55
4.3.3.	Pencahayaan.....	55
4.3.4.	Lalu lintas kendaraan dan manusia	56
4.3.5.	Pertimbangan ekonomi.....	56
4.3.6.	Jarak alat proses	56
4.4.	Organisasi Perusahaan.....	57
4.4.1.	Bentuk Perusahaan	57
4.4.2.	Struktur Organisasi.....	58
4.4.3.	Tugas dan Wewenang	59
4.4.4.	Pembagian Jam Karyawan	63
4.4.5.	Status Karyawan.....	65
4.4.6.	Sistem Gaji Karyawan.....	65

4.4.7.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	66
4.4.8.	Ketenagakerjaan.....	69
BAB V.....		73
UTILITAS.....		73
5.1.	Diagram Alir Utilitas	73
5.2.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	73
5.2.1.	Air Kebutuhan Umum.....	74
5.3.	Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Generation System</i>)	76
5.4.	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	77
5.5.	Unit Penyedia Udara Tekan.....	78
5.6.	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	79
5.7.	Unit Pengolahan Limbah.....	79
5.7.1.	Limbah Cair	79
5.7.2.	Limbah Gas	79
5.8.	Spesifikasi Alat Utilitas.....	80
BAB VI.....		92
EVALUASI EKONOMI.....		92
6.1.	Penaksiran Harga Peralatan.....	92
6.2.	Dasar Perhitungan	94
6.3.	Perhitungan Biaya	94
6.4.	Analisa Kelayakan.....	95
6.5.	Hasil Perhitungan	98
6.6.	Resiko Pabrik.....	105
BAB VII.....		107
PENUTUP.....		107
7.1.	Kesimpulan.....	107
7.2.	Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA		109
LAMPIRAN.....		111

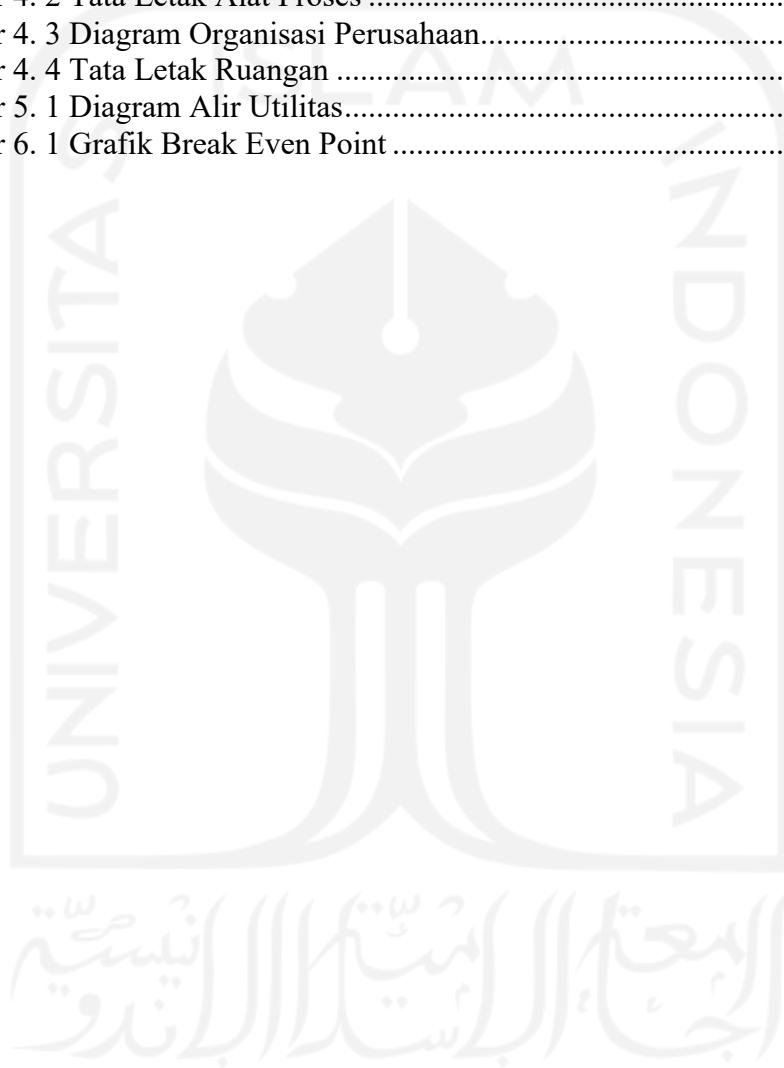
DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Asam Asetat di Indonesia	2
Tabel 1. 2 Pabrik Asam Asetat	3
Tabel 1. 3 Konsumsi Dalam Negeri.....	4
Tabel 1. 4 Data Ekspor Asam Asetat	5
Tabel 1. 6 Perbandingan Beberapa Proses Pembuatan Asam Asetat	8
Tabel 1. 7 Entalpi Reaksi.....	10
Tabel 1. 8 Energi Gibbs	12
Tabel 3. 1 Neraca Massa Reaktor	39
Tabel 3. 2 Neraca Massa WHB.....	39
Tabel 3. 3 Neraca Massa CD-1	40
Tabel 3. 4 Neraca Massa CD-2	40
Tabel 3. 5 Neraca Massa CD-3	41
Tabel 3. 6 Neraca Massa SP-1	41
Tabel 3. 7 Neraca Massa SP-2	41
Tabel 3. 8 Neraca Massa SP-3	42
Tabel 3. 9 Neraca Massa Menara Distilasi.....	42
Tabel 3. 10 Neraca Massa Reboiler	42
Tabel 3. 11 Neraca Massa HE-1	43
Tabel 3. 12 Neraca Massa HE-2	43
Tabel 3. 13 Neraca Massa Kompresor.....	43
Tabel 3. 14 Neraca Massa Vaporizer	43
Tabel 3. 15 Neraca Massa CL-1.....	44
Tabel 3. 16 Neraca Massa CL-2.....	44
Tabel 3. 17 Neraca Massa Akumulator.....	44
Tabel 3. 18 Neraca Panas Reaktor	45
Tabel 3. 19 Neraca Panas CD-1	45
Tabel 3. 20 Neraca Panas CD-2	45
Tabel 3. 21 Neraca Panas CD-3	45
Tabel 3. 22 Neraca Panas HE-1	46
Tabel 3. 23 Neraca Panas HE-2	46
Tabel 3. 24 Neraca Panas CL-1.....	46
Tabel 3. 25 Neraca Panas CL-2.....	46
Tabel 3. 26 Neraca Panas Vaporizer	46
Tabel 3. 27 Neraca Panas Reboiler	47
Tabel 3. 28 Neraca Panas WHB.....	47
Tabel 3. 29 Neraca Panas Menara Distilasi	47
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah.....	54
Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan	66
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik	75
Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Air	76
Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam	77
Tabel 5. 4 Daya Alat Proses	77
Tabel 5. 5 Daya Alat Utilitas.....	78
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Pabrik	78
Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Pengendap Awal	80

Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pencampur Cepat	80
Tabel 5. 9 Spesifikasi Klarifier	81
Tabel 5. 10 Spesifikasi Saringan Pasir	81
Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Air Bersih	82
Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Air Minum	82
Tabel 5. 13 Spesifikasi Menara Pendingin	83
Tabel 5. 14 Spesifikasi Tangki Penukar Kation	83
Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki Penukar Anion	84
Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki NaCl	84
Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki NaOH	85
Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler	85
Tabel 5. 19 Spesifikasi Tangki Kondensat	86
Tabel 5. 20 Spesifikasi Kompresor Udara	86
Tabel 5. 21 Spesifikasi Tangki Silika	87
Tabel 5. 22 Spesifikasi Tangki Udara Tekan	87
Tabel 5. 23 Spesifikasi Boiler	88
Tabel 5. 24 Spesifikasi Pompa Utilitas 1	88
Tabel 5. 25 Spesifikasi Pompa Utilitas 2	89
Tabel 5. 26 Spesifikasi Pompa Utilitas 3	89
Tabel 5. 27 Spesifikasi Pompa Utilitas 4	90
Tabel 5. 28 Spesifikasi Pompa Utilitas 5	90
Tabel 5. 29 Spesifikasi Pompa Utilitas 6	91
Tabel 6. 1 Harga Indeks Alat	93
Tabel 6. 2 Physical Plant Cost	98
Tabel 6. 3 Fixed Capital Investment	99
Tabel 6. 4 Direct Manufacturing Cost	99
Tabel 6. 5 Indirect Manufacturing Cost	99
Tabel 6. 6 Fixed Manufacturing Cost	100
Tabel 6. 7 Manufacturing Cost	100
Tabel 6. 8 Working Capital	100
Tabel 6. 9 General Expenses	100
Tabel 6. 10 Analisa Keuntungan	101
Tabel 6. 11 Annual Fixed Cost	102
Tabel 6. 12 Variable Cost	102
Tabel 6. 13 Regulated Cost	102
Tabel 6. 14 Sales Cost	103
Tabel 6. 15 Analisa Kelayakan	104
Tabel 6. 16 Analisa Resiko Pabrik	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan Impor Asam Asetat.....	2
Gambar 1. 2 Grafik Konsumsi Dalam Negeri.....	4
Gambar 1. 3 Ekspor Asam Asetat.....	5
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik.....	48
Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses	57
Gambar 4. 3 Diagram Organisasi Perusahaan.....	59
Gambar 4. 4 Tata Letak Ruangan	68
Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas.....	73
Gambar 6. 1 Grafik Break Even Point	104



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran-1 Perancangan Reaktor
- Lampiran-2 *Process Engineering Flow Diagram (PEFD)*
- Lampiran-3 Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan Pabrik



DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: Temperatur, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
m	: Massa, kg
Fv	: Laju alir, m ³ /jam
r	: Jari-jari, in
HP	: Power motor, Hp
Sg	: Specific gravity
x	: Konversi, %
Tc	: Titik kritis, °C
Tb	: Titik didih, °C
Vs	: Volume shell, m ³
Vh	: Volume head, m ³
Vt	: Volume total, m ³
Dopt	: Diameter optimal, m
ID	: Inside diameter, in
OD	: Outside diameter, in
Re	: Bilangan Reynold

ϵ : Effisiensi sambungan

R_o : Radius luar (in)

D : Diamter luar (in)

t_s : Ketebalan dinding (in)

sf : *Straight flange*



ABSTRAK

Pabrik asam asetat dari butana dirancang dengan kapasitas 55.000 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah butana dari PT. Badak NGL dengan kemurnian Butana 97,5 % dan Pentana 2,5 %. Pabrik ini direncanakan didirikan di daerah Botang, Kalimantan timur dengan proyeksi didirikan tahun 2025. Asam Asetat dibuat melalui proses oksidasi butana dengan menggunakan katalis mangan asetat. Proses ini berlangsung didalam reaktor *fixed bed multitube*. Reaksi berlangsung pada fase gas – gas. Reaksi didalam reaktor bersifat eksotermis, *irreversible* dengan kondisi operasi *non isothermal non adiabatic* pada suhu 190°C dan tekanan 6,5 atm dengan konversi 98%. Pabrik asam asetat ini membutuhkan bahan baku butana sebesar 3377,06871 kg/jam. Hasil produk berupa asam asetat sebesar 6.681,363 kg/jam. Kebutuhan utilitas pabrik asam asetat meliputi penyediaan air yang diperoleh dari air sungai yaitu sebesar 97891,289 kg/jam, kebutuhan *steam* sebesar 8410,252 kg/jam, kebutuhan media pendingin sebesar 654641,56 kg/jam, dengan kebutuhan bahan bakar sebesar 520,1401 liter/jam untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 27.000 kW. Produksi akan dilakukan selama 24 jam perhari dan 330 hari per tahun. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 210 karyawan. Dari analisis ekonomi diperoleh investasi modal tetap sebesar Rp. 552.840.513.000 dan investasi modal kerja sebesar 472.320.474.000. Hasil Analisa ekonomi pabrik ini menunjukkan laba sebelum pajak sebesar Rp. 293.478.093.000 per tahun dan laba setelah dipotong pajak pendapatan 20% sebesar 234.782.474.000 per tahun. *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 53,085% per tahun dan *Return On Investment (ROI)* setelah pajak sebesar 42,468% per tahun. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 0,98 tahun dan *Pay Out Time (POT)* setelah pajak selama 1,09 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 45,449%, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 18,32% dan *Discounted Cash Flow Rate* sebesar 35,116% per tahun. Berdasarkan hasil evaluasi diatas, maka Pabrik Asam Asetat dari Butana dengan kapasitas 55.000 ton/tahun dinilai layak didirikan dengan resiko pabrik *High Risk* dan sudah memenuhi standar persyaratan pendirian suatu pabrik.

Kata kunci : Asam Asetat, Butana, Fix Bed Multitube, Perancangan Pabrik

ABSTRACT

The acetic acid plant from butane is designed with a capacity of 55,000 tons/year. The raw material used is butane from PT. Badak NGL with a purity of 97.5% Butane and 2.5% Pentane. This factory is planned to be established in the Botang area, East Kalimantan with a projection to be established in 2025. Acetic acid is made through the butane oxidation process using a manganese acetate catalyst. This process takes place in a fixed bed multitube reactor. The reaction takes place in the gas-gas phase. The reaction in the reactor is exothermic, irreversible with non isothermal non adiabatic operating conditions at a temperature of 190°C and a pressure of 6.5 atm with a conversion of 98%. This acetic acid plant requires 3377.06871 kg/hour of butane as raw material. The product yield in the form of acetic acid is 6,681.363 kg/hour. The utility needs of the acetic acid plant include the supply of water obtained from river water, which is 97891.289 kg/hour, steam needs are 8410.252 kg/hour, cooling media needs are 654641.56 kg/hour, with fuel requirements of 520, 1401 liters/hour for electricity needs are obtained from PLN and a generator set of 27,000 kW. Production will be carried out 24 hours per day and 330 days per year. The number of workforce needs is as many as people. From the economic analysis obtained fixed capital investment of Rp. 552,840,513,000 and working capital investment of 472,320,474,000. The results of this factory's economic analysis showed a profit before tax of Rp. 293,478,093,000 per year and profit after 20% income tax is 234,782,474,000 per year. Return On Investment (ROI) before tax is 53.085% per year and Return On Investment (ROI) after tax is 42.468% per year. Pay Out Time (POT) before tax for 0.98 years and Pay Out Time (POT) after tax for 1.09 years. Break Even Point (BEP) is 45,449%, Shut Down Point (SDP) is 18,32% and Discounted Cash Flow Rate is 35,116% per year. Based on the evaluation results above, the Acetic Acid Plant from Butane with a capacity of 55,000 tons/year is considered feasible to be established with a high risk factory risk and has met the standard requirements for the establishment of a factory.

Keywords : Acetic Acid, Butane, Fix Bed Multitube, Factory Design

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Asam asetat memiliki pangsa pasar yang cukup luas. Kegunaannya, selain dijadikan sebagai bahan dasar, asam asetat juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada industri kimia seperti industri purified terephthalic acid (PTA), industri ethyl asetat, industri benang karet, industri tekstil, dan industri lainnya (Suwarni, 2006).

Asam Asetat atau *acetic acid* memiliki rumus molekul CH_3COOH memiliki bau yang khas dan berupa zat cair. Asam asetat juga biasa dikenal dengan asam cuka dan termasuk ke dalam kelompok asam karboksilat. Asam asetat adalah salah satu bahan kimia yang jumlah impornya sangat besar seiring dengan meningkatnya kebutuhan asam asetat. Produsen asam asetat di Indonesia, yaitu PT. Indo Acidatama Chemical Industry belum mampu memenuhi kebutuhan akan asam asetat dalam negeri. Sehingga, Indonesia masih harus melakukan impor dari luar negeri (Suwarni, 2006), bahan baku digunakan untuk pembuatan asam asetat adalah bauta cair yang diperoleh dari PT badak ngl bontang kalimantan timur dengan ketersediaan bahan baku butana sebesar 1.000.000 ton/tahun.

Maka, dengan adanya pendirian pabrik asam asetat ini diharapkan dapat meminimalkan jumlah impor asam asetat yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan asam asetat di Indonesia dan didukung oleh bahan baku yang melimpah dari PT badak ngl, selain itu manfaat lainnya dengan pendirian pabrik asam asetat, yaitu:

1. Dapat meningkatkan devisa negara karena menurunnya jumlah impor asam asetat dari negara lain.
2. Memenuhi kebutuhan asam asetat dalam negeri dan dapat mengekspor hasil asam asetat hasil industri lokal.
3. Menciptakan lapangan kerja baru dan mengurangi pengangguran.
4. Dapat meningkatkan perkembangan sektor industri dan memajukan pembangunan ekonomi di Indonesia.

1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi dilakukan melalui analisis “Supply” dan “Demand”

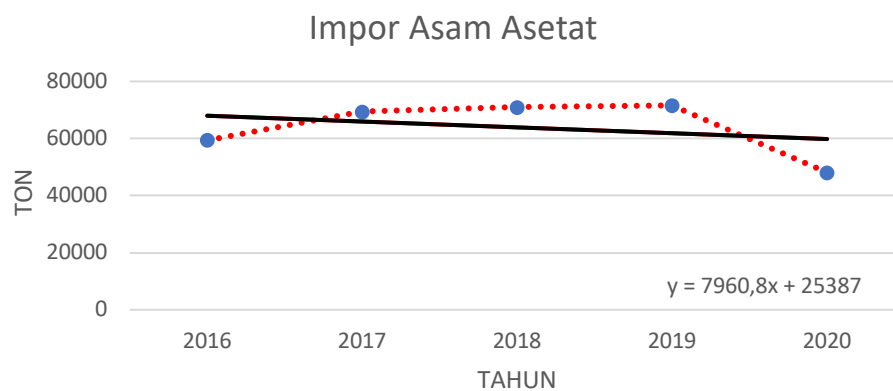
1.2.1. Supply

“Supply” terdiri dari impor asam asetat dan produksi dalam negeri. Berdasarkan data yang didapat dari Badan Pusat Statistik (2021), berikut ini adalah kebutuhan impor asam asetat di Indonesia dari tahun 2016-2020 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data Impor Asam Asetat di Indonesia

TAHUN	JUMLAH (ton/tahun)
2016	59446,754
2017	69372,268
2018	70963,87
2019	71559,05
2020	48115,656

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020



Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan Impor Asam Asetat.

Berdasarkan data di atas, dapat dibuat grafik dan didapatkan regresi linear yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Dari grafik di atas, didapatkan regresi dengan persamaan :

$$y = ax + b$$
$$y = 7914,3x + 33714$$

Dengan y sebagai jumlah kapasitas asam asetat yang dibutuhkan pada tahun x . Dari persamaan tersebut, kebutuhan impor asam asetat diproyeksikan untuk tahun 2025, sehingga diperkirakan kebutuhan impor asam asetat pada tahun 2025 adalah sebesar 104.995 ton/tahun. Sedangkan, untuk data jumlah ekspor tahun 2016-2020 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

1.2.2. Produksi

Produksi asam asetat di Indonesia hanya terdapat satu perusahaan. Dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Pabrik Asam Asetat

PABRIK	LOKASI	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Indo Acidatama	Indonesia	36.600
Chang Chun Petrochemical	Taiwan	60.000
Mitsui Phenol Singapore	Singapura	500.000
BP Petronas Acetyls	Malaysia	535.000
Samsung BP Chemical	Korea Selatan	600.000

Perusahaan ini mempunyai produksi sebesar 36.600 ton/tahun. Dan dengan asumsi, sampai tahun 2025 tidak ada pabrik baru yang berdiri, maka proyeksi produksi dalam negeri pada tahun 2025 hanya sebesar 36.600 ton/tahun,

Sehingga proyeksi *Supply* pada tahun 2025 :

$$\text{supply} = \text{Produksi} + \text{Impor}$$
$$\text{supply} = (36.600 + 104.995) \text{ ton/tahun}$$
$$\text{supply} = 141595 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga, hasil proyeksi *Supply* pada tahun 2025 sebesar 141.595 ton/tahun

1.2.3. Demand

Demand terdiri dari konsumsi dalam negeri dan ekspor.

A. Konsumsi Dalam Negeri

Untuk mendapatkan nilai data dari konsumsi dalam negeri maka perlunya menggunakan persamaan :

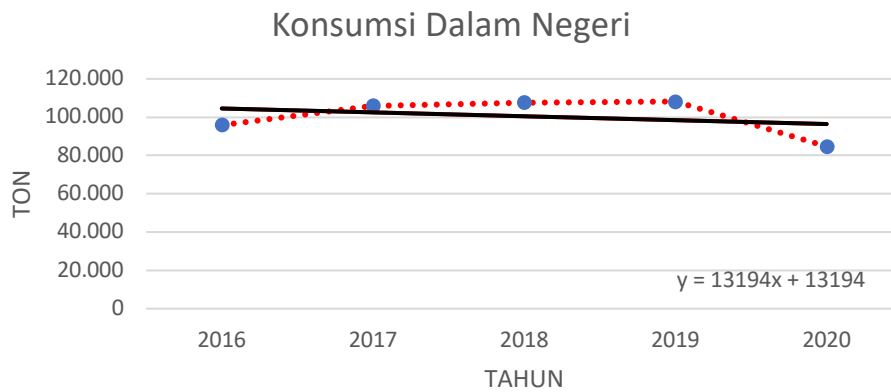
$$\text{konsumsi} = (\text{produksi} + \text{Impor}) - \text{ekspor}$$

Maka didapatkan data yang bisa dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Konsumsi Dalam Negeri

TAHUN	KONSUMSI
2016	95980
2017	105966,926
2018	107562,598
2019	108196,364
2020	84706,213

Sumber : Badan Pusat Statistika, 2020



Gambar 1. 2 Grafik Konsumsi Dalam Negeri

Berdasarkan data di atas, dapat dibuat grafik dan didapatkan regresi linear yang dapat dilihat pada Gambar 1.2.

Dari grafik di atas, didapatkan regresi dengan persamaan :

$$y = ax + b$$
$$y = 13147x + 37971$$

Dengan y sebagai jumlah konsumsi dalam negeri yang dibutuhkan pada tahun x . Dari persamaan tersebut, konsumsi dalam negeri asam asetat

diproyeksikan untuk tahun 2025, sehingga diperkirakan konsumsi dalam negeri asam asetat pada tahun 2025 adalah sebesar 169.441 ton/tahun. Sedangkan, untuk data jumlah ekspor tahun 2016-2020 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

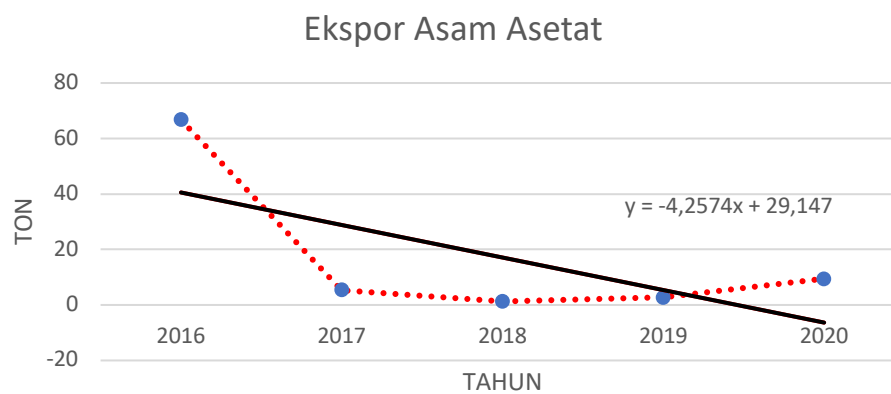
B. Ekspor

Ekspor asam asetat di Indonesia dianggap tidak ada, dimana jumlah ekspor asam asetat dari tahun ke tahun semakin menurun, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1. 4 Data Ekspor Asam Asetat

TAHUN	JUMLAH(ton/tahun)
2016	66,737
2017	5,352
2018	1,272
2019	2,686
2020	9,443

Sumber : Badan Pusat Statistika, 2020



Gambar 1. 3 Ekspor Asam Asetat

Berdasarkan data di atas, dapat dibuat grafik dan didapatkan regresi linear yang dapat dilihat pada Gambar 1.3.

Dari grafik di atas, didapatkan regresi dengan persamaan :

$$y = ax + b$$

$$y = -4,2574x + 29,147$$

Dengan y sebagai jumlah kapasitas asam asetat yang dibutuhkan pada tahun x . Dari persamaan tersebut, kebutuhan ekspor asam asetat diproyeksikan untuk tahun 2025, sehingga diperkirakan kebutuhan impor asam asetat pada tahun 2025 adalah sebesar - 13 ton/tahun.

Jadi, proyeksi "Demand" asam asetat pada tahun 2025 sebesar 169.423 ton/tahun. Sehingga, peluang kapasitas didapatkan:

$$Demand = Konsumsi + Eskpor$$

$$Demand = (169.441 + (-13)) \text{ ton/tahun}$$

$$Demand = 169.428 \text{ ton/tahun}$$

Maka peluang pabrik asam asetat ini diperoleh dengan hasil sebesar 27.833 ton/tahun . Hasil tersebut didapatkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Peluang = Demand - Supply$$

$$Peluang = (169.428 - 141595) \text{ ton/tahun}$$

$$Demand = 27.833 \text{ ton/tahun}$$

Pada perhitungan tersebut, maka didapatkan nilai peluang sebesar 27.833 ton/tahun. Sehingga kapasitas perancangan pabrik asam asetat pada tahun 2025 ditetapkan 2 kali dari nilai peluang maka ditetapkan kapasitas pabrik asam asetat dari butana sebesar 55.000 ton/tahun.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Secara Umum

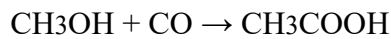
Asam asetat (CH_3COOH) adalah senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus empiris $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$. Rumus ini seringkali ditulis dalam bentuk CH_3COOH . Asam asetat murni disebut asam asetat glasial adalah cairan higroskopis tak berwarna dan memiliki titik beku 16.7°C .

Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana setelah asam formiat. Larutan asam asetat dalam air merupakan asam lemah, artinya hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COOH^- . Asam asetat merupakan gabungan hybrid dalam bentuk ester dan dianggap terbentuk dari carbonyl oksigen. Metode esterifikasi, reaksi asam asetat dengan memakai katalis asam anorganik sangat baik dipakai sebagai katalis pada reaksi esterifikasi. (Fessenden, 1992)

Macam – macam proses pembuatan dalam industri yaitu dapat dilakukan sebagai berikut :

1.3.2. Karbonilasi Metanol

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



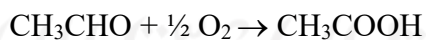
Proses karbonilasi methanol ini terjadi pada reactor fixed bed multitube yang beroperasi pada suhu 250°C dan pada tekanan 650 atm. Proses karbonilasi methanol dibagi menjadi dua macam proses, yaitu proses BASF dan Monsanto

A. Proses BASF

Pada proses ini campuran gas yang terdiri dari 90 – 95% karbon monoksida, 0 – 5% hydrogen, dan 5% methanol yang dilewatkan dalam reactor dengan bahan tambahan di dalam reactor yang berisi Cobalt Iodine

1.3.3. Proses Oksidasi Acetaldehid

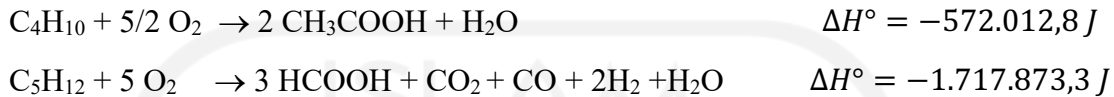
Asam Asetat dapat diperoleh dengan cara mengoksidasikan acetaldehid pada fase cair. Acetaldehid dioksidasikan dengan oksigen dari udara dengan perbandingan 4 mol udara yang masuk untuk setiap 1 mol asetaldehid. Reaksi ini terjadi dalam reactor dengan tekanan 10 atm dan suhu 70° - 90°C. Dan untuk mempercepat terjadinya reaksi digunakan katalis Mangan Asetat. Reaksi yang terjadi dalam reactor adalah :



Gas oksigen dan acetaldehid yang tidak ikut bereaksi dimasukkan ke scrubber dengan bantuan air dari bagian atas scrubber maka terjadi pelepasan nitrogen ke atmosfer, sedangkan larutan acetaldehid akan keluar pada bagian bawah scrubber dan menuju kolom untuk direcovery. Asam asetat yang dihasilkan dari reactor dimurnikan lebih lanjut dalam kolom distilasi sehingga didapatkan larutan asam asetat dengan kemurnian 95%. (Ulrich, G.D., 1984)

1.3.4. Proses Oksidasi n – Butana

Pembuatan Asam Asetat dengan proses oksidasi n – Butana dilakukan dalam fase cair dan menggunakan katalis Mangan Asetat untuk mempercepat terjadinya reaksi. Hidrokarbon yang berupa butana cair akan dioksidasi dengan oksigen dalam sebuah reactor dengan tekanan 65 atm dan suhu 190°C . Reaksi yang terjadi didalam reactor adalah :



Pada proses ini oksigen untuk oksidasi diambil dari udara dengan perbandingan 5,8 bagian udara yang masuk untuk setiap bagian butana. Asam asetat yang keluar reactor didinginkan dalam cooler dan masuk separator untuk dipisahkan kandungannya dan sisa butana yang tidak ikut bereaksi. Gas akan dibuang ke atmosfer sedangkan butana di *recycle* ke reactor sebagai bahan baku, selanjutnya dilakukan pemurnian asam asetat dalam kolom distilasi sehingga didapatkan asam asetat dengan kemurnian 99% dan produk samping berupa larutan formiat. (Ulrich, G.D., 1984)

Tabel 1. 5 Perbandingan Beberapa Proses Pembuatan Asam Asetat

Kriteria	Jenis Proses		
	Karbonilasi Metanol	Oksidasi Asetaldehid	Oksidasi n - Butane
Yield	90%	90 - 94%	90%
Bahan Baku	Metanol dan CO	Asetaldehid	n - Butana
Suhu	250°C	50 - 80°C	150 - 250°C
Tekanan	650 atm	8 - 10 atm	5 - 10 atm
Limbah	Sisa methanol, air	Sisa asetaldehid, metil asetat, aseton, CO ₂ , air.	H ₂ O, CO, CO ₂ , H ₂ , asam formiat,
Katalis	Cobalt	Mangan Asetat	Mangan Asetat

Dari keterangan rabel tersebut maka dipilih proses pembuatan Asam Asetat melalui proses oksidasi n – Butane karena mempunyai beberapa keunggulan diantaranya :

- Prosesnya tidak terlalu rumit
- Kemurnian produknya relative tinggi
- Menghasilkan hasil samping yang masih mempunyai nilai ekonomis yang tinggi
- Meningkatkan nilai ekonomis dari n – Butana untuk bahan kimia selain bahan bakar

1.3.5. Kegunaan Produk

Produk asam asetat telah banyak digunakan oleh berbagai industri antara lain :

- Industri PTA merupakan pengkonsumsi asam asetat terbesar yang digunakan sebagai media pelarut katalis
- Industri Ethyl Asetat sebagai bahan baku utama, dimana untuk memproduksi 1 ton ethyl asetat diperlukan 680 kg asam asetat.
- Industri tekstil, terutama industri pencelupan kain dimana asam asetat berfungsi sebagai pengatur pH
- Industri asam cuka, asam asetat sebagai bahan baku utama
- Industri benang karet, sebagai bahan penggumpal (coagulant).

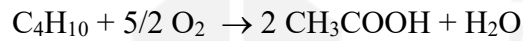
Disamping itu, asam asetat juga digunakan sebagai bahan setengah jadi untuk membuat bahan – bahan kimia seperti *vinyl asetat*, *selulosa asetat*, *asam asetat anhydride*, maupun *chloro asetat*.

1.4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika memiliki tujuan untuk mengetahui sifat reaksi selama proses berlangsung. Besar kecilnya ΔH menentukan besarnya jumlah energi yang dibutuhkan dan dihasilkan, ΔH bernilai negatif atau endotermis menunjukkan bahwa reaksi tersebut menghasilkan panas pada saat proses reaksi berlangsung. ΔH bernilai positif atau eksotermis menunjukkan bahwa reaksi tersebut membutuhkan panas pada saat proses reaksi.

Untuk mengetahui sifat reaksi tersebut endotermis atau eksotermis dapat diketahui dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f) pada suhu 298 K dengan reaksi sebagai berikut:



Harga ΔH_f masing – masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada tabel

Tabel 1. 6 Entalpi Reaksi

Komponen	Harga ΔH_f 298 K (kj/mol)
H ₂	0
N ₂	0
CO	-1,1048E+02
O ₂	0
CO ₂	-3,93498E+02
C ₄ H ₁₀	-9,81860E+01
C ₅ H ₁₂	-1,13399E+02
H ₂ O	-241,8
HCOOH	-3,71635E+02
CH ₃ COOH	-4,22584E+02

(Yaws, C. L., 1999)

Berdasarkan data ΔH_f dapat dihitung besarnya panas reaksi standar ΔH_r pembentukan Asam Asetat :

$$\begin{aligned}\Delta H_r &= \Delta H_f^0 \text{ Produk} - \Delta H_f^0 \text{ Reaktan} \\ &= 2(-4,22584\text{E}+02) + (-214,8) - (-9,81860\text{E}+01) + 5/2(0) \\ &= -9,88782\text{E}+2 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Dan ΔH_r pembentukan Asam Formiat:

$$\begin{aligned}\Delta H_r &= \Delta H_f^0 \text{ Produk} - \Delta H_f^0 \text{ Reaktan} \\ &= 3(-3,71635\text{E}+02) + (-3,93498\text{E}+02) + (-1,1048\text{E}+02) + 2(0) + (0) - (-1,13399\text{E}+02) + 5(0) \\ &= -1,74729\text{E}+03 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa reaksi butana menjadi asam asetat dan pentana menjadi asam formiat adalah reaksi eksotermis atau menghasilkan panas karena bernilai (-), sehingga perlu dilakukan pengendalian panas agar tidak terjadi *overheat*.

Perhitungan energi bebas gibbs (ΔG_f) digunakan untuk menebak arah reaksi kimia cenderung spontan atau tidak. Jika berlangsung secara spontan sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar yang cukup besar. Sedangkan ΔG_f bernilai negative (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi. Untuk mengetahui reaksi reversible atau irreversible dapat ditentukan dengan menghitung energi bebas gibbs (ΔG^0), reaksi pada suhu 298K

Tabel 1. 7 Energi Gibbs

Komponen	Harga ΔH_g 298 K (kJ/mol)
H ₂	0
N ₂	0
CO	-1,3724E+02
O ₂	0
CO ₂	-3,9336E+02
C ₄ H ₁₀	-1,2838E+02
C ₅ H ₁₂	-1,4914E+02
H ₂ O	-228,6
HCOOH	-3,7919E+02
CH ₃ COOH	-4,3596E+02

(Yaws, Carl L., 1999)

Berdasarkan table data ΔG° 298 diatas dapat dihitung nilai energi bebas gibbs standar(ΔG°) dari asam asetat :

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta G^\circ_{f \text{ Produk}} - \Delta G^\circ_{f \text{ Reaktan}} \\ &= 2(-4,3596E+02) + (-228,6) - (-1,2838E+02) + 5/2(0) \\ &= - 9,72151E+02 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Dan nilai energi bebas gibbs standar (ΔG°) dari asam formiat:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta G^\circ_{f \text{ Produk}} - \Delta G^\circ_{f \text{ Reaktan}} \\ &= 3(-3,7919E+02) + (-3,9336E+02) + (-1,3724E+02) + 2(0) + (0) - (-1,4914E+02) \\ &\quad + 5(0) \\ &= -1,8968E+03 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Penentuan arah dari reaksi Butana menjadi Asam Asetat dan Pentana menjadi Asam Formiat menggunakan ΔG°_f pada suhu 298K bernilai (-) yang berarti reaction Favorable artinya reaksi bersifat spontan.

1.4.2. Tinjauan Kinetika

Kecepatan reaksi antara pembentukan asam asetat dari n – Butana dan oksigen secara kinetika adalah :

$$k_1 = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$$

$$k_1 = 7,23 * \exp (-20500 / RT)$$

$$k_1 = 3,524 * 10^{13} \text{ m}^{1,5} / \text{ kmol}^{0,5} \text{ s}$$

Kecepatan reaksi antara pembentukan asam asetat dari pentana dan oksigen secara kinetika adalah :

$$k_2 = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$$

$$k_2 = 0,0597 * \exp (-20200/RT)$$

$$k_1 = 1,333 * 10^{17} \text{ m}^{1,5} / \text{ kmol}^{0,5} \text{ s}$$

Keterangan :

k = konstanta kecepatan reaksi

$A_{\text{Butana}} = 7,23 \times 10^{15} \text{ m}^{3/2} \text{ mol}^{-1/2} \text{ s}^{-1}$ (frekuensi factor tumbukan)

$A_{\text{Pentana}} = 0,0597 \times 10^{16} \text{ m}^{3/2} \text{ mol}^{-1/2} \text{ s}^{-1}$ (frekuensi factor tumbukan)

$E_{\text{Butana}} = 205 \text{ kJ mol}^{-1}$ (energi aktivasi dari reaksi)

$E_{\text{Pentana}} = 202 \text{ kJ mol}^{-1}$ (energi aktivasi dari reaksi)

R = 8,314 kJ/kmol K(konstanta gas ideal)

T = Suhu Operasi

(Ferrer, dkk., 1983)

BAB 2

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Asam Asetat (CH₃COOH)

Sifat – sifat fisik :

- Berat Molekul : 60,05 g/gmol
- Spesifik gravity : 1,049
- Boiling point : 118,1 °C
- Berat jenis : 1,0468 g/ml
- Panas pembakaran pada 25°C : - 484.500 J/mol
- Panas pembentukan 25°C : - 374.600 J/mol
- Panas penggabungan : 46,68 cal/g
- Titik Kritis
 - Tekanan : 5,74 kPa
 - Temperature : 591,95 K
- Larut dalam air, ethanol, dan eter dalam segala perbandingan dan merupakan pelarut yang baik untuk senyawa – senyawa organic. (Perry 7ed. 1984)

2.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1. Bahan Baku

- Butana (C₄H₁₀)

Sifat – sifat fisik :
- Kemurnian : 97,5 % Butana dan 2,5 % Pentana (PT. Badak LNG)
- Berat Molekul : 58,123 g/gmol
- Spesifik gravity : 0,6
- Panas pembakaran pada 25°C : - 125.790 J/mol
- Panas pembentukan 25°C : - 16.700 J/mol
- Panas penggabungan : 19,167 kal/g
- Densitas

- Liquid pada 134,86°C : 12,62 kg/m³
- Liquid pada 425.12°C : 3,927 kg/m³
- Titik Kritis
 - Tekanan : 3,77 kPa
 - Temperature : 425,12 K
- Gas ini mudah terbakar dan sangat beracun
(Perry 7ed.1984)

2.2.2. Bahan Pendukung

- Mangan Asetat
Sifat – sifat fisik :
 - Rumus Molekul : $Mn(C_3H_3O_2)_2$
 - Massa atom : 173,03 g/gmol
 - Densitas : 1,589 g/mL
 - Titik lebur : 80°C ,
 - Titik didih pada 1 atm : 210°C (Terdekomposisi menjadi Mn_2O_3 pada suhu 350°C)
 - Specific gravity : 1,589
 - Densitas : 1589 kg/m³

2.3. Pengendalian Kualitas

Kualitas merupakan salah satu daya tarik konsumen terhadap suatu produksi. Oleh sebab itu mempertahankan membutuhkan salah satu hal yang terpenting yang memerlukan perhatian khusus dari perusahaan. Dalam menjaga kualitas produk yang dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk yang memiliki kualitas yang dapat dipasarkan. Adapun tujuan dilakukannya pemeriksaan produk guna menjaga stabilitas produk serta mengetahui proses produksi dapat berjalan dengan normal atau tidak. Apabila terjadi masalah dapat segera dilakukan pengendalian agar masalahnya tidak menjadi lebih besar sehingga dapat mengakibatkan penurunan kualitas produk.

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi tentu perlu adanya pengujian terhadap bahan baku. Hal ini bertujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan didalam dedesain produksi. pengujian yang akan dilakukan yaitu seperti densitas, kemurnian, viskositas, dan lainnya. Standar evaluasi yang digunakan untuk kualitas bahan baku adalah ASTM 1972.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk perlu digunakan guna menjaga kualitas produk yang dihasilkan dan dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk maka agar memperoleh mutu produk standar diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara system control. Pengawasan dilakukan dari segi mutu bahan baku, produk setengah jadi, maupun produk penunjang mutu proses. Hal ini dilakukan analisa di laboratorium ataupun menggunakan alat kontrol

2.3.3. Pengendalian Proses

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

A. Temperature Indikator (TI)

Alat kontrol yang digunakan sebagai penunjuk suhu.

B. Temperatur Control (TC)

Alat control yang dipasang didalam setiap alat proses yang bertujuan untuk mengontrol suhu dalam alat proses. Karena suhu yang tidak sesuai dengan yang ditetapkan akan menimbulkan masalah pada proses. Apabila suhu belum sesuai dengan kondisi yang sudah ditetapkan maka sensor akan nyala atau berbunyi.

C. Pressure Indikator (PI)

Alat kontrol yang digunakan sebagai penunjuk indicator tekanan.

D. Pressure Control (PC)

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

E. Flow Control (FC)

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

F. Flow Ratio Control (FRC)

Alat yang digunakan untuk mengatur antara kecepatan aliran rasio refluksi Menara distilasi dengan kecepatan aliran fluida menuju tangka penyimpanan produk.

G. Level Indikator (LI)

Alat yang digunakan sebagai penunjuk ketinggian (level) bahan dalam aliran.

H. Level Control (LC)

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

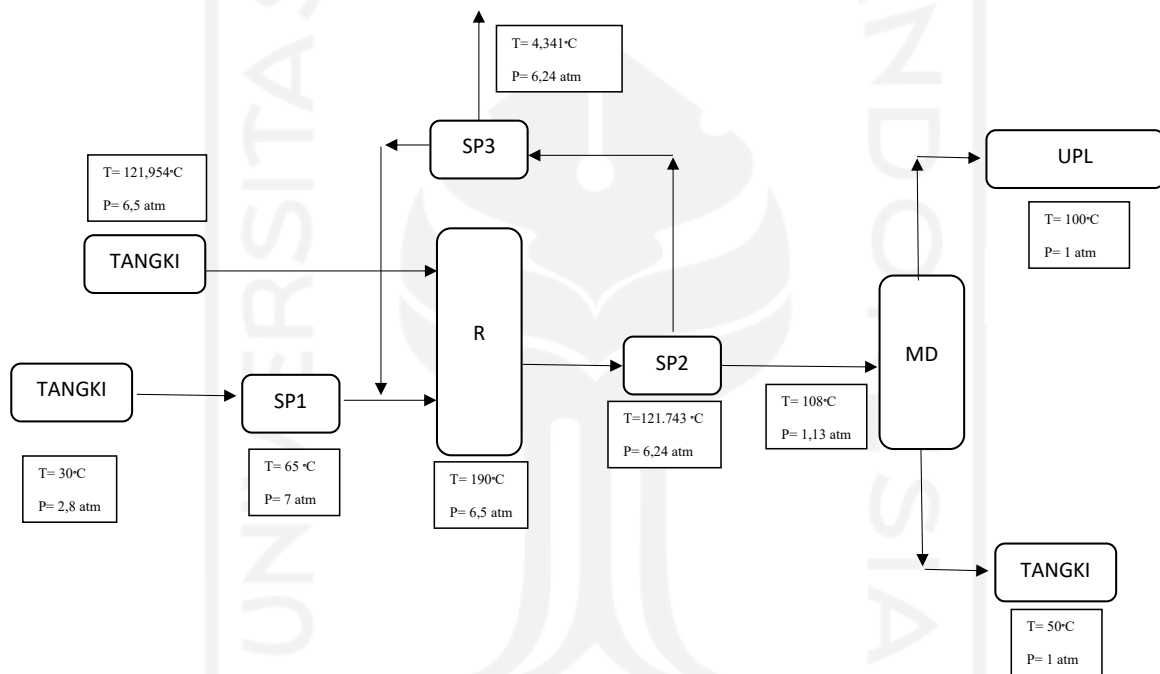
2.3.4. Pengendalian Bahan Proses

Pengendalian bahan proses dilakukan guna mengendalikan ketersediaan bahan baku agar tidak terjadi kekurangan bahan baku, sehingga proses produksi dapat berjalan lancar dan sesuai dengan kapasitas produksi yang diinginkan.

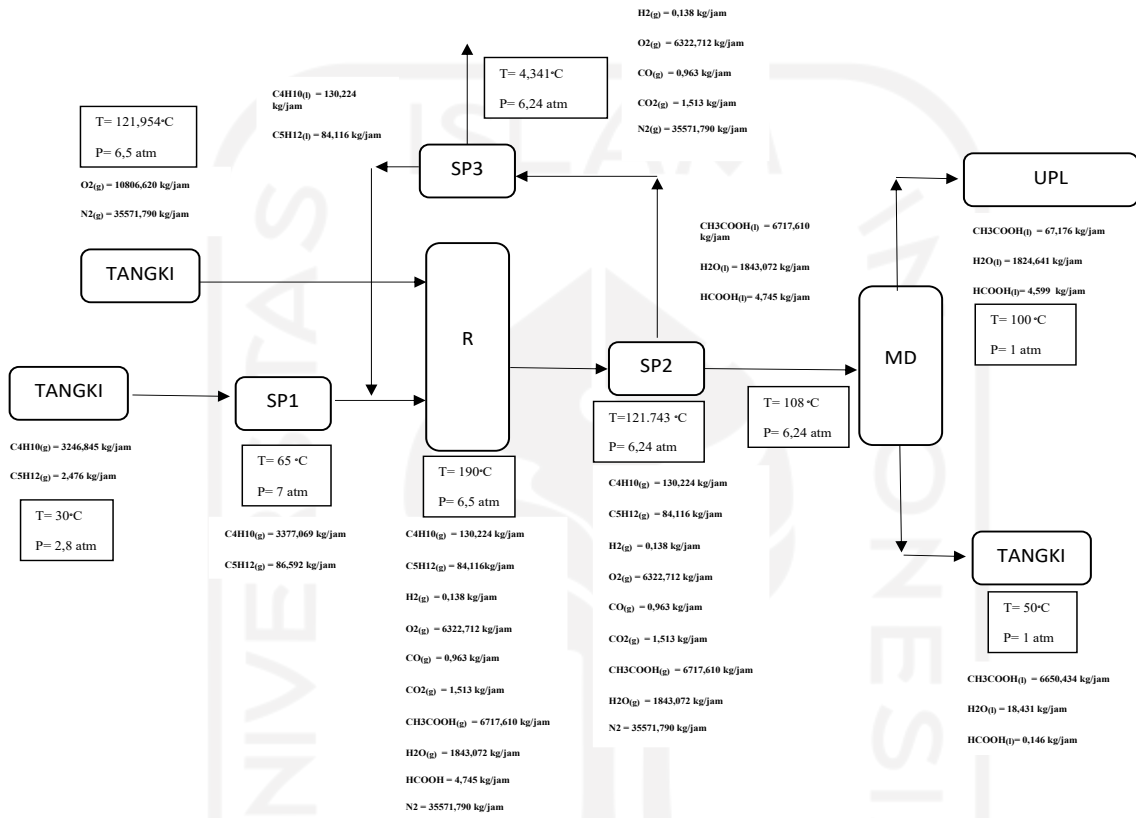
BAB 3 PERANCANGAN PROSES

3.1. Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1. Diagram Alir Kualitatif



3.1.2. Diagram Alir Kuantitatif



3.2. Uraian Proses

Proses pembuatan asam asetat melalui proses oksidasi n-Butana dengan menggunakan katalis mangan asetat secara umum digolongkan menjadi tiga tahap yaitu:

3.2.1. Proses persiapan bahan baku

Bahan baku n-Butana dan Pentana disimpan dalam kondisi cair pada $T = 30^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 2,83 atm pada tangka penyimpanan (T-01). N-butana dan Pentana fresh dialirkan dengan pompa menuju reactor dengan melewati (HE-01) untuk menaikkan suhu dari 30°C menjadi 190°C dan tekanan 6,5 atm. Bahan baku udara dikompresikan dengan compressor 2 stage untuk menaikkan tekanan menjadi 6,5 atm. Lalu bahan baku O_2 dan N_2 ditampung didalam tangka (T-02) dengan tujuan untuk membuat kecepatan alir di reaktornya tetap karena jumlah massa dari O_2 sendiri 5,8 perbandingan udara dari butana. Tugas dari tangka T-02 adalah mengatur pressure control dan flow control dari O_2 dan N_2 di reactor karena jumlah massanya yang tertentu.

3.2.2. Tahap proses produksi

Aliran arus keluar dari *Heat Exchanger* pertama (HE-01) yang berisi n-Butana dan Pentana fresh dimasukkan kedalam reactor yang telah berisi katalis mangan asetat. Kemudian disemprotkan udara dengan tekanan 6,5 atm melewati cairan tersebut sehingga terjadi reaksi pembentukan asam asetat. Jenis reactor yang dipakai adalah *fixed bed multitube* dengan berpendingin air, mengingat reaksi yang bersifat eksotermis yang menghasilkan panas. Reactor bekerja secara *non isothermal non adiabatis*. Suhu reactor dipertahankan dengan aliran air pendingin yang disirkulasi di shell. Suhu reaksi dipertahankan sekitar 190°C untuk mempertahankan reaksi tetap berlangsung pada fase cair sehingga mempertahankan yield pada kondisi yang diinginkan. Jika suhu reaksi terlalu rendah maka yield akan kurang daripada yang diharapkan, dan bila suhu terlalu rendah maka yield akan kurang daripada yang diharapkan, dan bila suhu terlalu tinggi maka akan merusak katalis mangan asetat. Suhu keluar reactor 205°C .

3.2.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Selanjutnya produk dari reactor dialirkan ke *Waste Heat Boiler* untuk menurunkan suhu dari produk yang dikeluarkan dari reactor lalu memanfaatkan uap panasnya untuk *Heat Exchanger* (HE-01) lalu dimasukkan kedalam condensor (CD-01) dengan tujuan untuk mengembunkan gas As. Asetat, As. Formiat dan air dari campuran gas H₂, N₂, CO, CO₂.

Produk dari condensor didelewatkan ke separator (SP-01), untuk memisahkan senyawa kondensabel (As.asetat, As.Formiat, dan air) dan non condensable (H₂, N₂, CO, CO₂). Senyawa n-Butana sisa, Pentana sisa, H₂, N₂, CO, CO₂ masuk ke condensor (CD-02) tujuannya untuk mengebunkan gas dari n-Butana sisa dan Pentana sisa dengan tujuan untuk dimasukkan kedalam separator (SP-02) untuk memisahkan n-Butana sisa dan Pentana sisa dari H₂, N₂, CO, CO₂. Setelah memisahkan di separator (SP-03) senyawa n-Butana sisa dan Pentana sisa yang sudah berupa cair di recycle untuk digunakan kembali dan senyawa H₂, N₂, CO, CO₂ dibuang.

Senyawa As.Asetat, As. Formiat, dan air yang sudah dipisahkan di separator (SP-02) dimasukan ke Cooler (CL-01) terlebih dahulu untuk menurunkan suhu dari sampai 85,473°C agar menyesuaikan dengan suhu masuk Menara Distilasi (MD-01). Setelah diturunkan suhunya dimasukan kedalam Menara Distilasi untuk memisahkan hasil atas dan hasil bawah. Hasil atas Menara distilasi (MD-01) terdiri Asam Formiat dan hasil bawahnya adalah Asam Asetat. Setelah itu hasil bawah yang merupakan hasil produk yaitu Asam Asetat dimasukan kedalam Tangki penyimpanan (TP-03) dan produk siap digunakan. Lalu hasil atas Menara dibuang keluar yang berupa air dan asam formiat.

3.3. Spesifikasi Alat Utama

3.3.1. Spesifikasi Reaktor (R-01)

Spesifikasi Umum

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat mereaksikan n-Butana dan Pentana dengan Oksigen
Jenis/Tipe	: Fixed Bed Multitube
Mode Operasi	: Continue
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi

Suhu Masuk	: 190°C
Suhu Keluar	: 206 °C
Tekanan Masuk	: 6,5 atm
Tekanan Keluar	: 6,49998 atm
Pressure Drop	: 0,00002 atm
Kondisi Proses	: non adiabatik, non isothermal

Konstruksi dan Material

Bahan Kontruksi	: <i>Baja Karbon A283 Grade C C-Mn-Si</i>
Diameter Luar Pipa	: 60,452 mm
Diameter Dalam Pipa	: 52,5018 mm
Jumlah Pipa	: 136 Batang
Susunan	: 75,565 mm Bujur Sangkar

3.3.2. Spesifikasi Alat Pemisah

1. Menara Distilasi

Kode	: MD-01
Fungsi	: Memisahkan Asam Asetat dari Asam Formiat dan H ₂)
Jenis	: Sieve Plate Distillation Tower
Tipe	: Sieve Tray
Material	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Kondisi Operasi	
a. Umpan	: 85,473 °C , 1 atm
b. Distilat	: Tdidih = 120°C , Tembun = 120°C, 1 atm
c. Bottom	: Tdidih = 141°C , 1 atm
Diameter Menara	: 1,5 m
Tinggi Menara	: 18,827 m
Jumlah plate actual	: 50
Diameter hole	: 0,00476
Tray spacing	: 0,3 m
Luas lubang	: 0,08836 m ²
Luas Penampang Tray	: 0,214930464 m ²
Reflux Operasi	: 2,93875
Jumlah	: 1

2. Seperator

Kode	: SP-01
Fungsi	: Memisahkan antara gas dan cair dari n-Butana dan Pentana
Jenis	: Vertikal Seperator
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: 6,99996 atm
- Suhu	: 65 °C
Spesifikasi	: Baja Karbon
Luas Penampang	: 0,08609 m ²
Diameter	: 1 m
Tinggi	: 3 m
Bahan Material	: Baja Karbon
Jumlah	: 1

3. Seperator

Kode	: SP-02
Fungsi	: Memisahkan antara gas (N ₂ , H ₂ , CO, CO ₂) dengan cair (CH ₃ COOH, HCOOH dan H ₂ O)
Jenis	: Vertikal Seperator
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: 6,2476563 atm
- Suhu	: 122°C
Spesifikasi	: Baja Karbon
Luas Penampang	: 1,366458 m ²
Diameter	: 1,5 m
Tinggi	: 4,5 m
Bahan Material	: Baja Karbon
Jumlah	: 1

4. Seperator

Kode	: SP-03
------	---------

Fungsi	: Memisahkan antara gas (N ₂ , H ₂ , CO, CO ₂) dengan cair (n-Butana sisa dan Pentana sisa)
Jenis	: Vertikal Separator
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: 6,2476563 atm
- Suhu	: 4,341°C
Spesifikasi	: Baja Karbon
Luas Penampang	: 1,70346 m ²
Diameter	: 1,5 m
Tinggi	: 4,5 m
Bahan Material	: Baja Karbon
Jumlah	: 1

3.3.3. Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

1. Tangki

Kode	: TP-01
Fungsi	: Menyimpan n-Butana dan Pentana
Lama penyimpanan	: 15 Hari
Fasa	: Cair
Jenis	: Tangki Silinder Horizontal
Kondisi Operasi	: 30°C, 2,83 atm
Spesifikasi	
- Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
- Volume Tangki	: 32599,6242 m ³
Diameter	: 24, 0792 m
Panjang Tangki	: 72,2 m
Jumlah	: 1

2. Tangki

Kode	: TP-02
Fungsi	: Menyimpan N ₂ dan O ₂
Lama penyimpanan	: 8 Jam

Fasa : Cair
Jenis : Tangki Silinder Horizontal
Kondisi Operasi : 122°C, 6,5 atm
Spesifikasi
- Bahan Konstruksi : Baja Karbon
- Volume Tangki : 1283,5176 m³
Diameter : 8,16702 m
Panjang Tangki : 24,5 m
Jumlah : 1

3. Tangki

Kode : TP-03
Fungsi : Menyimpan Asam Asetat
Lama penyimpanan : 15 Hari
Fasa : Cair
Jenis : Tangki Silinder Tegak
Kondisi Operasi : 50°C, 1 atm
Spesifikasi
- Bahan Konstruksi : Baja Karbon
- Volume Tangki : 2688,7094 m³
Diameter : 18,288 m
Panjang Tangki : 21,336 m
Jumlah : 1

4. Akumulator

Kode	: ACC-01
Fungsi	: Menampung embunan yang berasal dari condenser CD-03 yang berupa campuran Asam Asetat, Asam Formiat dan Air
Lama penyimpanan	: 10 Menit
Fasa	: Cair
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kondisi Operasi	: 120°C, 1 atm
Spesifikasi	
- Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
- Volume Akumulator	: 0,40026 m ³
Diameter	: 0,6096 m
Panjang Tangki	: 1,8288 m
Jumlah	: 1

3.3.4. Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

1. Pompa

Kode	: PO-01
Fungsi	: Memompa bahan baku n-Butana dan Pentana dari tangka unit pembelian ke tangki penyimpanan TP-01
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan Kontruksi	: Baja Komersial
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: P1 = 2,8327488 atm dan P2 = 2,8327488 atm
- Suhu	: 30 °C
Spesifikasi	
- Kapasitas	: 48 m ³ /jam
- Head Pompa	: 29,9013 m
- Daya Penggerak Poros	: 4147,5173 Watt
- Daya Motor	: 7,5 HP
Jumlah	: 1

2. Pompa

Kode	: PO-02
Fungsi	: Memompa n-Butana dan Pentana dari tangki TP-01 ke Vaporizer VP-01
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan Kontruksi	: Baja Komersial
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: P1 = 2,832749 atm dan P2 = 7 atm
- Suhu	: 30 °C
Spesifikasi	
- Kapasitas	: 4,66128 m ³ /jam
- Head Pompa	: 83,0701 m
- Daya Penggerak Poros	: 1305,4261 Watt
- Daya Motor	: 3 HP

Jumlah : 1

3. Pompa

Kode : PO-03

Fungsi : Memompa n-Butana sisa dan Pentana sisa dari Separator SP-03 ke Vaporizer VP-01

Jenis : Pompa Sentrifugal

Bahan Kontruksi : Baja Komersial

Kondisi Operasi

- Tekanan : $P_1 = 6,247656 \text{ atm}$ dan $P_2 = 7 \text{ atm}$
- Suhu : $277,492 \text{ }^\circ\text{C}$

Spesifikasi

- Kapasitas : $0,29744 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Head Pompa : $28,5006 \text{ m}$
- Daya Penggerak Poros : $27,715937 \text{ Watt}$
- Daya Motor : $0,5 \text{ HP}$

Jumlah : 1

4. Pompa

Kode : PO-04

Fungsi : Memompa kondensat dari akumulator (ACC-01) ke puncak Menara distilasi (MD-01) dan UPL

Jenis : Pompa Sentrifugal

Bahan Kontruksi : Baja Komersial

Kondisi Operasi

- Tekanan : $P_1 = 1 \text{ atm}$ dan $P_2 = 1 \text{ atm}$
- Suhu : $120,163 \text{ }^\circ\text{C}$

Spesifikasi

- Kapasitas : $1,97967 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Head Pompa : $22,22 \text{ m}$
- Daya Penggerak Poros : $213,3055 \text{ Watt}$

- Daya Motor : 0,5 HP
- Jumlah : 1

5. Pompa

- Kode : PO-05
- Fungsi : Memompa bahan produk Asam Asetat dari tangka TP-03 ke tangki penjualan
- Jenis : Pompa Sentrifugal
- Bahan Kontruksi : Baja Komersial
- Kondisi Operasi
 - Tekanan : $P_1 = 1 \text{ atm}$, $P_2 = 1 \text{ atm}$
 - Suhu : 30°C
- Spesifikasi
 - Kapasitas : $48 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Head Pompa : $55,3438 \text{ m}$
 - Daya Penggerak Poros : $10864,517 \text{ Watt}$
 - Daya Motor : 15 HP
- Jumlah : 1

6. Kompresor

- Kode : CP-01
- Fungsi : Menaikan tekanan udara menjadi 6,5 atm
- Jenis : Kompresor Sentrifugal
- Bahan yang dikompresi : N₂ dan O₂
- Kondisi Operasi
 - Tekanan Masuk : 1 atm
 - Tekanan Keluar : 6,5 atm
 - Suhu Masuk : 30°C
 - Suhu Keluar : $121,95^\circ\text{C}$
- Compression Ratio : 2,533
- Single/ Multistage : Multistage
- Daya Motor (Watt) : 2297,039 HP

Material Construction : Baja Karbon
Jumlah : 1

3.3.5. Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. Condensor Parsial

Kode : CD-01
Fungsi : Mengembunkan gas (CH_3COOH , HCOOH , H_2O) dari campuran gas (N_2 , H_2 , CO , CO_2 , O_2)
Tipe : Shell and Tube
Beban Panas : 8564175,912 kJ/jam
Suhu Masuk : 160°C
Suhu Keluar : 122 °C
Tekanan Masuk : 6,499982711 atm
Tekanan Keluar : 6,499982711 atm
Bahan Konstruksi : Baja Karbon
Diameter Luar Tabung, Od : 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id : 0,0148336 m
Luas Permukaan : 0,05984734 m²/m
Panjang Tabung : 4,8768 m
Jumlah Tabung : 649
Diameter Selongsong, Ids : 0,7112 m
Pass Tabung : 1
Pitch : 0,0238125 m in 15/16 Triangular Pitch
Pressure Drop Shell : 8,55344E-13 bar
Pressure Drop Tube : 0,164574393 bar
Jumlah : 1

2. Condensor Parsial

Kode : CD-02
Fungsi : Mengembunkan gas (n-Butana sisa dan Pentana sisa) dari campuran gas (N_2 , H_2 , CO , CO_2 , O_2)

Tipe	: Shell and Tube
Beban Panas	: 4897325,359 kJ/jam
Suhu Masuk	: 122°C
Suhu Keluar	: 4,34°C
Tekanan Masuk	:6,24765631 atm
Tekanan Keluar	: 6,499982711 atm
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Luas Permukaan	: 0,05984734 m ² /m
Panjang Tabung	: 4,8768 m
Jumlah Tabung	: 555
Diameter Selongsong, Ids	: 0,6604 m
Pass Tabung	: 1
Pitch	: 0,0238125 m in 15/16 Triangular Pitch
Pressure Drop Shell	: 7,22311E-13 bar
Pressure Drop Tube	: 0,006674257 bar
Jumlah	: 1

3. Condensor Parsial

Kode	: CD-03
Fungsi	: Mengembunkan uap gas yang keluar dari Menara Distilasi
Tipe	: Shell and Tube
Beban Panas	: 4443638,540 kJ/jam
Suhu Masuk	: 120°C
Suhu Keluar	: 120°C
Tekanan Masuk	:1 atm
Tekanan Keluar	: 0,449788 atm
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m

Luas Permukaan	: 0,05984734 m ² /m
Panjang Tabung	: 2,4384 m
Jumlah Tabung	: 282
Diameter Selongsong, Ids	: 0,5080 m
Pass Tabung	: 4
Pitch	: 0,0238125 m in 15/16 Triangular Pitch
Pressure Drop Shell	: 44978,76534 Pa
Pressure Drop Tube	: 4,611085746 Pa
Jumlah	: 1

4. Waste Heat Boiler (WHB)

Kode	: WHB-01
Fungsi	: Mendinginkan gas yang keluar reactor dengan media pendingin air yang menguap pada suhu 150°C
Jenis	: Waste Heat Boiler
Suhu Masuk	: 206°C
Suhu Keluar	: 160°C
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Luas Perpindahan Kalor	: 450,6372 m ²
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Selongsong	: 1,0668 m
Jumlah Tabung	: 1544
Pass Tabung	: 2
Luas Permukaan	: 0,05984734 m ² /m
Pitch	: 0,0238125 m (in 15/16 Triangular Pitch)
Uc	: 0,17953
Ud	: 0,031334883
Faktor Pengotor	: 31, 41331514 m ² s K/kJ
Pressure Drop	: 0,25232640 atm
Jumlah	: 1

5. Vaporizer

Kode	: VP-01
Fungsi	: Menguapkan -Butana dan Pentana sebanyak 3463,66022 kg/jam dengan media pemanas steam jenuh 150°C
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Umpan	: 30°C
Suhu Masuk	: 38°C
Suhu Keluar	: 65°C
Beban Panas	: 1905902,717 kJ/jam
Luas Perpindahan Kalor	: 337,978 m ²
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,01483 m
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Panjang Tabung	: 3,6576 m
Jumlah Tabung	: 1544
Diameter Selongsong	: 42
Pass Tabung	: 2
Jumlah	: 1

6. Pemanas HE (Steam)

Kode	: HE-01
Fungsi	: Memanaskan n-Butana dan Pentana dari suhu 65,2399°C sampai 190°C dengan media pemanas steam jenuh pada suhu 200°C
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 65°C
Suhu Keluar	: 190°C
Beban Panas	: 4282111,4875 kJ/jam
Luas Perpindahan Panas	: 83,10279 m ³

Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Panjang Tabung	: 4,8768
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Passes Tabung	: 1
Jumlah Tabung	: 308
Diameter Selongsong, Ids	: 0,5080 m
Jumlah	: 1

7. Pemanas HE (Steam)

Kode	: HE-02
Fungsi	: Memanaskan N ₂ dan O ₂ dari suhu 121,955°C sampai 190°C dengan media pemanas steam jenuh pada suhu 200°C
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 122°C
Suhu Keluar	: 190°C
Beban Panas	: 2914422,8836 kJ/jam
Luas Perpindahan Panas	: 26,377165 m ³
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Panjang Tabung	: 1,8288
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Passes Tabung	: 1
Jumlah Tabung	: 241
Diameter Selongsong, Ids	: 0,4572 m
Jumlah	: 1

8. Cooler

Kode	: CL-01
Fungsi	: Mendinginkan cairan hasil bawah Separator SP-02 sebelum masuk ke Menara Distilasi MD-01
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 122°C
Suhu Keluar	: 86°C
Beban Panas	: 2632890,21 kJ/jam
A. Pipa Luar	
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,060452 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,052502 m
Luas Permukaan	: 0,189916 m ² /m
B. Pipa Dalam	
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,042164 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,035052 m
Panjang Pipa	: 4,572 m
Luas Permukaan	: 0,132462 m ² /m
Luas Aliran Anulus	: 0,0007686 m ²
Luas Aliran Inner Pipe	: 0,00216 m ²
Jumlah Tabung	: 22
Uc	: 3,83328 kJ/m ² s K
Ud	: 0,565009798 kJ/m ² s K
Rd	: 1,50901 m ² s K/kJ
Jumlah	: 1

9. Cooler

Kode	: CL-02
Fungsi	: Mendinginkan cairan keluaran Reboiler sebelum masuk ke tangka penyimpanan
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 141°C
Suhu Keluar	: 50°C
Beban Panas	: 5372228,819 kJ/jam
A. Pipa Luar	
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,060452 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,052502 m
Luas Permukaan	: 0,189916 m ² /m
B. Pipa Dalam	
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,042164 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,035052 m
Panjang Pipa	: 4,572 m
Luas Permukaan	: 0,132462 m ² /m
Luas Aliran Anulus	: 0,0007686 m ²
Luas Aliran Inner Pipe	: 0,00216 m ²
Jumlah Tabung	: 22
Uc	: 1,30934 kJ/m ² s K
Ud	: 0,566585387 kJ/m ² s K
Rd	: 1,00122 m ² s K/kJ
Jumlah	: 1

10. Reboiler

Kode	: RB-01
Fungsi	: Menguapkan sebagian cairan yang berasal dari dasar Menara Distilasi (MD-01)
Jenis	: Ketel Reboiler
Suhu Masuk	: 108°C
Suhu Keluar	: 141°C
Beban Panas	: 16443884,948 kJ/jam
Luas Perpindahan Panas	: 184,8955323 m ³
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Panjang Tabung	: 2,4384
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Passes Tabung	: 1
Jumlah Tabung	: 1267
Diameter Selongsong, Ids	: 0,9652 m
Jumlah	: 1

3.4. Neraca Massa

3.4.1. Neraca Massa Reaktor

Tabel 3. 1 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Mr	Input		Output	
		Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam
H2	2	0	0	0,06876	0,138
N2	28	1270,42109	35571,790	1270,42109	35571,790
CO	28	0	0	0,03438	0,963
O2	32	337,70687	10806,620	197,58475	6322,712
CO2	44	0	0	0,03438	1,513
C4H10	58	58,22532	3377,069	2,23524	130,224
C5H12	72	1,20266	86,592	1,16828	84,116
H2O	18	46,37841	834,811	102,39288	1843,072
HCOOH	46	0	0	0,10315	4,745
CH3COOH	60	0	0	111,96017	6717,610
TOTAL		1713,93435	50676,882	1686,01308	50676,882

3.4.2. Neraca Massa WHB

Tabel 3. 2 Neraca Massa WHB

Komponen	Mr	Input		Output	
		Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam
H2	2	0	0	0,06876	0,138
N2	28	1270,42109	35571,790	1270,42109	35571,790
CO	28	0	0	0,03438	0,963
O2	32	337,70687	10806,620	197,58475	6322,712
CO2	44	0	0	0,03438	1,513
C4H10	58	58,22532	3377,069	2,23524	130,224
C5H12	72	1,20266	86,592	1,16828	84,116
H2O	18	46,37841	834,811	102,39288	1843,072
HCOOH	46	0	0	0,10315	4,745
CH3COOH	60	0	0	111,96017	6717,610

TOTAL	1713,93435	50676,882	1686,01308	50676,882
--------------	-------------------	------------------	-------------------	------------------

3.4.3. Neraca Massa Condensor Parsial (CD-01)

Tabel 3. 3 Neraca Massa CD-1

Komponen	Mr	INPUT				OUTPUT			
		Gas		Cair		Gas		Cair	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H2	2	0,06876476	0,13752951	0	0	0,06876476	0,13752951	0	0
N2	28	1270,42109	35571,7905	0	0	1270,42109	35571,7905	0	0
CO	28	0,03438238	0,96270657	0	0	0,03438238	0,96270657	0	0
O2	32	197,584751	6322,71203	0	0	197,584751	6322,71203	0	0
CO2	44	0,03438238	1,51282462	0	0	0,03438238	1,51282462	0	0
C4H10	58	2,24523925	130,223876	0	0	2,24523925	130,223876	0	0
C5H12	72	1,16827742	84,1159743	0	0	1,16827742	84,1159743	0	0
H2O	18	102,392876	1843,07177	0	0	0	0	102,392876	1843,07177
HCOOH	46	0,10314713	4,74476812	0	0	0	0	0,10314713	4,74476812
CH3COOH	60	111,960167	6717,61001	0	0	0	0	111,960167	6717,61001
TOTAL		1686,01308	50676,882	0	0	1471,55689	42111,4554	214,45619	8565,42655

3.4.4. Neraca Massa Condensor Parsial (CD-02)

Tabel 3. 4 Neraca Massa CD-2

Komponen	Mr	INPUT				OUTPUT			
		Gas		Cair		Gas		Cair	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H2	2	0,06876476	0,13752951	0	0	0,06876476	0,13752951	0	0
N2	28	1270,42109	35571,7905	0	0	1270,42109	35571,7905	0	0
CO	28	0,03438238	0,96270657	0	0	0,03438238	0,96270657	0	0
O2	32	197,584751	6322,71203	0	0	197,584751	6322,71203	0	0
CO2	44	0,03438238	1,51282462	0	0	0,03438238	1,51282462	0	0
C4H10	58	2,24523925	130,223876	0	0	1,58018059	91,6504741	0,66505866	38,5734022
C5H12	72	1,16827742	84,1159743	0	0	0,43416165	31,2596391	0,73411577	52,8563352
H2O	18	0	0	0	0	0	0	0	0
HCOOH	46	0	0	0	0	0	0	0	0
CH3COOH	60	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		1471,55689	42111,4554	0	0	1470,15771	42020,0257	1,39917442	91,4297374

3.4.5. Neraca Massa Condensor Parsial (CD-03)

Tabel 3. 5 Neraca Massa CD-3

Komponen	Mr	INPUT				OUTPUT			
		Gas		Cair		Gas		Cair	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂ O	18	114,449596	2060,09273	0	0	0	0	114,449596	2060,09273
HCOOH	46	0,1128744	5,19222232	0	0	0	0	0,1128744	5,19222232
CH ₃ COOH	60	1,26407507	75,8445041	0	0	0	0	1,26407507	75,8445041
TOTAL		115,826546	2141,12946	0	0	0	0	115,826546	2141,12946

3.4.6. Neraca Massa Seperator (SP-01)

Tabel 3. 6 Neraca Massa SP-1

Komponen	Mr	INPUT				OUTPUT			
		Gas		Cair		Gas		Cair	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
C ₄ H ₁₀	58	58,2253227	3377,06871	14,0093443	0,84765212	58,2253227	3377,06871	14,0093443	812,541971
C ₅ H ₁₂	72	1,2026598	86,5915055	0,84765212	14,8569964	1,2026598	86,5915055	0,84765212	61,0309527
TOTAL		59,4279825	3463,66022	14,8569964	15,7046486	59,4279825	3463,66022	14,8569964	873,572923

3.4.7. Neraca Massa Seperator (SP-02)

Tabel 3. 7 Neraca Massa SP-2

Komponen	Mr	INPUT				OUTPUT			
		Gas		Cair		Gas		Cair	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂	2	0,06876476	0,13752951	0	0	0,06876476	0,13752951	0	0
N ₂	28	1270,42109	35571,7905	0	0	1270,42109	35571,7905	0	0
CO	28	0,03438238	0,96270657	0	0	0,03438238	0,96270657	0	0
O ₂	32	197,584751	6322,71203	0	0	197,584751	6322,71203	0	0
CO ₂	44	0,03438238	1,51282462	0	0	0,03438238	1,51282462	0	0
C ₄ H ₁₀	58	2,24523925	130,223876	0	0	2,24523925	130,223876	0	0
C ₅ H ₁₂	72	1,16827742	84,1159743	0	0	1,16827742	84,1159743	0	0
H ₂ O	18	0	0	102,392876	1843,07177	0	0	102,392876	1843,07177
HCOOH	46	0	0	0,10314713	4,74476812	0	0	0,10314713	4,74476812
CH ₃ COOH	60	0	0	111,960167	6717,61001	0	0	111,960167	6717,61001
TOTAL		1471,55689	42111,4554	214,45619	8565,42655	1471,55689	42111,4554	214,45619	8565,42655

3.4.8. Neraca Massa Separator (SP-03)

Tabel 3. 8 Neraca Massa SP-3

Komponen	Mr	INPUT				OUTPUT			
		Gas		Cair		Gas		Cair	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H2	2	0,06876476	0,13752951	0	0	0,06876476	0,13752951	0	0
N2	28	1270,42109	35571,7905	0	0	1270,42109	35571,7905	0	0
CO	28	0,03438238	0,96270657	0	0	0,03438238	0,96270657	0	0
O2	32	197,584751	6322,71203	0	0	197,584751	6322,71203	0	0
CO2	44	0,03438238	1,51282462	0	0	0,03438238	1,51282462	0	0
C4H10	58	0	0	2,24523925	130,223876	0	0	2,24523925	130,223876
C5H12	72	0	0	1,16827742	84,1159743	0	0	1,16827742	84,1159743
H2O	18	0	0	0	0	0	0	0	0
HCOOH	46	0	0	0	0	0	0	0	0
CH3COOH	60	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		1468,14337	41897,1156	3,41351667	214,339851	1468,14337	41897,1156	3,41351667	214,339851

3.4.9. Neraca Massa Menara Distilasi

Tabel 3. 9 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Mr	Arus Masuk		Arus Keluar			
				Distilat		Residu	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H2O	18	102,392876	1843,07177	101,368947	1824,64105	1,02392876	18,4307177
HCOOH	46	0,10314713	4,74476812	0,09997378	4,59879395	0,00317335	0,14597416
CH3COOH	60	111,960167	6717,61001	1,11960167	67,1761001	110,840565	6650,43391
TOTAL		214,45619	8565,42655	102,588523	1896,41595	111,867667	6669,0106

3.4.10. Neraca Massa Reboiler

Tabel 3. 10 Neraca Massa Reboiler

Komponen	Mr	Arus Masuk		Arus Keluar			
				Uap		Cair	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H2O	18	1,02392876	18,4307177	3,97654984	71,5778972	5,00047861	90,0086149
HCOOH	46	0,00317335	0,14597416	0,01114164	0,51251529	0,01431499	0,65848945
CH3COOH	60	110,840565	6650,43391	227,665397	13659,9238	338,505962	20310,3577
TOTAL		111,867667	6669,0106	231,653088	13732,0142	343,520755	20401,0248

3.4.11. Neraca Massa Heat Exchanger (HE-01)

Tabel 3. 11 Neraca Massa HE-1

Komponen	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
C4H10	58	58,2253227	3377,06871	58,2253227	3377,06871
C5H12	72	1,2026598	86,5915055	1,2026598	86,5915055
TOTAL		59,4279825	3463,66022	59,4279825	3463,66022

3.4.12. Neraca Massa Heat Exchanger (HE-02)

Tabel 3. 12 Neraca Massa HE-2

Komponen	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
N2	28	1270,42109	35571,7905	1270,42109	35571,7905
O2	32	337,706871	10806,6199	337,706871	10806,6199
TOTAL		1608,12796	46378,4104	1608,12796	46378,4104

3.4.13. Neraca Massa Kompresor (CP-01)

Tabel 3. 13 Neraca Massa Kompresor

Komponen	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
N2	28	1270,42109	35571,7905	1270,42109	35571,7905
O2	32	337,706871	10806,6199	337,706871	10806,6199
TOTAL		1608,12796	46378,4104	1608,12796	46378,4104

3.4.14. Neraca Massa Vaporizer (VP-01)

Tabel 3. 14 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
C4H10	58	58,2253227	3377,06871	58,2253227	3377,06871
C5H12	72	1,2026598	86,5915055	1,2026598	86,5915055
TOTAL		59,4279825	3463,66022	59,4279825	3463,66022

3.4.15. Neraca Massa Cooler (CL-01)

Tabel 3. 15 Neraca Massa CL-1

Komponen	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂ O	18	102,392876	1843,07177	102,392876	1843,07177
HCOOH	58	0,10314713	4,74476812	0,10314713	4,74476812
CH ₃ COOH	72	111,960167	6717,61001	111,960167	6717,61001
TOTAL		214,45619	8565,42655	214,45619	8565,42655

3.4.16. Neraca Massa Cooler (CL-02)

Tabel 3. 16 Neraca Massa CL-2

Komponen	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂ O	18,00	1,02392876	18,4307177	1,02392876	18,4307177
HCOOH	46,00	0,00317335	0,14597416	0,00317335	0,14597416
CH ₃ COOH	60,00	110,840565	6650,43391	110,840565	6650,43391
TOTAL		111,867667	6669,0106	111,867667	6669,0106

3.2.1. Neraca Massa Akumulator (ACC-01)

Tabel 3. 17 Neraca Massa Akumulator

Komponen	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂ O	18,00	114,449596	2060,09273	114,449596	2060,09273
HCOOH	46,00	0,1128744	5,19222232	0,1128744	5,19222232
CH ₃ COOH	60,00	1,26407507	75,8445041	1,26407507	75,8445041
TOTAL		115,826546	2141,12946	115,826546	2141,12946

3.5. Neraca Panas

3.5.1. Neraca Panas Reaktor

Tabel 3. 18 Neraca Panas Reaktor

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	8497228,66		Q dingin out	166188,777
Q panas in	-1046284,31		Q panas out	7284755,57
TOTAL	7450944,35		TOTAL	7450944,35

3.5.2. Neraca Panas Condensor (CD-01)

Tabel 3. 19 Neraca Panas CD-1

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	2205007,51		Q dingin out	10768143,5
Q panas in	20038492,3		Q panas out	11475356,4
TOTAL	22243499,8		TOTAL	22243499,8

3.5.3. Neraca Panas Condensor (CD-02)

Tabel 3. 20 Neraca Panas CD-2

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	81017640,7		Q dingin out	85914939,1
Q panas in	16615057,1		Q panas out	11717758,6
TOTAL	97632697,7		TOTAL	97632697,7

3.5.4. Neraca Panas Condensor (CD-03)

Tabel 3. 21 Neraca Panas CD-3

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	2288473,85		Q dingin out	6732112,39
Q panas in	427981665		Q panas out	423538027
TOTAL	430270139		TOTAL	430270139

3.5.5. Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01)

Tabel 3. 22 Neraca Panas HE-1

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	1386297,24		Q dingin out	5668408,73
Q panas in	6163560,2		Q panas out	1881448,71
TOTAL	7549857,44		TOTAL	7549857,44

3.5.6. Neraca Panas Heat Exchanger (HE-02)

Tabel 3. 23 Neraca Panas HE-2

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	4159061,94		Q dingin out	7073484,82
Q panas in	4194944,7		Q panas out	1280521,82
TOTAL	8354006,64		TOTAL	8354006,64

3.5.7. Neraca Panas Cooler (CL-01)

Tabel 3. 24 Neraca Panas CL-1

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	1355938,458		Q dingin out	3988828,67
Q panas in	7033497,584		Q panas out	4400607,37
TOTAL	8389436,042		TOTAL	8389436,04

3.5.8. Neraca Panas Cooler (CL-02)

Tabel 3. 25 Neraca Panas CL-2

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	2766697,84		Q dingin out	8138926,66
Q panas in	6853669,4		Q panas out	1481440,58
TOTAL	9620367,24		TOTAL	9620367,24

3.5.9. Neraca Panas Vaporizer (VP-01)

Tabel 3. 26 Neraca Panas Vaporizer

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	337407,728		Q dingin out	2243310,44
Q panas in	2475918,62		Q panas out	570015,898
TOTAL	2813326,34		TOTAL	2813326,34

3.5.10. Neraca Panas Reboiler (RB-01)

Tabel 3. 27 Neraca Panas Reboiler

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	5550526,661		Q dingin out	13606250,5
Q panas in	10485069,82		Q panas out	2429346,01
TOTAL	16035596,48		TOTAL	16035596,5

3.5.11. Neraca Panas Waste Heat Boiler (WHB-01)

Tabel 3. 28 Neraca Panas WHB

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	22792,80551		Q dingin out	2131927,18
Q panas in	8325323,688		Q panas out	6216189,32
TOTAL	8348116,493		TOTAL	8348116,49

3.5.12. Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3. 29 Neraca Panas Menara Distilasi

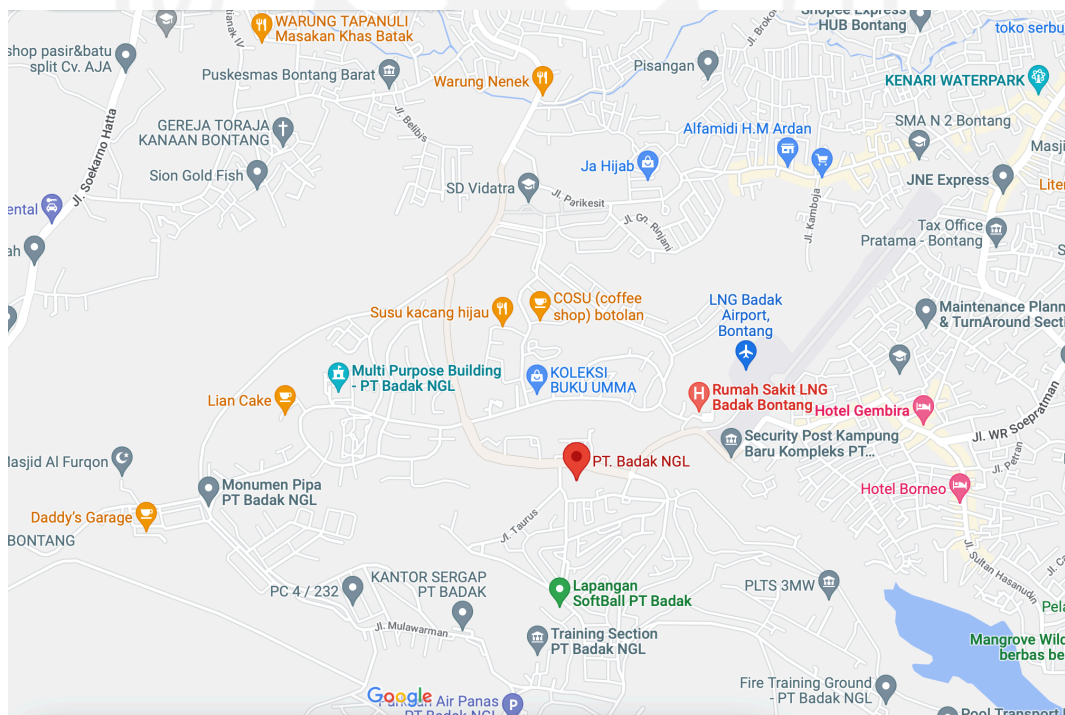
Panas Masuk	kJ/jam	Panas Keluar	kJ/jam
Delta H Umpan	192570791	Delta H Bottom	390049911
Delta H Reboiler	8055723,814	Delta H Distilat	20786505,3
Hilang	214653540	Delta H Condensor	4443638,54
Sub Total	200626514,8	TOTAL	415280054,8
Total Masuk	415280054,8		

BAB 4

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu factor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Banyak pertimbangan menjadi dasar dalam penentuan lokasi pabrik sehingga dapat menguntungkan perusahaan baik dari segi Teknik maupun ekonomi. Pabrik Asam Asetat dari Butana ini direncanakan akan didirikan di daerah Kawasan industri didaerah Bontang, Kalimantan Timur sebagai lokasi tempat didirikannya pabrik asam asetat dari butana ini. Penentuan lokasi tersebut berdasarkan dekatnya lokasi dengan bahan baku n-Butana serta sumber air yang berasal dari daerah dekat laut lokasi tersebut.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

4.1.1. Faktor Primer penentuan lokasi pabrik

Beberapa factor – factor primer yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik asam asetat antara lain:

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan berasal dari dalam negeri. Pada dasarnya suatu pabrik sebaiknya didirikan di daerah yang dekat dengan bahan bakunya. Sehingga pengadaan serta transportasi dari bahan baku tersebut mudah diatasi dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Berikut adalah hal – hal yang perlu dipertimbangkan mengenai bahan baku sebagai berikut:

- A. Jarak sumber bahan baku dengan pabrik
- B. Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama digunakannya
- C. Bagaimana proses pembuatan, transportasi dan penyimpanannya
- D. Kemungkinan untuk mendapatkan sumber lain.

Bahan baku bisa diperoleh di daerah Bontang dan sekitarnya. Dalam hal ini bahan baku n-Butana diperoleh dari PT BADAQ NGL yang berlokasi di Bontang dengan kemurnian n-Butana sebesar 97,5% dan Pentana 2,5%. PT BADAQ NGL ini mempunyai kapasitas 1 juta ton/tahun sehingga sangat mencukupi untuk kebutuhan pabrik asam asetat yang akan didirikan.

2. Pemasaran

Pemasaran pabrik atau industri didirikan karena adanya permintaan akan barang atau produk yang dihasilkan. Oleh karena itu hasil produksi pabrik memerlukan adanya daerah pemasaran.

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam masalah pemasaran adalah:

- A. Kebutuhan konsumen akan produk
- B. Daerah dari pemasaran produk
- C. Jarak pemasaran dari lokasi pabrik berdiri
- D. Berapa banyak produk yang akan beredar dipasar dan bagaimana perkembangannya dimasa – masa mendatang
- E. Sistem pemasaran yang akan digunakan
- F. Direncanakan sistem penjualan untuk daerah – daerah yang jauh dari lokasi pabrik

Prioritas utama dari pemasaran pabrik asam asetat ini adalah untuk memenuhi kebutuhan asam asetat dalam negeri yang sementara ini masih import dari luar negeri, selain itu semakin berkembangnya industrialisasi di negeri lain

tidak menutup kemungkinan produk asam asetat ini dapat bersaing di pasar luar negeri yang akan mempengaruhi devisa negara dalam bidang industrialisasi.

3. Utilitas dan Energi

Pendiri pabrik memerlukan air, tenaga listrik dan bahan bakar. Pemenuhan dalam kebutuhan air pabrik ini relative banyak antara lain digunakan untuk sanitasi, air proses dan air umpan untuk boiler. Untuk memenuhi kebutuhan air diambil dari dua macam sumber:

- A. Langsung dari sumbernya
- B. Instalasi penyediaan air

Apabila kebutuhan air ini cukup besar, maka pengambilan air langsung dari sumbernya dapat lebih ekonomis atau perpaduan dari dua sumber diatas. Kebutuhan air untuk pabrik asam asetat dapat diambil dari sungai terdekat dengan perpaduan air PDAM untuk keperluan air bersih bagi karyawan

Sumber tenaga listrik untuk keperluan pabrik asam asetat dapat diperoleh dari PLN maupun dengan tenaga pembangkit listrik sendiri berupa generator. Sedangkan bahan bakar diperoleh dari distribusi Pertamina.

4. Iklim dan Geografis

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan tentang pemilihan lokasi pabrik dengan letak geografis dari suatu daerah, antara lain:

- A. Keadaan alam, dimana alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi dari peralatan
- B. Keadaan angin, pada suatu situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat itu dan bagaimana akibat pada daerah tersebut
- C. Gempa bumi yang pernah terjadi di daerah tersebut
- D. Kemungkinan untuk perluasan dari pabrik dimasa mendatang

Daerah Bontang di Kalimantan Timur sendiri bukan merupakan daerah yang rawan bencana alam atau gempa, sehingga tidak memerlukan konstruksi khusus untuk mendirikan pabrik. Hal ini cukup menguntungkan bila dipandang dari sisi investasi jangka panjang. (Trisna. 2010)

5. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Pendirian pabrik asam asetat ini di dukung oleh kebijakan pemerintah kota Bontang dalam kaitannya untuk menjadikannya kota Bontang sebagai pusat

Kawasan Industri di Indonesia Timur dengan menciptakan Kawasan “*Real Estate Kaltim*”. Daerah Bontang merupakan daerah industri untuk Kalimantan karena disana terdapat pengeboran minyak lepas pantai dan pengeboran di daratan yang banyak digunakan sebagai sumber bahan baku utama pabrik.

4.1.2. Faktor Khusus.

1. Buruh dan Tenaga kerja

Faktor buruh dan tenaga kerja merupakan factor yang penting bagi suatu perusahaan karena berhasil atau tidaknya pencapaian dari perusahaan dipengaruhi oleh sumber daya manusia yang berkualitas. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan tenaga kerja jika dihubungkan dengan lokasi pabrik yang akan dipilih antara lain:

- A. Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan
- B. Keahlian dan Pendidikan tenaga kerja yang tersedia
- C. Peraturan buruh dan tenaga kerja
- D. Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah

2. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan bertujuan untuk kelancaran pengangkutan bahan baku dan pengangkutan produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dalam waktu yang relative singkat. Karena itu perlu diperhatikan beberapa fasilitas yang ada didaerah tersebut seperti:

- A. Jalan raya dapat dilalui mobil dan truk
- B. Adanya Pelabuhan

Pada pabrik asam asetat ini, transportasi laut merupakan transportasi yang paling utama karena Bontang merupakan daerah yang dekat dengan laut.

3. Lingkungan Masyarakat sekitar

Keadaan masyarakat disekitar pabrik akan mempengaruhi suatu pabrik. Berdasarkan pengamatan di sekitar lokasi pabrik sudah terdapat fasilitas – fasilitas yang memungkinkan karyawan hidup dengan layak seperti sarana Pendidikan, sarana ibadah maupun sarana lainnya. Sehingga kehidupan karyawan akan lebih tentang dalam menjamin masa depan keluarganya. Sedangkan adat istiadat masyarakat cukup baik, sehingga diharapkan operasi pabrik tidak mengalami gangguan keamanan.

4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Penempatan tata letak peralatan pabrik dan fasilitasnya menjadi bagian penting dalam perancangan pabrik agar mesin berdisi sesuai dengan urutan proses. Tata letak pabrik merupakan pengaturan optimal dari seperangkat fasilitas – fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi keselamatan dan kelancaran kerja para pekerja serta keberlangsungan proses. Tata letak pabrik atau plant layout merupakan tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada didalam pabrik. Tata letak pabrik meliputi tempat perkantoran atau administrasi, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung proses, Fasilitas karyawan serta tempat lainnya yang mendukung keberlangsungan proses produksi pabrik. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar secara ekonomi kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien dan optimal, misalnya lalu lintas barang dan akses karyawan. Selain itu, faktor keamanan juga menjadi hal yang sangat penting. Penempatan alat-alat produksi harus ditata sedemikian rupa agar keamanan dan kenyamanan selama bekerja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu (Peters dan Timmerhaus, 2004):

- A. Mengurangi biaya produksi
- B. Meningkatkan pengawasan operasional dan proses
- C. Meningkatkan keselamatan kerja
- D. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi sehingga dapat mengurangi material handling
- E. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian seperti:

A. Perkantoran

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dalam pabrik itu sendiri. Daerah ini biasanya berada dibagian depan area pabrik.

B. Proses

Daerah ini merupakan tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat – alat proses dan ruang pengendalian (Control Room).

Daerah ini tempat yang terpisah dengan daerah lainnya untuk tujuan keamanan.

C. Instalasi dan Utilitas

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

D. Fasilitas umum

Daerah ini merupakan pusat fasilitas umum yang dapat digunakan oleh karyawan meliputi perumahan/mess, poliklinik, tempat ibadah, kantin, taman dan lain-lainnya.

E. Keamanan

Daerah keamanan dalam rangka mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan apabila terjadi ledakan asap, kebakaran, kebocoran gas beracun dan lain – lainnya. Oleh karena itu perlu disediakan alat pemadam kebakaran di beberapa titik yang berbahaya yang dapat memicu kebakaran.

F. Pengolahan Limbah

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

Posisi dari setiap bangunan pabrik harus benar – benar disesuaikan dengan proses yang berjalan dan juga mempertimbangkan factor – factor sebagai berikut.

- A. Penambahan perluasan lokasi atau pengembangan dari lokasi baru yang akan dikembangkan dimasa yang akan datang
- B. Urutan proses produksi dari setiap perbaikan alat dan pemeliharaan agar kondisi alat tetap terjaga.
- C. Distribusi yang ekonomis pada pengadaan air, tenaga listrik, steam proses dan bahan baku
- D. Kondisi bangunan yang meliputi luas bangunan dan konstruksi yang memadai atau memenuhi syarat yang ditentukan

- E. Keselamatan dalam bekerja dengan memperhatikan keamanan untuk menghindari terjadinya kebakaran atau kecelakaan kerja.
- F. Pembuangan limbah cair, gas maupun padatan
- G. Mempertimbangkan kemungkinan ketika terjadi perubahan tata letak mesin sehingga biaya tidak terlalu tinggi
- H. Fasilitas seperti tempat parkir, kantik, mushola diatur dengan baik sehingga tidak jauh dari tempat bekerja dan lebih tertata.

Perincian luas tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya pabrik diuraikan dalam table dibawah ini.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah

NO.	LOKASI	Luas (m²)
1.	Area Proses	1456
2.	Area Utilitas	875
3.	Bengkel	840
4.	Gudang Peralatan	1000
5.	Kantin	400
6.	Kantor Teknik dan Produksi	300
7.	Kantor Utama	900
8.	Laboratorium	300
9.	Area Loading / Unloading	250
10.	Parkir Utama	750
11.	Parkir Truk	1400
12.	Litbang	500
13.	Poliklinik	300
14.	Pos Keamanan 1	36
15.	Pos Keamanan 2	36
16.	Pos Keamanan 3	36
17.	Control Room	400
18.	Control Utilitas	400

19	Jembatan Timbang	1000
20	Masjid	400
21	Unit Pemadam Kebakaran	462
22	Perumahan / Mess	2000
23	Taman 1	300
24	Taman 2	100
25	Taman 3	150
26	Jalan	17500
27	Daerah Perluasan 1	2225
28	Daerah Perluasan 2	1666
Luas Bangunan		12041
Luas Tanah		35982
Total		48023

4.3. Tata Letak Mesin / Alat Proses (*Machine Layout*)

Tata letak dalam perancangan peralatan mesin atau proses pada suatu pabrik ada beberapa factor yang harus diperhatikan agar perancangan proses yang akan disusun sesuai dengan alur yang benar yaitu :

4.3.1. Aliran raw material dan produk

Penempatan tata letak peralatan proses yang akan dirancang agar sesuai dengan alur proses sesuai ketentuan yang benar, agar juga bisa mendapatkan keuntungan pada pabrik, seperti aspek – aspek analisis ekonomi, serta bisa membantu kelancaran dan keamanan dalam produksi.

4.3.2. Aliran udara

Aliran udara seperti gas buangan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini untuk menghindari terjadinya penumpukan pada area kerja yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja, selain itu perlunya memperhatikan arah hembusan angin agar gas buangan dari alat proses tidak mengarah ke pemukiman warga sekitar.

4.3.3. Pencahayaan

Pabrik ini akan berjalan atau berproduksi dalam waktu 24 jam per hari, penerangan pada area proses dalam pabrik juga harus memadai terkhusus area yang berbahaya agar tidak terjadi kejadian yang tidak diinginkan seperti kecelakaan dalam pabrik.

4.3.4. Lalu lintas kendaraan dan manusia

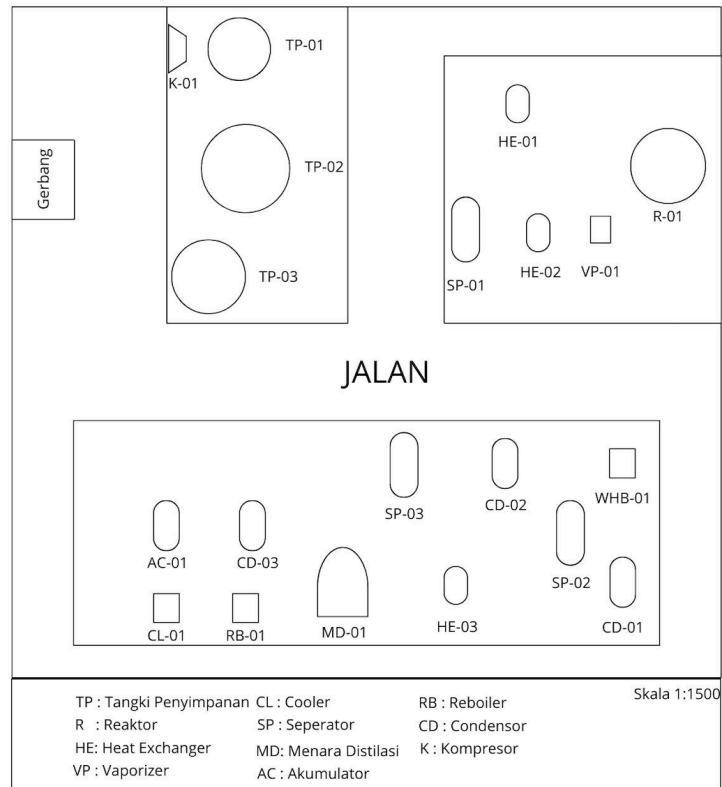
Lalu lintas sangat penting dalam proses berjalannya produksi, perlu diperhatikan agar semua pekerja bisa mencapai alat proses dengan cepat dan efisien sehingga mudah apabila terjadi gangguan agar bisa segera diatasi, serta jalur evakuasi apabila terjadi kebakaran atau bencana alam bisa ke tempat titik aman kumpul jalur evakuasi agar bisa menjaga keselamatan bersama.

4.3.5. Pertimbangan ekonomi

Pertimbangan ekonomi untuk menempatkan alat – alat proses pada pabrik. Hal ini bertujuan untuk menekan cost biaya operasi dan perencanaan agar bisa menjamin keamanan serta kelancaran produksi sehingga bisa menggantungkan dari sisi ekonomi.

4.3.6. Jarak alat proses

Penentuan jarak dari setiap alat didalam pabrik mempunyai pertimbangan tersendiri, ada yang ditempatkan berjauhan ada juga yang sulit berdekatan. Alat proses yang memiliki tekanan suhu dan operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya agar tidak membahayakan alat proses lainnya apabila terjadi kebakaran atau ledakan proses tersebut.



Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses

4.4. Organisasi Perusahaan

4.4.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan untuk pabrik Asam Asetat dari Butana ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang modal awalnya diperoleh dari penjualan saham, dimana tiap pemegang saham turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan yang berarti juga ikut memiliki perusahaan.

Direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Kapasitas Produksi	: 55.000 Ton/tahun
Lapangan Usaha	: Memproduksi Asam Asetat
Letak	: Bontang, Kalimantan Timur

Bentuk perusahaan dari pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- A. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat diperoleh dari hasil penjualan saham.
- B. Perusahaan dilindungi oleh undang – undang
- C. Memiliki kebebasan untuk melakukan berbagai aktivitas bisnis, baik jenis atau bidang usaha maupun wilayah operasinya yang lebih luas dan beragam.
- D. Tanggung jawab pemegang saham hanya sebatas pada porsi saham yang dimiliki dan tidak dapat mencakup kekayaan pribadi dari pemegang saham.
- E. Mudah mengalihkan kepemilikan
- F. Proses pendirian lebih mudah
- G. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari penjualan saham.
- H. Demi kelancaran produksi, maka tanggung jawab setiap pemegang saham dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- I. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, reksi, maupun karyawan.

4.4.2. Struktur Organisasi

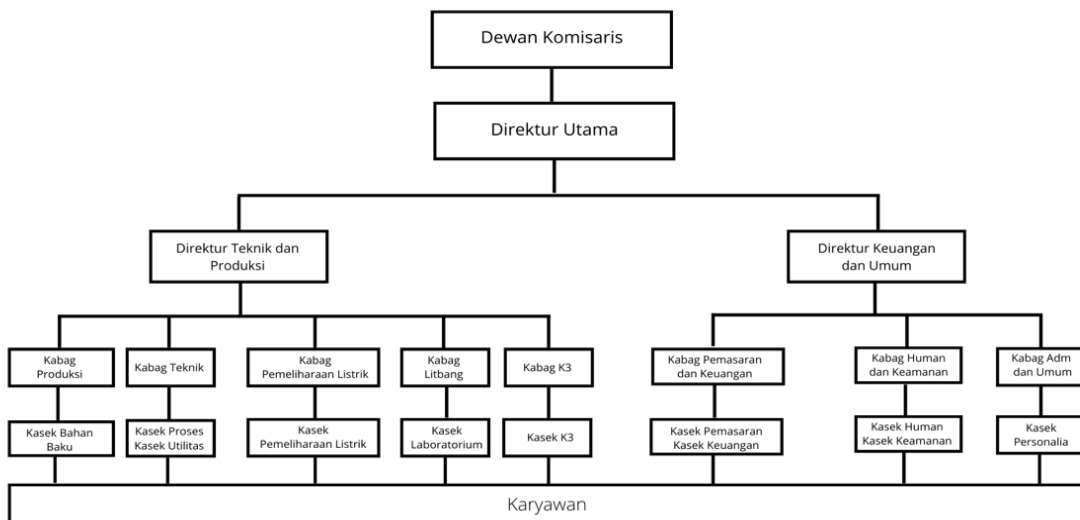
Struktur organisasi yang jelas dan sistematis di dalam suatu perusahaan merupakan salah satu factor yang berpengaruh terhadap kelangsungan dan kemajuan perusahaan karena berhubungan langsung dengan komunikasi dan kerjasama yang baik antar karyawan sehingga operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. Setiap perusahaan bisa saja memiliki struktur organisasi yang berbeda – beda tergantung pada kebutuhannya masing – masing.

Pada pabrik Asam Asetat ini struktur organisasi yang dipilih adalah dengan system line and staff. Kelebihan sistem ini adalah garis 210 kekuasaan lebih sederhana dan praktis.

Demikian pula dalam hal pembagian tugas kerja, seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasan saja. Dalam menjalankan organisasi terhadap dua kelompok yang berpengaruh pada sistem ini, yaitu:

- A. Sebagai garis atau line merupakan orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi untuk mencapai tujuan.
- B. Sebagai staff merupakan orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, berfungsi memberikan saran – saran kepada unit operasional.

Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara dalam hal tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur dibawahnya. Baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan.



Gambar 4. 3 Diagram Organisasi Perusahaan

4.4.3. Tugas dan Wewenang

4.4.3.1. Pemegang Saham

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

- A. Mengangkat dan memberikan Dewan Komisaris dan Direktur
- B. Mengesahkan hasil – hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.

- C. Mengedakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam setahun.

4.4.3.2. Dewan Komisaris

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

- A. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- B. Mengawasi tugas – tugas direksi
- C. Membantu direksi dalam tugas – tugas penting.

4.4.3.3. Direktur Utama

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

- A. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan
- B. Bertanggung jawab kepada dewan komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
- C. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
- D. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
- E. Mengkoordinir Kerjasama antara direktorat bagian dan seksi dibawahnya.

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, antara lain:

A. Direktorat Teknik dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan Teknik operasi serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Direktorat Teknik dan produksi membawahi beberapa bagian, antara lain bagian proses dan utilitas, bagian pemeliharaan, listrik dan instrumentasi, serta bagian penelitian, pengembangan dan pengendalian mutu.

B. Direktorat Keuangan dan Pemasaran

Direktorat Keuangan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang dalam Menyusun dan mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat keuangan dan pemasaran membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran

C. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum

Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum membawahi beberapa bagian, antara lain Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.

4.4.3.4. Kepala Bagian

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

A. Bagian Proses dan Utilitas

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.

B. Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi

C. Bagian penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

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

D. Bagian Keuangan

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

E. Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.

F. Bagian Kesehatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan

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

G. Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia

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

H. Bagian Umum dan Keamanan

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

4.4.3.5. Kepala Seksi

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

A. Seksi Proses

Bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi dipabrik.

B. Seksi Utilitas

Bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi dipabrik.

C. Seksi pemeliharaan

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

D. Seksi Listrik dan Instrumentasi.

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

E. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

F. Seksi Labotarium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan Pembantu dan Produk.

G. Seksi K3

Bertanggung jawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja diperusahaan

H. Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi

I. Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretiatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta asset perusahaan.

J. Seksi Personalia

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

K. Seksi Hubungan Masyarakat

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

L. Seksi Keamanan

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

4.4.4. Pembagian Jam Karyawan

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

4.4.4.1. Karyawan Non Shift

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

A. Hari Senin – Kamis

Jam Kerja : pkl 07.00 – 16.00

Jam Istirahat : pkl 12.00 – 13.00

B. Hari Jumat

Jam Kerja : pkl 08.00 – 16.00

Jam Istirahat : pkl 11.30 – 13.00

4.4.4.2. Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi.

Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam dengan pengaturan sebagai berikut:

A. Shift Pagi : pkl 07.00 – 15.00

B. Shift Sore : pkl 15.00 – 23.00

C. Shift Malam : pkl 23.00 – 07.00

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

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

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

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

Keterangan : 1,2,3, dst : Hari ke-
A,B,C,D :Regu kerja Shift
 : Libur

4.4.5. Status Karyawan

Pada pabrik bioavtur ini system upah karyawan berbeda – beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

A. Karyawan Tetap

Karyawan tetap yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

B. Karyawan Harian

Karyawan harian yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapatkan upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

C. Karyawan Borongan

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

4.4.6. Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan Asam Asetat ini terbagi menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut:

A. Gaji bulanan

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

B. Gaji Harian

Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh dan karyawan Borongan.

C. Gaji Lembur

Gaji lembur merupakan gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

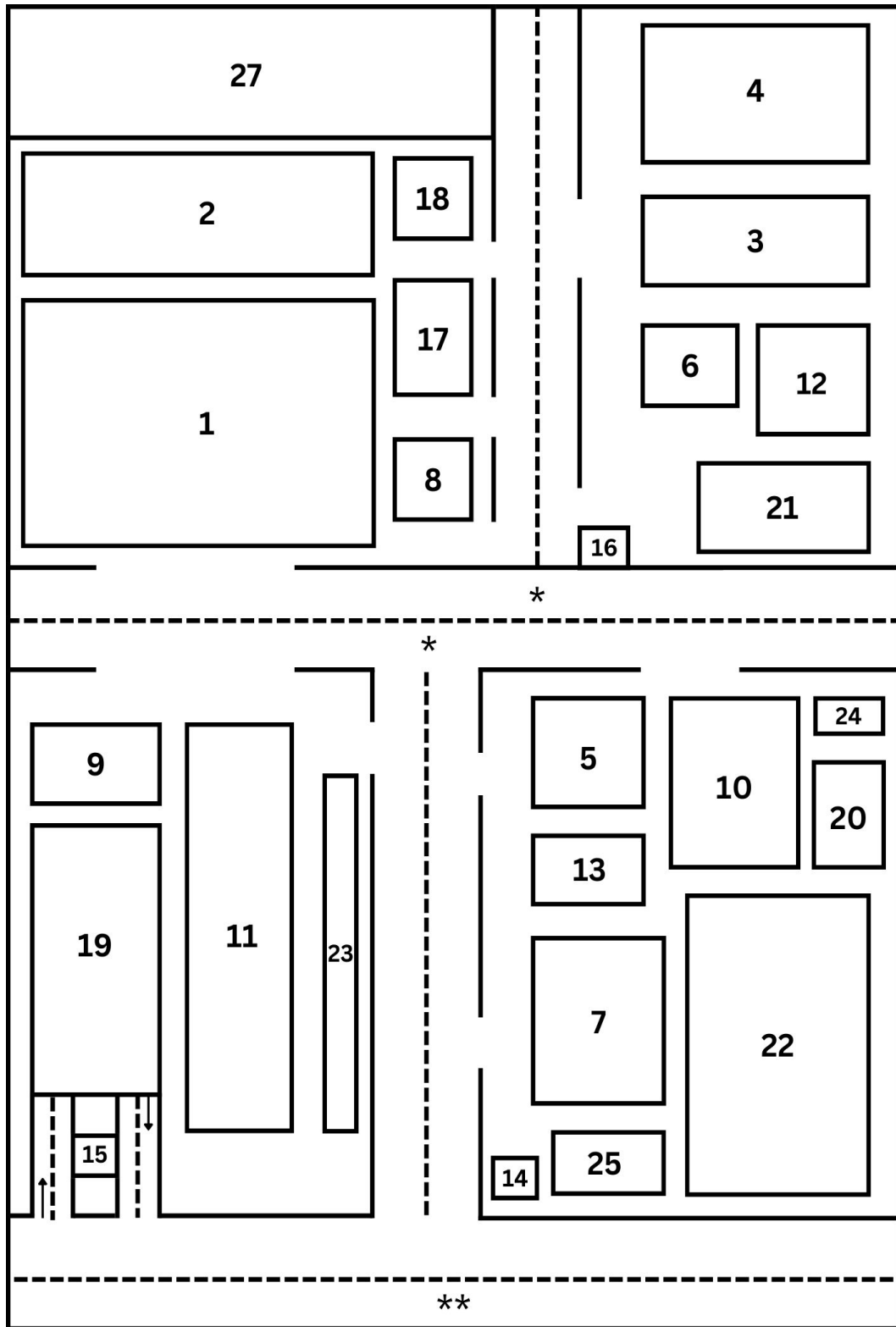
4.4.7. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Penggolongan jabatan, jumlah karyawan, gaji dapat dilihat pada table :

Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Pendidikan	Total Gaji
1.	Dewan Komisaris	2	S1	IDR. 200.000.000
2.	Direktur Utama	1	S1	IDR. 100.000.000
3.	Direktur Produksi dan Supply Chain	1	S1	IDR. 75.000.000
4.	Direktur Sumber Daya Manusia	1	S1	IDR. 75.000.000
5.	Direktur Keuangan dan Umum	1	S1	IDR. 75.000.000
6.	Staff Ahli	1	S1	IDR. 65.000.000
7.	Ka. Bag. Produksi	1	S1	IDR. 55.000.000
8	Ka. Bag. Teknik	1	S1	IDR. 55.000.000
9	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	S1	IDR. 45.000.000
10	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	S1	IDR. 45.000.000
11	Ka. Bag. Litbang	1	S1	IDR. 45.000.000
12	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	S1	IDR. 45.000.000
13	Ka. Bag. K3	1	S1	IDR. 45.000.000
14	Ka. Bag. Pem. Listrik dan Instrumen	1	S1	IDR. 45.000.000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	S1	IDR. 35.000.000
16	Ka. Sek. Proses	1	S1	IDR. 35.000.000
17	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produksi	1	S1	IDR. 35.000.000

18	Ka. Sek. Listrik dan Instrumen	1	S1	IDR. 35.000.000
19	Ka. Sek. Laboratorium	1	S1	IDR. 35.000.000
20	Ka. Sek. Personalia	1	S1	IDR. 35.000.000
21	Ka. Sek. Keuangan	1	S1	IDR. 35.000.000
22	Ka. Sek. Pemasaran	1	S1	IDR. 35.000.000
23	Ka. Sek. Humas	1	S1	IDR. 35.000.000
24	Ka. Sek. Keamanan	1	S1	IDR. 35.000.000
25	Ka. Sek. K3	1	S1	IDR. 35.000.000
26	Karyawan Personalia	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
27	Karyawan Humas	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
28	Karyawan Keamanan	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
29	Karyawan Litbang	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
30	Karyawan Pembelian	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
31	Karyawan Pemasaran	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
32	Karyawan Administrasi	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
33	Karyawan Kas/Anggaran	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
34	Karyawan Proses	12	S1/D3	IDR. 240.000.000
35	Karyawan Pengendalian	6	S1/D3	IDR. 120.000.000
36	Karyawan Laboratorium	6	S1/D3	IDR. 120.000.000
37	Karyawan Pemeliharaan	6	S1/D3	IDR. 120.000.000
38	Karyawan Utilitas	12	S1/D3	IDR. 240.000.000
39	Karyawan K3	5	S1/D3	IDR. 100.000.000
40	Kepala Operator	8	S1/D3	IDR. 160.000.000
41	Operator	72	S1/D3	IDR. 360.000.000
42	Dokter	2	S1	IDR. 40.000.000
43	Perawat	2	D3	IDR. 20.000.000
44	Satpam	9	SMA/SMK	IDR. 45.000.000
45	Supir	4	SMA/SMK	IDR. 24.000.000
46	Cleaning Service	3	SMA/SMK	IDR. 15.000.000
	TOTAL	210		IDR. 3.744.000.000



Gambar 4. 4 Tata Letak Ruangan

Keterangan :

1. Area Proses	11. Parkir Truk	21. Unit Pemadam
2. Area Utilitas	12. Litbang	22. Mess
3. Bengkel	13. Poliklinik	23. Taman 1
4. Gudang Peralatan	14. Pos Keamanan 1	24. Taman 2
5. Kantin	15. Pos Keamanan 2	25. Taman 3
6. Kantor Teknik dan Produksi	16. Pos Keamanan 3	26. Daerah Perluasan 1
7. Kantor Utama	17. Control Room	27. Daerah Perluasan 2
8. Laboratorium	18. Control Room Utilitas	* Jalan Area Pabrik
9. Area Loading/Unloading	19. Jalan Timbang	** Jalan Raya
10. Parkir Utama	20. Masjid	

4.4.8. Ketenagakerjaan.

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

1. Tunjangan – tunjangan karyawan terdiri dari :
 - A. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
 - B. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
 - C. Tunjangan lembur yang diberikan karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
 - D. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.
2. Hari Libur Nasional
Untuk karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dihitung sebagai libur kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (*Overtime*).
3. Hak Cuti
Hak cuti karyawan terdiri dari :

- A. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang ditahun tersebut.
 - B. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan Wanita yang melahirkan.
4. Fasilitas Karyawan

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

A. Poliklinik

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

B. Pakaian Kerja

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

C. Makan dan Minum

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

D. Tempat Ibadah

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

E. Transportasi

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

5. Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK).

Ruang lingkup jaminan sosial tenaga kerja meliputi:

A. Jaminan Kecelakaan Kerja

- Biaya pengobatan
- Biaya pemeriksaan, pengobatan dan perawatan
- Biaya rehabilitasi

Santunan berupa uang yang meliputi : santunan sementara tidak mampu bekerja, santunan cacat sebagian atau selama-lamanya, santunan cacat total untuk selama-lamanya baik fisik maupun mental dan santunan kematian .

B. Jaminan Kematian

- Biaya pemakaman
- Santunan berupa uang

C. Jaminan Hari Tua

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

- Telah mencapai usia 55 (lima puluh lima tahun).
- Cacat total tetap setelah ditetapkan dokter.

Dalam hal tenaga kerja meninggal dunia, jaminan hari tua dibayarkan kepada janda atau anak yatim piatu.

D. Jaminan Pemeliharaan Kesehatan

- Rawat jalan tingkat pertama
- Rawat jalan tingkat lanjutan

- Rawat inap
- Pemeriksaan kehamilan dan pertolongan persalinan
- Penunjang diagnostic
- Pelayanan khusus
- Pelayanan gawat darurat



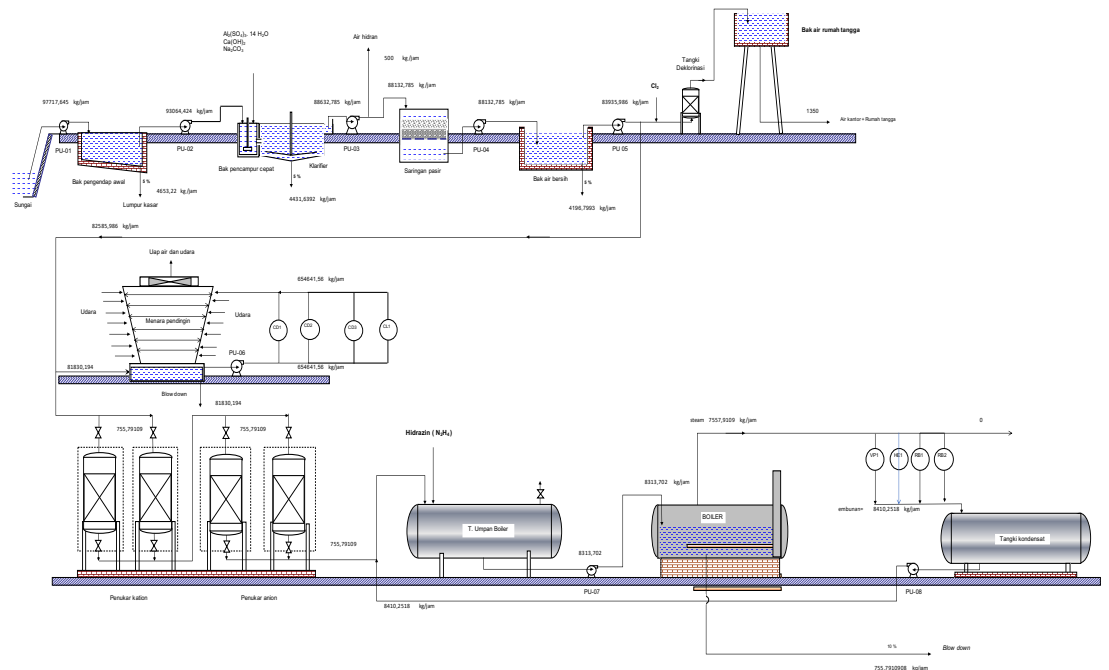
BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik asam asetat dari butana ini meliputi :

1. Diagram Alir Utilitas
2. Unit penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
3. Unit Pembangkit Steam
4. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
5. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)
6. Unit Penyediaan Bahan Bakar
7. Unit Pengolahan Limbah

5.1. Diagram Alir Utilitas



Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas

5.2. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik. Dalam

perancangan pabrik Asam Asetat dari Butana ini sumber air yang digunakan adalah sumber air sungai di Bontang. Berikut ini beberapa pertimbangan dalam menggunakan air sungai menjadi sumber air.

- A. Pengolahan air sungai relative lebih mudah, sederhana dan relative murah, sedangkan pengolahan air laut lebih rumit dan biaya pengolahannya biasa lebih tinggi karena lebih banyak kandungan garam mineral didalamnya yang perlu dipisahkan.
- B. Air laut merupakan sumber air kontinyu yang tinggi sehingga kekurangan air dapat dihindari.

Berikut ini merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk aktivitas pabrik Asam Asetat yang akan berdiri di Bontang, Kalimantan Timur :

5.2.1. Air Kebutuhan Umum

5.2.1.1. Air Domestik (*Domestic Water*)

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

- Air jernih
- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

Dilingkungan pabrik ada 5 mess dan setiap mess diisi 6 orang dan 78 orang pekerja saat di kantor

Jatah air untuk mess : 300 liter / orang x hari
: 375 liter / jam

Jatah air untuk Kantor : 150 liter/orang x hari
: 13500 kg/hari
: 562,5 kg/jam

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik

Penggunaan	Jumlah (kg/jam)
Kantor	562, 5 kg/jam
Mess	375 kg/jam
Jumlah	937,5 kg/jam

5.2.1.2. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Service water merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain – lain. Kriteria *service water* yang digunakan pada kebutuhan air yang digunakan untuk pemadam kebakaran apabila terjadi timbulnya api atau kebakaran suatu tempat didalam pabrik, kebutuhan air hydrant bersifat kondisional yang sewaktu – waktu dibutuhkan mendesak yang harus dipadamkan apabila terjadi kebakaran. Air sanitasi untuk memenuhi kualitas tertentu yaitu :

A. Syarat fisika meliputi :

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak Berasa
- Bau : tidak berbau

B. Syarat kimia, meliputi :

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air
- Tidak mengandung bahan beracun
- Tidak mengandung bakteri terutama pathogen yang dapat merubah fisik air

Total perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (*service water*) dan *hydrant* **937,5 kg/jam.**

5.2.1.3. Air Pendingin

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

- A. Air pendingin diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- B. Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan

- C. Memiliki daya serap terhadap panas persatuan volume cukup tinggi
- D. Tidak terdekomposisi

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

- A. Besi, karena dapat menyebabkan korosi
- B. Silika, karena dapat menyebabkan kerak
- C. Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.
- D. Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada film *corrosion inhibitor*, penurunan *heat exchanger coefficient* dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

Kebutuhan air pendingin pada pabrik asam asetat ini perancangan dibuat air make up sebesar **12,5%** maka kebutuhan air make up untuk pendingin menjadi sebesar **81830,2 kg/jam** dan air make up untuk boiler sebesar **10%** massa air make up untuk steam sebesar **775,791 kg/jam**

Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Air

Penggunaan		Jumlah kg/jam
Cooler	CL-01	39024,659 kg/jam
Cooler	CL-02	79627,095 kg/jam
Condensor	CD-01	267659,52 kg/jam
Condensor	CD-02	161709,06 kg/jam
Condensor	CD-03	106154,35 kg/jam
Jumlah		654174,68 kg/jam

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

Unit pembangkit steam bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi. Direncanakan boiler menghasilkan steam jenuh (*saturated steam*) pada tekanan 4,7 atm dan suhu 150 °C.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam

Penggunaan		Jumlah kg/jam
Heat Exchanger	HE-01	2207,571 kg/jam
Heat Exchanger	HE-02	1502,482 kg/jam
Reboiler	RB-01	3816,750 kg/jam
Vaporizer	VP-01	901,669 kg/jam
Jumlah		8410,252 kg/jam

5.4. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari generator pabrik apabila listrik dari PLN mengalami kendala. Hal ini bertujuan agar pasokan listrik dapat berlangsung kontinyu dan tidak ada gangguan listrik yang padam.

- Listrik untuk AC
- Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- Listrik untuk penerangan
- Listrik untuk instrumentasi

Kelebihan menggunakan listrik PLN adalah biayanya murah, sedangkan kekurangan menggunakan listrik PLN adalah kontinyu dari penyediaan listrik tenaganya tidak tetap dan kurang terjamin.

Tabel 5. 4 Daya Alat Proses

NO	Alat	Kode Alat	Daya	
			HP	kWatt
1	Pompa Proses	P-01	7,5	5,593
2	Pompa Proses	P-02	3,0	2,237
3	Pompa Proses	P-03	0,5	0,373
4	Pompa Proses	P-04	0,5	0,373
5	Pompa Proses	P-05	15,0	11,186
6	Kompresor	K-1	25000	18642,804
TOTAL			25026,5	18662,566

Tabel 5. 5 Daya Alat Utilitas

NO	Alat	Kode Alat	Daya	
			HP	kWatt
1	Pompa Utilitas	P-01	7,5	5,593
2	Pompa Utilitas	P-02	7,5	5,593
3	Pompa Utilitas	P-03	3,0	2,237
4	Pompa Utilitas	P-04	15	11,186
5	Pompa Utilitas	P-05	50	37,286
6	Pompa Utilitas	P-06	5	3,729
7	Udara Tekan	Udara Tekan	0,5	0,373
8	Menara Pendingin	CT	75	55,928
9	Bak Pencampur Cepat	RMT	0,5	0,373
10	Klarifier	KL	1,5	1,119
TOTAL			165,500	123,417

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Pabrik

No		Kebutuhan (kWatt)
1	Power Plant	18662,566 kWatt
2	Utilitas	123,417 kWatt
4	Penerangan	2500 kWatt
5	Kantor	2500 kWatt
6	Bengkel Laboratorium	2500 kWatt
Jumlah		26285,981 kWatt

5.5. Unit Penyedia Udara Tekan

Pada unit penyedia udara tekan mempunyai fungsi untuk menyediakan kebutuhan udara yang dibutuhkan semua dari alat controller memenuhi kebutuhan udara tekan untuk alat – alat yang bekerja dengan prinsip pneumatic terutama alat – alat kontrol. Pada dasar proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrument udara. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 1,12454 m³/jam dengan tekanan 4 atm.

5.6. Unit Penyedia Bahan Bakar

Pada unit penyedia bahan bakar bertujuan menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada boiler dan furnace. Bahan bakar yang dibutuhkan sebanyak 484,7396148 liter/jam

5.7. Unit Pengolahan Limbah

Limbah merupakan bahan sisa buangan dari suatu proses produksi industri pabrik yang sudah tidak terpakai lagi. Pengolahan limbah pabrik asam asetat dari butana ini terbagi menjadi dua jenis yaitu limbah cair dan limbah gas. Limbah dari proses produksi pabrik harus dikondisikan agar tidak terjadi pencemaran lingkungan seperti kematian ikan, merusak tanaman, keracunan pada hewan, maupun gangguan kesehatan manusia. Limbah ini diolah di Unit Pengolahan Limbah yang menghasilkan sebagai berikut :

5.7.1. Limbah Cair

Limbah cair pabrik ini adalah limbah air pengolahan asam asetat. Limbah air pengolahan asam asetat mengandung hidrokarbon. Limbah seperti ini dapat ditangani dengan metode Oksidasi Basah (*Wet Oxidation*) Metode oksidasi basah dapat diterapkan pada berbagai jenis limbah organik atau anorganik yang dapat dioksidasi dan larut atau tersuspensi dalam air, terutama limbah yang bersifat racun dan memiliki kadar COD yang tinggi (Mishra dkk., 1995). karena asam formiat dapat membentuk ikatan hidrogen berganda yang kuat dalam air maupun dalam bentuk murni. Oleh karena itu, cara pengolahan limbah dengan Oksidasi basah diperlukan untuk mengolah limbah tersebut agar limbah yang dibuang ke perairan tidak menimbulkan pencemaran.

5.7.2. Limbah Gas

Limbah gas berasal dari gas hasil reaksi reactor yang berupa N_2 , O_2 , CO , CO_2 , H_2 . Secara umum limbah gas tersebut langsung dibuang ke udara bebas.

5.8. Spesifikasi Alat Utilitas

11. Bak Pengendapan Awal

Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Pengendap Awal

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Pengendap Awal
Kode	: BP
Fungsi	: Mengendapkan kotoran yang terbawa dari air sungai
Bentuk	: Persegi Panjang
Bahan	: Beton Bertulang
Volume	: 2867,286 m ³
Waktu tinggal	: 24 jam
Over Design	: 20%

12. Bak Pencampur Cepat

Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pencampur Cepat

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Pencampur Cepat
Kode	: RMT
Fungsi	: Mencampur bahan kimia penggumpal dan pengurang kesadahan
Bentuk	: Silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume	: 1,8962 m ³
Waktu tinggal	: 1 menit
Over Design	: 20%

13. Klarifier

Tabel 5. 9 Spesifikasi Klarifier

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Klarifier
Kode	: KL
Fungsi	: Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran koloid yang terbawa oleh air
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Volume air	: 474,064 m ³
Volume klarifier	: 568,877 m ³
Diameter	: 10,3247 m ³
Waktu tinggal	: 5 jam
Over Design	: 20%

14. Saringan Pasir

Tabel 5. 10 Spesifikasi Saringan Pasir

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Saringan Pasir
Kode	: SF
Fungsi	: Menyaring partikel – partikel halus yang ada didalam sungai
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Kecepatan penyaringan	: 6,1112 m ³ /m ²
Luas aliran	: 14,693 m ²
Diameter	: 3,8332 m ²

15. Bak Air Bersih

Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Air Bersih

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Air Bersih
Kode	: BAB
Fungsi	: Menampung air bersih hasil penyaringan
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Volume bak	: 862,037 m ³
Panjang	: 25,426 m
Lebar	: 8,48 m
Waktu tinggal	: 8 jam
Over Design	: 20%

16. Bak Air Minum

Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Air Minum

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Air Minum
Kode	: BAM
Fungsi	: Menampung air untuk kantor pelayanan dan perumahan
Bentuk	: Bak persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
Volume air	: 61,809 m ³
Volume bak	: 74,170 m ³
Panjang	: 7,45 m
Lebar	: 2,49 m
Waktu tinggal	: 24 jam
Over Design	: 20%

17. Menara Pendingin

Tabel 5. 13 Spesifikasi Menara Pendingin

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Menara Pendingin
Kode	: CT
Fungsi	: Mendinginkan suhu air dari 50°C sampai 30°C
Jenis	: Menara Pendingin Jujut Tarik
Bahan	: Beton bertulang
Flux volume	: 4,28 m ³ /m ² jam
Luas Penampang	: 153,689 m ²
Panjang	: 12,397 m
Lebar	: 12,397 m
Daya Penggerak	: 75 HP

18. Tangki Penukar Kation

Tabel 5. 14 Spesifikasi Tangki Penukar Kation

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Penukar Kation
Kode	: TK
Fungsi	: Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,11038 m ³
Diameter	: 0,51991 m
Tinggi Resin	: 0,51991 m
Tinggi Tangki	: 0,62389 m
Over Design	: 20%

19. Tangki Penukar Anion

Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki Penukar Anion

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Penukar Anion
Kode	: TA
Fungsi	: Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,03532 m ³
Diameter	: 0,35561 m
Tinggi Resin	: 0,35561 m
Tinggi Tangki	: 0,42673 m
Over Design	: 20%

20. Tangki NaCl

Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki NaCl

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki NaCl
Kode	: TNaCl
Fungsi	: Melarutkan NaCl untuk regenerasi penukar kation
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,11038 m ³
Volume Tangki	: 0,0853 m ³
Volume Larutan	: 0,07108 m ³
Massa Air	: 67,1877 kg
NaCl digunakan	: 3,53619 kg
Diameter	: 0,44897 m
Tinggi Tangki	: 0,44897 m
Over Design	: 20%

21. Tangki NaOH

Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki NaOH

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki NaOH
Kode	: TNaOH
Fungsi	: Melarutkan NaOH untuk regenerasi penukar kation
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,03532 m ³
Volume Tangki	: 0,02729 m ³
Volume Larutan	: 0,02275 m ³
Massa Air	: 21,5 kg
NaOH digunakan	: 1,13158 kg
Diameter	: 0,30709 m
Tinggi Tangki	: 0,30709 m
Over Design	: 20%

22. Tangki Umpan Boiler

Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Umpan Boiler
Kode	: TBWF
Fungsi	: Menyimpan air umpan boiler
Jenis	: Tangki silinder horizontal
Bahan	: Baja karbon
Volume air	: 6,09136 m ³
Volume Tangki	: 7,30963 m ³
Waktu Tinggal	: 8 jam
Diameter	: 1,458 m
Panjang Tangki	: 4,38 m
Over Design	: 20%

23. Tangki Kondensat

Tabel 5. 19 Spesifikasi Tangki Kondensat

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Kondensat
Kode	: Tkondensat
Fungsi	: Menyimpan air umpan boiler
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume air	: 8,47083 m ³
Volume Tangki	: 10,165 m ³
Waktu Tinggal	: 1 jam
Diameter	: 1,627 m
Panjang Tangki	: 4,88 m
Over Design	: 20%

24. Kompresor Udara

Tabel 5. 20 Spesifikasi Kompresor Udara

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Kompresor Udara
Fungsi	: Menekan udara
Jenis	: Kompresor sentrifugal
P1	: 1 atm
P2	: 4 atm
Jumlah Stage	: 1
Daya Motor	: 0,5 HP
Suhu	: 30°C

25. Tangki Silika

Tabel 5. 21 Spesifikasi Tangki Silika

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Silika
Fungsi	: Menghilangkan uap air yang masih terkandung dalam udara
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Bahan	: Baja karbon
Massa Air Diserap	: 7,55571 kg
Massa Silika Gel	: 377,785 kg
Volume Silika	: 0,3148 m ³
Volume Tangki	: 0,3777 m ³
Diameter	: 0,7835 m
Over Design	: 20%

26. Tangki Udara Tekan

Tabel 5. 22 Spesifikasi Tangki Udara Tekan

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Udara Tekan
Fungsi	: Menampung udara tekan selama 120 menit
Jenis	: Tangki silinder horizontal
Tekanan	: 4 atm
Volume Tangki	: 1,12454 m ³
Diameter	: 1 m
Panjang	: 3 m

27. Boiler

Tabel 5. 23 Spesifikasi Boiler

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Boiler
Kode	: Boiler
Fungsi	: Menguapkan air menjadi steam
Jenis	: Boiler Lorong api
Luas	: 235,559 m ²
BBM diperlukan	: 484,739 liter/jam
Beban Panas Total	: 19168640 kJ/jam
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,0627 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,0730 m
Panjang Pipa	: 0,3048 m

28. Pompa Utilitas

Tabel 5. 24 Spesifikasi Pompa Utilitas 1

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-01
Fungsi	: Memompa air sungai ke bak pengendap awal
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 99055,816 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0.02765 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 1,48366 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,16828 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,15405 m
Luas Aliran	: 0,01864 m ²
Efisiensi Motor	: 85%
Power Pompa	: 5,5968 HP
Power Motor	: 7,5 HP

29. Pompa Utilitas

Tabel 5. 25 Spesifikasi Pompa Utilitas 2

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-02
Fungsi	: Memompa air dari bak pengendap awal ke bak klarifier
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 94338,873 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0.02634 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,81601 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,21908 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,20272 m
Luas Aliran	: 0,03228 m ²
Efisiensi Motor	: 82%
Power Pompa	: 4,797 HP
Power Motor	: 7,5 HP

30. Pompa Utilitas

Tabel 5. 26 Spesifikasi Pompa Utilitas 3

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-03
Fungsi	: Memompa air dari klarifier ke saringan pasir
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 89846,545 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0.02496 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,77326 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,21908 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,20272 m
Luas Aliran	: 0,03228 m ²
Efisiensi Motor	: 81%
Power Pompa	: 1,6755 HP

Power Motor : 3 HP

31. Pompa Utilitas

Tabel 5. 27 Spesifikasi Pompa Utilitas 4

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-04
Fungsi	: Memompa air dari bak air bersih ke tendon air
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 85091,948 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0.02376 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 1,27451 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,16828 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,15405 m
Luas Aliran	: 0,01864 m ²
Efisiensi Motor	: 87%
Power Pompa	: 9,51 HP
Power Motor	: 15 HP

32. Pompa Utilitas

Tabel 5. 28 Spesifikasi Pompa Utilitas 5

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-05
Fungsi	: Memompa air dari bak air bersih ke cooling tower
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 654714,68 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0,1826 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 1,1937 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,457 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,441 m
Luas Aliran	: 0,1529 m ²

Efisiensi Motor	: 89%
Power Pompa	: 43,97 HP
Power Motor	: 50 HP

33. Pompa Utilitas

Tabel 5. 29 Spesifikasi Pompa Utilitas 6

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-06
Fungsi	: Memompa air dari tangki umpan boiler ke boiler
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 8333,743 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0,00231 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,755 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,073 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,062 m
Luas Aliran	: 0,003 m ²
Efisiensi Motor	: 84%
Power Pompa	: 3,14 HP
Power Motor	: 5 HP

BAB VI EVALUASI EKONOMI

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan 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 dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

Dalam evaluasi ekonomi ini factor – factor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Payout Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow (Rate DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

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

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)
Meliputi :
 - A. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - B. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi :

- A. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- B. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

- A. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- B. Biaya variable (*Variable Cost*)
- C. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

6.1. Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik asam asetat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2025. Didalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1990 sampai 2025, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 6. 1 Harga Indeks Alat

No	Xi	Indeks (Yi)
1	2008	575,4
2	2009	521,9
3	2010	550,8
4	2011	585,7
5	2012	584,6
6	2013	567,3
7	2014	579,8
8	2015	556,8
9	2016	541,7
10	2017	567,5
11	2018	603,1
12	2019	579,4
13	2020	581,5
14	2021	583,6
15	2022	585,7
16	2023	587,8
17	2024	589,9
18	2025	592

(Sumber : chemengonline, Data CEPCI 2022)

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 2,1x - 3660,5$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, sehingga indeks pada tahun 2025 sebesar = 592. Harga – harga alat lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peter & Timmerhaus, tahun 1990 dan Aries & Newton, tahun 1995). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

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

(Aries & Newton, 1995)

Dalam hubungan ini :

E_x = Harga pembelian pada tahun 2025

E_y = Harga pembelian pada tahun referensi 2014

N_x = Index harga pada tahun 2024

N_y = Index harga pada tahun referensi 2025

6.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produk asam asetat	: 55.000 Ton/tahun
Satu tahun produksi	: 330 hari
Umur Pabrik	: 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	: 2025
Kurs mata uang tahun 2022	: 1US\$: Rp 14.539

6.3. Perhitungan Biaya

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.

B. Working Capital Investment

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

2) Manufacturing Cost

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

A. Direct Cost

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

B. Indirect Cost

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

C. Fixed Cost

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

3) General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran – pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk Manufacturing Cost.

6.4. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

1) Percent Return On Investment

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

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

2) Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

- A. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya Capital Investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
- B. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- C. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

3) Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- A. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian)
- B. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapatkan keuntungan.
- C. Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini :

- Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum
- Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum
- Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum
- Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4) Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- A. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain Variable Cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit)
- B. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- C. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar Fixed Cost.
- D. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

5) Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

- A. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- B. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman serta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- C. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR:

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

Dimana :

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash flow : profit after taxes + depresiasi + finance*

N : *Umur Pabrik*

I : *Nilai DCFR*

6.5. Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik Asam Asetat ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan. Hasil perhitungan disajikan pada table dibawah ini :

Tabel 6. 2 Physical Plant Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Harga alat sampai ditempat	\$5 371 844	Rp.1 370 028 000
2	Instalasi alat	\$521 968	Rp.856 548 000
3	Pemipaan	\$17 061	Rp.1 326 053 000
4	Instrumentasi	\$554 706	Rp.273 834 000
5	Isolasi	\$140 635	Rp.456 489 000
6	Instalasi listrik		Rp.102 752 000
7	Bangunan		Rp.19 295 000 000
8	Tanah dan perbaikan		Rp.230 000 000 000
9	Utilitas	\$308 032	Rp.12 161 599 000
Physical Plant Cost (PPC)		\$6 914 246	Rp.265 842 303 000

$$\begin{aligned}
 \text{Direct Plant Cost (DPC)} &= \text{PPC} + \text{Engineering and Construction} \\
 &= \$8 297 095 \\
 &= \text{Rp.319 010 764 000}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. 3 Fixed Capital Investment

No	Fixed Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Direct Plant Cost	\$8 297 095	Rp.319 010 764 000
2	Upah kontraktor	\$829 710	Rp.31 901 076 000
3	Biaya tak terduga	\$1 244 564	Rp.47 851 615 000
	Jumlah	\$10 371 369	Rp.398 763 455 000

Tabel 6. 4 Direct Manufacturing Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Bahan baku		Rp.309 699 694 000,
2	Buruh		Rp.4 320 000 000,
3	Supervise		Rp.648 000 000,
4	Pemeliharaan alat	\$725 996	Rp.27 913 442 000,
5	Persediaan alat	\$108 899	Rp.4 187 016 000,
6	Royalty dan patent		Rp.18 404 432 000,
7	Utilitas		Rp.691 588 886 000,
	Direct Manufacturing Cost (DMC)	\$834 895,	Rp.1 056 761 470 000,

Tabel 6. 5 Indirect Manufacturing Cost

No	Perihal	Harga (Rp)
1	Payroll Overhead	Rp.864 000 000,
2	Laboratorium	Rp.864 000 000,
3	Plant Overhead	Rp.4 320 000 000,
4	Kemasan	Rp.184 044 318 000,
5	Distribusi	Rp.7 877 326 000,
	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp.197 969 644 000,

Tabel 6. 6 Fixed Manufacturing Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Depresiasi	\$1 037 137	Rp.39 876 346 000
2	Pajak Kekayaan		Rp.5 528 406 000
3	Asuransi	\$103 714	Rp.3 987 635 000
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		\$1 140 851	Rp.49 392 387 000

Tabel 6. 7 Manufacturing Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Biaya Pengolahan Langsung	\$834 895	Rp.1 056 761 470 000
2	Biaya Pengolahan Tidak Langsung		Rp.197 969 644 000
3	Biaya Pengolahan Tetap	\$1 140 851	Rp.49 392 387 000
Manufacturing Cost (MC)		\$1 975 746	Rp.1 304 123 501 000

Tabel 6. 8 Working Capital

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Inventory Bahan Baku		Rp.25 808 308 000,
2	Inventory Bahan Dalam Proses	\$2 994,	Rp.1 975 945 000,
3	Inventory Produk	\$164 646,	Rp.108 676 958 000,
4	Kredit Perluasan	\$329 291,	Rp.217 353 917 000,
5	Persediaan Tunai	\$164 646,	Rp.108 676 958 000,
Working Capital (WC)		\$661 577	Rp.462 492 086 000

Tabel 6. 9 General Expenses

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Administrasi		Rp.55 213 295 000,
2	Sales dan Promosi		Rp.36 808 864 000,
3	Penelitian dan Pengembangan		Rp.46 011 079 000,
4	Finansial	\$441 318,	Rp.68 900 443 000,
General Expenses (GE)		\$441 318	Rp.206 933 681 000

Tabel 6. 10 Analisa Keuntungan

No	Perihal	Harga (Rp)
1	Hasil Penjualan	Rp.1 840 443 178 000,
2	Biaya Produksi	Rp.1 546 965 085 000
3	Laba sebelum pajak	Rp.293 478 093 000
4	Laba sesudah pajak	Rp.234 782 474 000
5	Pajak Pendapatan (20%)	Rp.58 695 619 000

Analisa Keuntungan

Analisa Kelayakan

Penjualan :

- 1 Asam Asetat
 - Produksi : 55.000 Ton/tahun
 - Harga Jual : Rp.124.000
 - Total Penjualan : Rp.1.840.443.178.000

A. Return Of Investment

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

ROI sebelum pajak : 53,085 %

ROI sesudah pajak : 42,468 %

B. Pay Out Time

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

POT sebelum pajak : 0,98 tahun

POT sesudah pajak : 1,09 tahun

C. Break Even Point

Tabel 6. 11 Annual Fixed Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Depresiasi	\$1 037 137	Rp.39 876 346 000,
2	Pajak Kekayaan		Rp.58 695 619 000,
3	Asuransi	103 714	Rp.3 987 635 000,
Annual Fixed Cost (Fa)		\$1 140 851	Rp.102 559 600 000

Tabel 6. 12 Variable Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Bahan Baku		Rp.309 699 694 000,
2	Kemasan		Rp.184 044 318 000,
3	Utilitas		Rp.691 588 886 000,
4	Distribusi		Rp.7 877 326 000,
5	Royalty dan Patent		Rp.18 404 432 000,
Variable Cost (Va)			Rp.1 211 614 656 000

Tabel 6. 13 Regulated Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Buruh		Rp.4 320 000 000,
2	Payroll overhead		Rp.4 320 000 000,
3	Plant overhead		Rp.864 000 000,
4	Supervisi		Rp.648 000 000,
5	Laboratorium		Rp.864 000 000,
6	Pengeluaran umum	\$441 318,	Rp.206 933 681 000,
7	Pemeliharaan alat	\$725 996,	Rp.27 913 442 000,
8	Persediaan alat	\$108 899,	Rp.4 187 016 000,
Regulated Cost (Ra)		\$1 276 213	Rp.250 050 139 000

Tabel 6. 14 Sales Cost

No	Nama Produk	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Asam Asetat		Rp.1 840 443 178 000
Sales Cost (sa)			Rp.1 840 443 178 000

Dari table diatas dapat disimpulkan :

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

$$BEP = 45,53 \%$$

D. Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 18,33 \%$$

E. Discounted Cash Flow Rate

Umur Pabrik	: 10 Tahun
Fixed Capital	: Rp.1 025 160 987 000
Investment	
Working Capital	: Rp.462 492 086 000
Salvage Value (SV)	: Rp.249 295 000 000
Cash Flow	: Annual Profit + Depresiasi + Finansial
	: Rp.365 523 190 000

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

$$R = S$$

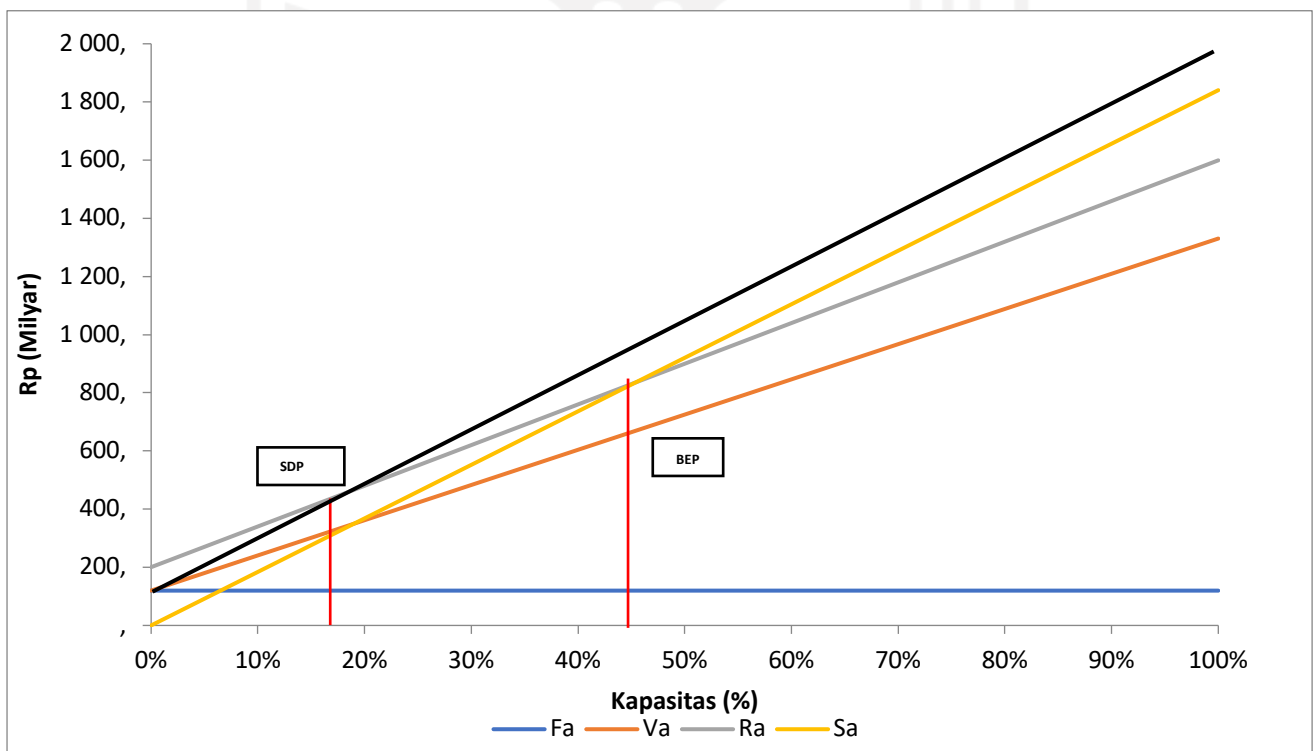
Dengan *trial and error* diperoleh nilai $i = 35,116 \%$

Tabel 6. 15 Analisa Kelayakan

No	Kriteria	Terhitung	Persyaratan
1	ROI sebelum pajak	53,085 %	Minimal 44 %
2	ROI sesudah pajak	42,468 %	
3	POT sebelum pajak	0,98	Maksimal 2 tahun
4	POT sesudah pajak	1,09	
5	BEP (%)	45,44 %	40 – 60 %
6	SDP (%)	18,32	
7	DCFR (%)	35,116 %	>8%(dari bunga bank)

Dari table diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik asam asetat ini layak didirikan dengan hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik ini memiliki tingkat resiko tinggi (*high risk*) dengan *Return Of Investment* (ROI) minimal sebesar 44%, *Pay Out Time* (POT) maksimal sebesar 2 tahun, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 40 – 60%.

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik asam asetat dari butana dapat dipahami melalui grafik sebagai berikut :



Gambar 6. 1 Grafik Break Even Point

6.6. Resiko Pabrik

Suatu pabrik harus dilihat risikonya apakah pabrik beresiko tinggi (*High Risk*) atau beresiko rendah (*Low Risk*). Resiko pabrik dapat ditinjau dari berbagai parameternya yang dapat dilihat dari table 6.16. Analisa Resiko Pabrik

Tabel 6. 16 Analisa Resiko Pabrik

No	Parameter Resiko	Deskripsi	Risk	
			Low	High
1	Kondisi Operasi	Suhu maksimal yang digunakan 205°C	√	
		Tekanan maksimal yang digunakan 7 atm		√
2	Bahan baku Yang digunakan			
	Butana	Toksisitas : Irritant		√
		Explosion Limits : lower 1,86% upper 8,41 %	√	
		Flamability : Cairan dan uap yang mudah terbakar		√
Stabilitas : tidak stabil pada suhu kamar		√		
3	Sifat produk yang dihasilkan			
	Asam Asetat	Toksisitas : irritant		√
		Explosion Limits : lower 4% upper 19,9%	√	
		Flamability : Cairan dan uap mudah terbakar		√
Stabilitas : Stabil di suhu kamar	√			
4	Regulasi pemerintah	<p>Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri</p> <p>Dan</p> <p>Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan</p>	√	

		<p>Faktor Kimia di Tempat Kerja</p> <p>Menetapkan</p> <p>Baku mutu emisi atau nilai ambang batas (NAB) untuk : CO = 29 mg/m³ CO₂ = 9000 mg/m³</p> <p>Kebijakan pemerintah dalam bidang investasi, pemerintah masih membuka kesempatan investasi bagi industri asam asetat di Indonesia. Hal ini terlihat dalam Daftar Negatif Investasi (DNI) yang tertuang dalam Perpres No.44 tahun 2016 Bahwa asam asetat tidak termasuk dalam bidang usaha yang tertutup mutlak bagi penanam modal, sehingga masih terbuka peluang investasi untuk PMDN maupun PMA</p>		
5	Keberadaan Pabrik	Pabrik asam asetat dari butana sudah didirikan di Indonesia yaitu :Pt. Indo acidatama	√	

Melihat parameter pada table 6.16, maka pabrik asam asetat dikategorikan sebagai pabrik dengan resiko tinggi (*High Risk*)

BAB VII PENUTUP

7.1. Kesimpulan

1. Pabrik asam asetat didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi impor, memberi lapangan pekerjaan, dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik asam asetat dari butana dengan kapasitas 55.000 ton/tahun ini akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur dengan pertimbangan dekat dengan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik serta mempunyai prospek yang baik karena lokasinya dekat dengan Kawasan industri. Membutuhkan bahan baku butana sekitar 3377,06871 kg/jam.
3. Berdasarkan analisis ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Laba yang diperoleh
 - Laba sebelum pajak sebesar : 293 478 093 000,
 - Laba setelah pajak (20%) sebesar : 234 782 474 000,
 - b. *Return On Investment* (ROI) : 53,085 %
 - c. *Pay Out Time* (POT) : 0,98 tahun
 - d. *Break Even Point* (BEP) : 45,44 %
 - e. *Shut Down Point* (SDP) : 18,32 %
 - f. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) : 35,116 %
4. Reaktor yang digunakan fixed bed multitube dengan alasan reaksi yang digunakan dalam fase gas dan katalisnya padat lalu menggunakan banyak pipa (Multitube) dengan alasan reaksi berlangsung dalam suhu yang tinggi 190°C dengan tujuan mengendalikan suhu yang berlangsung di reactor.
5. Ditentukan tekanan 6,5 atm dengan alasan ingin mempercepat laju reaksi yang berjalan dan ingin menentukan tinggi reactor yang digunakan. Menentukan suhu 190°C ditentukan dari buku faith and keyes.
6. Pabrik asam asetat dengan tekanan 6,5 atm dan suhu 190°C ini layak untuk didirikan dengan hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik ini memiliki

tingkat resiko tinggi (*high risk*) dengan *Return Of Investment* (ROI) minimal sebesar 44 % per tahun, *Pay Out Time* (POT) maksimal sebesar 2 tahun, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 40 – 60 %. Bahan baku yang digunakan cenderung mudah terbakar, mudah dalam penyimpanan dan pengolahannya lalu proses berlangsung pada tekanan yang tinggi sehingga dibutuhkan tingkat keamanan yang terjamin.

7.2. Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang ramah lingkungan.
3. Produk asam asetat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2020. Price of Acetic Acid. <http://www.alibaba.com/>. Diakses pada Tanggal 4 September 2022 Pukul 20.00 WIB
- Aries, R.S. & Newton, R.D., 1955, Chemical Engineering Cost Estimation, McGraw Hill Book Company, New York
- Fessenden, Ralph J. and Fessenden, Joan. S.,1992, Kimia Organik, Erlangga.Jakarta.
- Google Maps. 2022. My Maps. <http://www.maps.google.com/>. Diakses pada Tanggal 24 Agustus 2022 Pukul 22.00 WIB.
- <https://www.bps.go.id/> Diakses pada Tanggal 15 April 2022 Pukul 20.00 WIB
- <http://www.chemengonline.com/pci/>. Diakses pada Tanggal 1 September Pukul 14.00 WIB.
- Kern, D.Q., 1950, Process Heat Transfer, Mc. Graw Hill Book Company Inc.,New York.
- Matche. 2022. Equipment Cost. <http://www.matche.com/>. Diakses pada Tanggal 10 Agustus 2022 Pukul 11.30 WIB.
- McKetta, J. J., and W.A. Cunningham., 1976, Encyclopedia of Chemical Processing and Design. New York: Marcen Dekker Inc
- Monique Ferrer, René David and Jacques Villermaux.,1983, Homogeneous Oxidation of n – butane in a fixed bed reactor, France
- Perry's, R.H., and Green, D., 1999, Perry's Chemical Engineer's Hand Book,7th edition, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D., 1991, Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th Ed. New York: McGraw-Hill Book Company.

Suwarni, Eka S., 2006, Proses Produksi Asam Asetat di PT Sarasa Nugraha Tbk. Lapora Kerja Praktek Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia.

Ulrich, G.D., 1984, A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Yaws, 1979, Thermodynamic and Physical Properties Data, Mc Graw Hill Book Co., Singapore.

Zamani, 1998, Manajemen, Badan Penerbit IPWI, Jakarta



LAMPIRAN PERANCANGAN REAKTOR

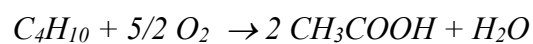
1. Perancangan Reaktor

Jenis	: Fixed Bed Multitube Reaktor
Fungsi	: Tempat terjadinya oksidasi butana menjadi asam asetat
Kondisi Operasi	
Suhu	: 190 °C
Tekanan	: 6,5 atm
Konversi	: 98%
Reaksi	: Eksotermis, Non adiabatik, Non Isothermal
Tujuan Perancangan	: 1. Menentukan jenis reaktor 2. Menghitung neraca massa 3. Menghitung neraca panas 4. Perancangan reaktor

Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Massa Input (kg/jam)	Massa Output (kg/jam)
H ₂	0	0,13752951
N ₂	35571,7905	35571,7905
CO	0	0,96270657
O ₂	10806,6199	6322,71203
CO ₂	0	1,51282462
C ₄ H ₁₀	3377,06871	130,223876
C ₅ H ₁₂	86,5915055	84,1159743
H ₂ O	834,811386	1843,07177
HCOOH	0	4,74476812
CH ₃ COOH	0	6717,61001
TOTAL	50676,882	50676,882

Reaksi yang terjadi didalam reactor





A. Menentukan jenis reactor

Dipilih reactor fixed bed multitube dengan pertimbangan sebagai berikut

- Zat pereaksi berupa fase gas dengan katalis padat
- Reaksi sangat eksotermis sehingga memerlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin optimal
- Tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reactor
- Umur katalis panjang 12-15 bulan
- Membutuhkan sedikit perlengkapan bantu
- Konstruksi reactor fixed bed multitube lebih sederhana jika dibandingkan dengan reactor fluidized bed sehingga biaya pembuatan, operasional, dan perawatannya relative murah.
- Pengendalian suhu relative mudah karena menggunakan tipe shell and tube.

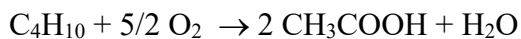
Pada perancangan reactor ada beberapa asumsi yang diambil :

- Aliran plug flow, diasumsi tidak terjadi gradient konsentrasi kearah radial
- Disperse aksial diabaikan
- Kondisi operasi pada steady state
- Tekanan operasi konstan

B. Menghitung Neraca Massa

Komponen n	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂	2	0	0	0,0687647 6	0,1375295 1
N ₂	28	1270,4210 9	35571,790 5	1270,4210 9	35571,790 5
CO	28	0	0	0,0343823 8	0,9627065 7
O ₂	32	337,70687 1	10806,619 9	197,58475 1	6322,7120 3
CO ₂	44	0	0	0,0343823 8	1,5128246 2
C ₄ H ₁₀	58	58,225322 7	3377,0687 1	2,2452392 5	130,22387 6
C ₅ H ₁₂	72	1,2026598	86,591505 5	1,1682774 2	84,115974 3
H ₂ O	18	46,378410 4	834,81138 6	102,39287 6	1843,0717 7
HCOOH	46	0	0	0,1031471 3	4,7447681 2
CH ₃ COOH	60	0	0	111,96016 7	6717,6100 1
TOTAL		1713,9343 5	50676,882	1686,0130 8	50676,882

Reaksi yang terjadi di reactor :



$$K_1 = 7,23 * \exp (-20500 / RT)$$

$$K_2 = 0,0597 * \exp (-20200/RT)$$

Pembentukan persamaan matematis

- Neraca massa untuk CH₃COOH dalam elemen volume Δv

Kecepatan massa CH₃COOH masuk - Kecepatan massa CH₃COOH keluar +
CH₃COOH yang terbentuk dalam sistem = Akumulasi

$$F_a|_z - F_a|_{z+\Delta z} + (-r_a)\Delta v = 0$$

$$F_a|_z - F_a|_{z+\Delta z} = -(-r_a)\Delta v$$

$$\lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{F_a|_z - F_a|_{z+\Delta z}}{\Delta z} = -(-r_a)\pi d^2/4$$

$$-dF_a/dz = -(-r_a)\pi d^2/4$$

$$-dF_a(1 - x_a)/dz = -(-r_a)\pi d^2/4$$

$$F_{a0} dx_a/dz = -(-r_a)\pi d^2/4$$

$$dx_a/dz = (-(-r_a)\pi d^2/4) / F_{a0}$$

- Neraca massa untuk HCOOH dalam elemen volume Δv

Kecepatan massa HCOOH masuk - Kecepatan massa HCOOH keluar +
HCOOH yang terbentuk dalam sistem = Akumulasi

$$F_b|_z - F_b|_{z+\Delta z} + (-r_b)\Delta v = 0$$

$$F_b|_z - F_b|_{z+\Delta z} = -(-r_b)\Delta v$$

$$\lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{F_b|_z - F_b|_{z+\Delta z}}{\Delta z} = -(-r_b)\pi d^2/4$$

$$-dF_b/dz = -(-r_b)\pi d^2/4$$

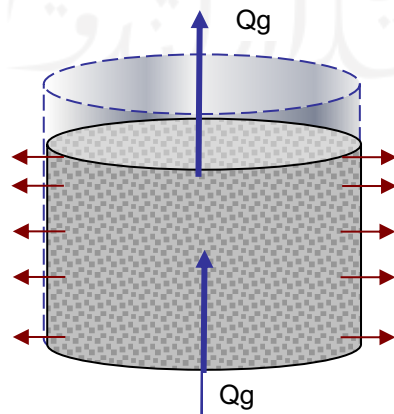
$$-dF_b(1 - x_b)/dz = -(-r_b)\pi d^2/4$$

$$F_{b0} dx_b/dz = -(-r_b)\pi d^2/4$$

$$dx_b/dz = (-(-r_b)\pi d^2/4) / F_{b0}$$

C. Neraca Panas

- Neraca panas dalam elemen volume



Kecepatan panas masuk - kecepatan panas keluar + panas yang dalam sistem = Akumulasi

$$Qg|_z - Qg|_{z+\Delta z} + Qr - Qpp = 0$$

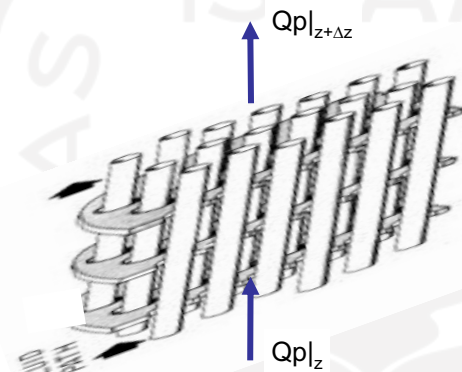
$$Qr = (-r1) \cdot \Delta hr1 (\pi \cdot Id^2/4) \cdot \Delta z$$

$$-dQg/dz = -[(-r1) \Delta hr1 - (-r2) \Delta hr2] (\pi Id^2/4) - Ud * (\pi Od) (Tg - Tp)$$

$$Qg = \sum fgi cpgi (Tg - Treff)$$

$$dTg/dz = [(-r1) \Delta hr1 - (-r2) \Delta hr2] \pi Id^2/4 - Ud * (\pi Od) (Tg - Tp) / fgi cpgi$$

- Neraca panas untuk media pendingin



Kecepatan panas masuk - kecepatan panas keluar + perpindahan kalor dalam sistem = akumulasi

$$QP|_z - QP|_{z+\Delta z} + Ud \pi N_{\text{pipa}} (Tg - Tp) = 0$$

$$-dQp/dz = -Ud \pi N_{\text{pipa}} (Tg - Tp)$$

$$Qp = f_{\text{mass}} c_{pp} (Tp - Treff)$$

$$dF_{\text{mass}} c_{pp} (Tp - Treff) / dz = Ud \pi N_{\text{pipa}} (Tg - Tp)$$

$$dTp/dz = Ud \pi N_{\text{pipa}} (Tg - Tp) / F_{\text{mass}} c_{pp}$$

- Penurunan tekanan

Persamaan penurunan tekanan dihitung dengan persamaan Tallmagade

(Bird, R.B., " Transport Phenomena ", ed 2, halaman 191)

$$\frac{dPt}{dz} = \left[150 \left(\frac{1-\varepsilon}{Re_p} \right) + 4.2 \left(\frac{1-\varepsilon}{Re_p} \right)^{1/6} \right] \left(\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \right) \frac{Gp^2}{\rho Dp}$$

Dengan hubungan:

Dp : Diameter katalis [m]

G_p : Flux massa [kg/m²s]
 Rep : Bilangan Reynold
 P_t : Tekanan [Bar]
 ϵ : Porositas katalis
 ρ : Rapat massa gas [kg/m³]

- penyelesaian secara matematis

penyelesaian secara matematis menggunakan cara runge kutta

$z_0 = z_{awal}$ ' inisialisasi tebal tumpukan katalis [m]

$x_{a0} = x_{aawal}$ ' inisialisasi konversi ke 1

$x_{b0} = x_{bawal}$ ' inisialisasi konversi ke 2

$T_{g0} = T_{gawal}$ ' inisialisasi suhu operasi [K]

$T_{p0} = T_{pawal}$ ' inisialisasi suhu pendingin [K]

$P_{t0} = P_{tawal}$ ' inisialisasi tekanan operasi [atm]

konstanta Rungge Kutta ke 1

Call PD(x_{a0} , x_{b0} , T_{g0} , T_{p0} , P_{t0})

$k_{11} = dx_{adz} * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap konversi ke 1

$k_{12} = dx_{bdz} * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap konversi ke 2

$l_1 = dT_{gz} * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap suhu operasi

$m_1 = dT_{pdz} * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap suhu pendingin

$n_1 = dP_{tdz} * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap tekanan operasi

konstanta Rungge Kutta ke 2

Call PD($x_{a0} + k_{11} / 2$, $x_{b0} + k_{12} / 2$, $T_{g0} + l_1 / 2$, $T_{p0} + m_1 / 2$, $P_{t0} + n_1 / 2$)

$k_{21} = dx_{adz} * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap konversi

$k_{22} = dx_{bdz} * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap konversi

$l2 = dTgdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap suhu operasi

$m2 = dTpdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap suhu pendingin

$n2 = dPtdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap tekanan operasi

konstanta Rungge Kutta ke 3

Call PD($xa0 + k21 / 2$, $xb0 + k22 / 2$, $Tg0 + l2 / 2$, $Tp0 + m2 / 2$, $Pt0 + N2/2$)

$k31 = dxadz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap konversi

$k32 = dxbdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap konversi

$l3 = dTgdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap suhu operasi

$m3 = dTpdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap suhu pendingin

$n3 = dPtdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap tekanan operasi

konstanta Rungge Kutta ke 4

Call PD($xa0 + k31$, $xb0 + k32$, $Tg0 + l3$, $Tp0 + m3$, $Pt0 + n3$)

$k41 = dxadz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap konversi

$k42 = dxbdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap konversi

$l4 = dTgdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap suhu operasi

$m4 = dTpdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap suhu pendingin

$n4 = dPtdz * delz$ ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap tekanan operasi

Perhitungan ke pertambahan tebal berikutnya

$$z_0 = z_0 + \text{delz}$$

$$x_{a0} = x_{a0} + (k_{11} + 2 * k_{21} + 2 * k_{31} + k_{41}) / 6$$

$$x_{b0} = x_{b0} + (k_{12} + 2 * k_{22} + 2 * k_{32} + k_{42}) / 6$$

$$T_{g0} = T_{g0} + (l_1 + 2 * l_2 + 2 * l_3 + l_4) / 6$$

$$T_{p0} = T_{p0} + (m_1 + 2 * m_2 + 2 * m_3 + m_4) / 6$$

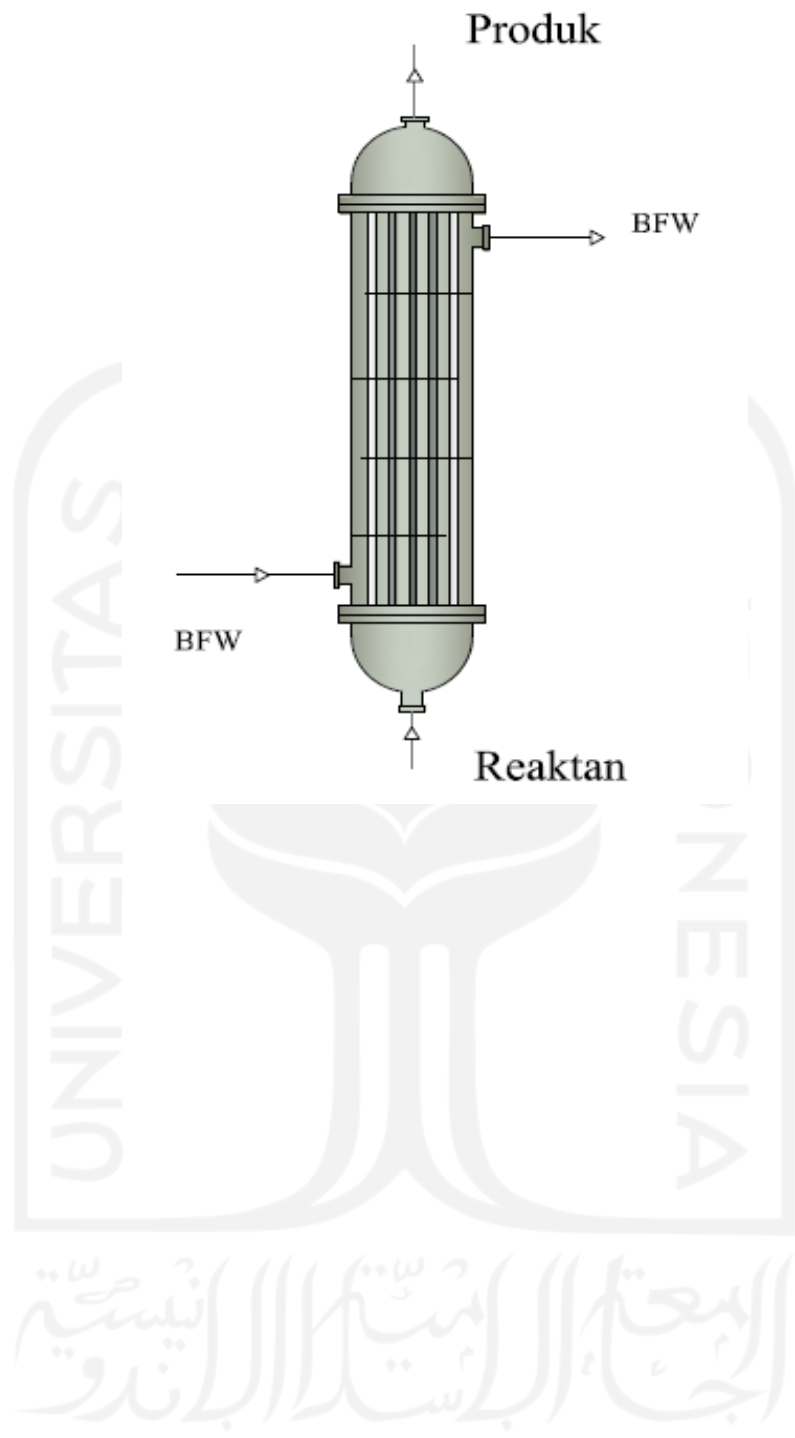
$$P_{t0} = P_{t0} + (n_1 + 2 * n_2 + 2 * n_3 + n_4) / 6$$

$$M_{wv} = f_{massint} / f_{molint}$$



Hasil run runge kutta

Tebal	xa	xb	Tg [C]	Tp [C]	Pt [atm]	dELHR1	dELHR2
0,000	0,00000	0,00000	190,000	180,000	006,500	0,0000	0
0,100	0,06727	0,00062	191,023	182,504	006,500	-15770,4105	-29513,573
0,200	0,12974	0,00124	191,986	184,648	006,500	-15876,3806	-29720,89
0,300	0,18776	0,00185	192,891	186,504	006,500	-15976,1293	-29916,026
0,400	0,24168	0,00247	193,740	188,126	006,500	-16069,9388	-30099,537
0,500	0,29180	0,00307	194,537	189,558	006,500	-16158,0993	-30271,989
0,600	0,33841	0,00368	195,285	190,833	006,500	-16240,9023	-30433,956
0,700	0,38176	0,00428	195,986	191,977	006,500	-16318,6373	-30586,003
0,800	0,42211	0,00488	196,643	193,009	006,500	-16391,5874	-30728,686
0,900	0,45967	0,00548	197,259	193,948	006,500	-16460,0275	-30862,544
1,000	0,49465	0,00607	197,835	194,805	006,500	-16524,2226	-30988,094
1,100	0,52724	0,00666	198,376	195,590	006,500	-16584,4265	-31105,835
1,200	0,55762	0,00725	198,882	196,314	006,500	-16640,8813	-31216,241
1,300	0,58594	0,00783	199,356	196,981	006,500	-16693,8168	-31319,761
1,400	0,61236	0,00842	199,801	197,599	006,500	-16743,4509	-31416,822
1,500	0,63701	0,00900	200,217	198,173	006,500	-16789,9892	-31507,827
1,600	0,66002	0,00957	200,607	198,706	006,500	-16833,6257	-31593,155
1,700	0,68151	0,01015	200,973	199,201	006,500	-16874,5427	-31673,164
1,800	0,70157	0,01072	201,315	199,664	006,500	-16912,9120	-31748,189
1,900	0,72032	0,01130	201,637	200,095	006,500	-16948,8944	-31818,545
2,000	0,73785	0,01187	201,938	200,497	006,500	-16982,6410	-31884,528
2,100	0,75423	0,01243	202,220	200,873	006,500	-17014,2933	-31946,416
2,200	0,76955	0,01300	202,484	201,225	006,500	-17043,9839	-32004,467
2,300	0,78389	0,01356	202,732	201,554	006,500	-17071,8370	-32058,924
2,400	0,79730	0,01413	202,965	201,861	006,500	-17097,9688	-32110,015
2,500	0,80985	0,01469	203,183	202,150	006,500	-17122,4880	-32157,952
2,600	0,82160	0,01525	203,388	202,419	006,500	-17145,4965	-32202,935
2,700	0,83261	0,01581	203,580	202,672	006,500	-17167,0894	-32245,15
2,800	0,84291	0,01636	203,760	202,909	006,500	-17187,3558	-32284,771
2,900	0,85257	0,01692	203,929	203,131	006,500	-17206,3790	-32321,961
3,000	0,86162	0,01747	204,087	203,340	006,500	-17224,2370	-32356,873
3,100	0,87009	0,01803	204,236	203,535	006,500	-17241,0027	-32389,649
3,200	0,87804	0,01858	204,376	203,718	006,500	-17256,7445	-32420,423
3,300	0,88549	0,01913	204,507	203,890	006,500	-17271,5261	-32449,32
3,400	0,89248	0,01968	204,631	204,051	006,500	-17285,4074	-32476,457
3,500	0,89903	0,02023	204,746	204,202	006,500	-17298,4443	-32501,942
3,600	0,90518	0,02077	204,855	204,344	006,500	-17310,6892	-32525,879
3,700	0,91094	0,02132	204,957	204,478	006,500	-17322,1912	-32548,364
3,800	0,91635	0,02187	205,053	204,603	006,500	-17332,9961	-32569,486
3,900	0,92142	0,02241	205,143	204,720	006,500	-17343,1472	-32589,329
4,000	0,92619	0,02296	205,227	204,831	006,500	-17352,6845	-32607,973
4,100	0,93066	0,02350	205,307	204,934	006,500	-17361,6460	-32625,491
4,200	0,93485	0,02404	205,381	205,031	006,500	-17370,0670	-32641,952
4,300	0,93879	0,02458	205,451	205,123	006,500	-17377,9806	-32657,421
4,400	0,94249	0,02513	205,517	205,209	006,500	-17385,4180	-32671,96
4,500	0,94596	0,02567	205,579	205,289	006,500	-17392,4083	-32685,624
4,600	0,94922	0,02621	205,637	205,365	006,500	-17398,9788	-32698,468
4,700	0,95228	0,02674	205,692	205,436	006,500	-17405,1551	-32710,541
4,800	0,95516	0,02728	205,744	205,503	006,500	-17410,9613	-32721,89
4,900	0,95786	0,02782	205,792	205,566	006,500	-17416,4199	-32732,56
5,000	0,96040	0,02836	205,837	205,625	006,500	-17421,5520	-32742,592
5,043	0,96144	0,02859	205,856	205,649	006,500	-17423,6635	-32746,72



LAMPIRAN 3
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN













KARTU KONSULTASI BIMBINGA PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Akbar Raka Kusuma
NIM : 18521121
2. Nama Mahasiswa : Prayoga Putra
NIM : 18521133

Judul Prarancangan : **PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI BUTANA KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021 & 5 Juni 2022

Batas Akhir Bimbingan : 4 Juni 2022 & 2 Desember 2022

No	Tanggal	Materi Bimbimngan	Paraf dosen
1	31/01/2022	Penentuan Kapasitas	
2	06/02/2022	Neraca Massa	
3	17/02/2022	Neraca Massa dan Diagram Alir Kualitatif	
4	22/02/2022	Neraca Massa dan Diagram Alir Kualitatif	
5	18/03/2022	Reaktor	
6	08/04/2022	Reaktor	
7	23/06/2022	Reaktor	
8	13/07/2022	Reaktor dan Kinetika dan alat alat lainnya	
9	30/08/2022	Fiksasi perhitungan reactor dan alat alat lainnya	
10.	8/09/2022	BAB 4	
11	6/10/2022	BAB 5	
12	6/10/2022	BAB 6	

Dosen Pembimbing 1



Farham H.M. Saleh, Dr., Ir., MSIE.










KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Akbar Raka Kusuma
NIM : 18521121
2. Nama Mahasiswa : Prayoga Putra
NIM : 18521133

Judul Prarancangan : **PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI BUTANA KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021 & 5 Juni 2022

Batas Akhir Bimbingan : 4 Juni 2022 & 2 Desember 2022

No	Tanggal	Materi Bimbimngan	Paraf dosen
1	05/02/2022	Penentuan Kapasitas	
2	20/06/2022	Neraca Massa, Diagram Alir Kualitatif dan penentuan alat	
3	19/07/2022	Neraca Massa dan Diagram Alir Kualitatif dan penentuan alat	
4	11/08/2022	Kinetika Reaksi	
5	23/08/2022	Diagram alir Kualitatif dan Kuantitatif dan alat besar dan alat kecil	
6	29/08/2022	PEFD	
7	09/09/2022	Fiksasi perhitungan alat dan revisi PEFD dan revisi naskah	
8.	14/10/2022	BAB 5	
9	14/10/2022	BAB 6	

Dosen Pembimbing 2



Dr. Diana , S.T. M.Sc.