PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : ELFIRA USMAWATI
NIM : 06521039

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Elfira Usmawati

NIM : 06521039

Yogyakarta, Februari 2011

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.
Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tanda tangan



Elfira Usmawati

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Nama : Elfira Usmawati
NIM : 06521039

Yogyakarta, Februari 2011

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc	Dyah Retno Sawitri, ST

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN

Oleh :
Elfira Usmawati (06 521 039)

Telah dipertahankan di depan sidang pendadaran sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Tekstil
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta , 12 April 2011

Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc	.....
Penguji I Kamariah Anwar, Dra., MS	.....
Penguji II Farham HM Saleh, Dr.,Ir., MSIE	.....

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Univesitas Islam Indonesia

Dra. Kamariah Anwar, MS

KATA PENGANTAR

بسم الله الرّحمن الرّحيم

Assalammu'alaikum Wr.Wb

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **"PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN"**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama di bangku kuliah, dan merupakan 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 berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kepada Allah SWT, Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dorongan spritual dan material.
2. Bapak Gumbolo Hadi Susanto, Ir., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

3. Ibu Dra., Hj. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Dyah Retno Sawitri, ST. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Buat seluruh keluarga Besar BOTEKS (bocah2 teknik kimia/tekstil) yang selalu membantu dan memberikan semangat.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Untuk seluruh pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, yang turut membantu kami.

Saya menyadari bahwa didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.,Wb.

Yogyakarta, Februari 2011

Penyusun

HALAMAN PERSEMBAHAN

alhamdulillahirobil'alamin,

Bersyukur kepada ALLAH SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir.

Bapak yang tidak pernah tanya kapan lulus. Saya yakin Beliau selalu mendo'akan dan menyayangiku walaupun tidak secara langsung diungkapkan dengan kata – kata. Terima kasih sudah menjadi orang tua tunggal buat kami. Ibu Parsi Alm yang senantiasa datang dalam mimpiku untuk memberi semangat dan mengingatkan sholat 5 waktu. Zaenal arifin dan Aditia Kurniawan terima kasih tuk membantu dalam mengirim tiap bulan dan segala kebutuhan yang lain untuk kelancaran selama kuliah di Jogja.

Terima kasih sebesar – besarnya untuk Endah Yulistiasari, Dhika Kusuma Wardani, Risa Herdalisa, Rini Utami Pane, Balkis Monalisa A.N., Lisa Tri Istyanti untuk semangat dan fasilitas yang sangat berarti. Tanpa kalian mungkin tidak akan mudah menyelesaikan tugas akhir ini. Bersyukur sekali mengenal kalian disegala situasi dan kondisi. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua dan tercapai semua harapan kalian untuk masa mendatang.

Septi, Tita, Rere, Timi, Kiki, Faqih, Aang, Bayu, Danang, Dian, Bang Ridho, Aji, serta mahasiswa tekim yang telah memberi motivasi. Terima kasih untuk seluruh anggota Tarung Derajat Satlat UII yang selalu memberikan ruang mengekspresikan dan menyalurkan hobi terpendam.

Semoga Allah SWT memabalas semua kebaikan kalian yang telah diberikan kepada saya. Saya berharap kita semua sukses dalam bidang masing – masing. Jika suatu saat kita terpisahkan oleh kesibukan dan kesuksesan masin – masing, saya berharap ada sedikit waktu untuk kembali mengenang masa – masa indah selama kurang lebih 5 tahun kebersamaan.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR i

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ii

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iii

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI iv

KATA PENGANTAR. v

HALAMAN PERSEMBAHAN. vii

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR. xiii

DAFTAR GRAFIK. xiv

ABSTRACT. xv

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tinjauan Pustaka. 3

BAB II. PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk. 6

2.2 Spesifikasi Bahan Baku. 6

2.3 Pengendalian Kualitas 9

BAB III. PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses. 13

3.2 Spesifikasi Alat. 17

3.3 Perencanaan Produksi 43

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik 46

4.2 Tata Letak Pabrik. 49

4.3 Tata Letak Alat Proses. 55

4.4 Alir Proses dan Material..... 58

4.5 Perawatan (*Maintenance*)..... 67

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas). 69

4.7 Laboratorium..... 104

4.8 Organisasi Perusahaan. 109

4.9 Evaluasi Ekonomi. 135

BAB IV. PENUTUP

5.1 Kesimpulan. 152

5.2 Saran..... 153

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Asam Asetat. 2

Tabel 4.1 Areal Bangunan Pabrik Asam Asetat..... 54

Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor. 58

Tabel 4.3 Neraca Massa Scrubber..... 58

Tabel 4.4 Neraca Massa Separator. 59

Tabel 4.5 Neraca Massa Menara Distilasi I. 59

Tabel 4.6 Neraca Massa Menara Distilasi II. 60

Tabel 4.7 Neraca Panas Reaktor. 60

Tabel 4.8 Neraca Panas Scrubber..... 61

Tabel 4.9 Neraca Panas Separator..... 61

Tabel 4.10 Neraca Panas Menara Distilasi I. 61

Tabel 4.11 Neraca Panas Menara Distilasi II. 62

Tabel 4.12 Neraca Panas Intercooler. 62

Tabel 4.13 Neraca Panas Aftercooler..... 62

Tabel 4.14 Neraca Panas Cooler I. 63

Tabel 4.15 Neraca Panas Cooler II. 63

Tabel 4.16 Neraca Panas Heater 63

Tabel 4.17 Neraca Panas Vaporizer. 64

Tabel 4.18 Neraca Panas Condensor I. 64

Tabel 4.19 Neraca Panas Condensor II. 64

Tabel 4.20 Neraca Panas Condensor III. 65

Tabel 4.21 Neraca Panas Reboiler I. 65

Tabel 4.22 Neraca Panas Reboiler II. 65
Tabel 4.23 Kebutuhan Air Pendingin. 76
Tabel 4.24 Kebutuhan Steam. 76
Tabel 4.25 Kebutuhan Air Proses. 77
Tabel 4.26 Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga. 77
Tabel 4.27 Jadwal Kerja Shift tiap Regu. 125
Tabel 4.28 Jabatan dan Keahlian. 126
Tabel 4.29 Perincian Jumlah Karyawan Alat Proses. 127
Tabel 4.30 Jumlah Karyawan. 128
Tabel 4.31 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan. 129
Tabel 4.32 Harga Indeks. 137
Tabel 4.33 *Physical Plant* Cost. 145
Tabel 4.34 *Direct Plant Cost* (DPC). 145
Tabel 4.35 *Fixed Capital Investment* (FCI). 145
Tabel 4.36 *Direct Manufacturing Cost* (DMC). 146
Tabel 4.37 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC). 146
Tabel 4.38 *Fixed Manufacturing Cost* (FMC). 146
Tabel 4.39 *Total Manufacturing Cost* (MC) 147
Tabel 4.40 *Working Capital* (WC) 147
Tabel 4.41 *General Expense* (GE). 147
Tabel 4.42 Total Biaya Produksi 147
Tabel 4.43 *Fixed Cost* (Fa). 148
Tabel 4.44 *Variable Cost* (Va). 148

Tabel 4.45 *Regulated Cost* (Ra). 148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik Asam Asetat 53

Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses Pabrik Asam Asetat 57

Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif 66

Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif 67

Gambar 4.5 Diagram Alir Pengolahan Air 108

Gambar 4.6 Stuktur Organisasi Perusahaan 114

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1.1 Kebutuhan Asam Asetat Indonesia 2004 - 2008..... 2

Grafik 1.2 Perkiraan Kebutuhan Asam Asetat Indonesia 2009 - 2015 3

Grafik 4.1 Indeks Harga 138

Grafik 4.2 BEP dan SDP 151

ABSTRACT

Acetic Acid Plant of acetaldehyde and the air is designed with a capacity of 15,000 tons / year and is planned to operate continuously founded in Solo, Central Java with an area of 26,000 m^2 and is designed to work for 330 days a year and 24 hours per day. Background of the establishment of this factory is to meet the needs of Acetic Acid in Indonesia. Preparation of Acetic acid using acetaldehyde oxidation process, through several stages of the process as follows: raw material acetaldehyde and air bubbles berkatalis reacted in a reactor at a temperature of 65oC Manganese Acetate pressure of 10 atm with 90% conversion. Products of the gas phase reactor will be separated by water in the scrubber at a temperature of 65oC and pressure of 10 atm and in the recycle to the reactors. Products under the reactor were poured into the distillation tower I to purify the acetic acid. The yield on distillation menaara I in the recycle to the reactor and flowed to the bottom of the distillation tower II to obtain acetic acid purity of 99.8% and 0.2% water. Acetic Acid plant utilities to include water make-up of 49,769.2829 kg / h is taken from the Bengawan Solo river, 542 kW electricity, compressed air as much as 579.73 kg / hour, fuel as much as 29.3163 kg / hour. Results of economic analysis shows that these Acetic Acid plant requires fixed capital (Fixed Capital Investment) of U.S. $ 20,412,492.54 and working capital (Working Capital Investment) of U.S. $ 5,881,535.92 with a profit before tax of Rp. 40,774,904,173,32 and profit after tax of Rp. 20,287,452,086.66. The factory has a Return on Investment (ROI) before taxes and after taxes 19.98% 9.99%; Pay Out Time (POT) before tax 3.46 years and after tax 5.56 years, Shut Down Point (SDP) 13.39% and Break Even Point (BEP) 43.23%, with Discounted Cash Flow Rate (DCFR) 11,98%. Based on the above data, it can be concluded that Acetic Acid plant is worth considering for its establishment.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan di bidang industri kimia di Indonesia semakin pesat perkembangannya. Hal ini dibuktikan dengan didirikannya beberapa pabrik kimia di Indonesia. Kegiatan pengembangan industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri akan bahan kimia dan juga sekaligus ikut memecahkan masalah ketenagakerjaan.

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

Kebutuhan Asam Asetat di dalam negeri terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya permintaan oleh industri penggunanya. Tetapi kebutuhan Asam Asetat ini belum dapat sepenuhnya dipenuhi oleh satu-satunya produsen di dalam negeri yaitu PT Indoacidatama Chemical Industry. Oleh karena itu, kecenderungan impor dari tahun ke tahun terus menaik.

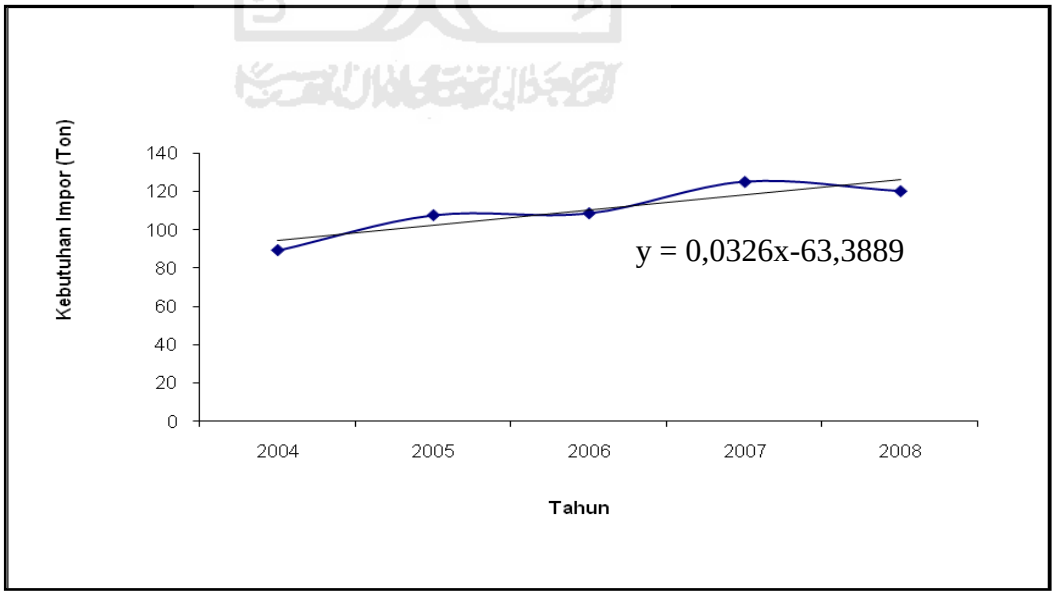
Terutama untuk mensuplai industri *Purified Terephthalic Acid* (PTA) yang hingga kini

masih merupakan pengkonsumsi Asam Asetat paling banyak (Laporan Bisnis Indochemical, PT.CIC, 2001 hal 3).

Tabel 1. Data Kebutuhan Asam Asetat

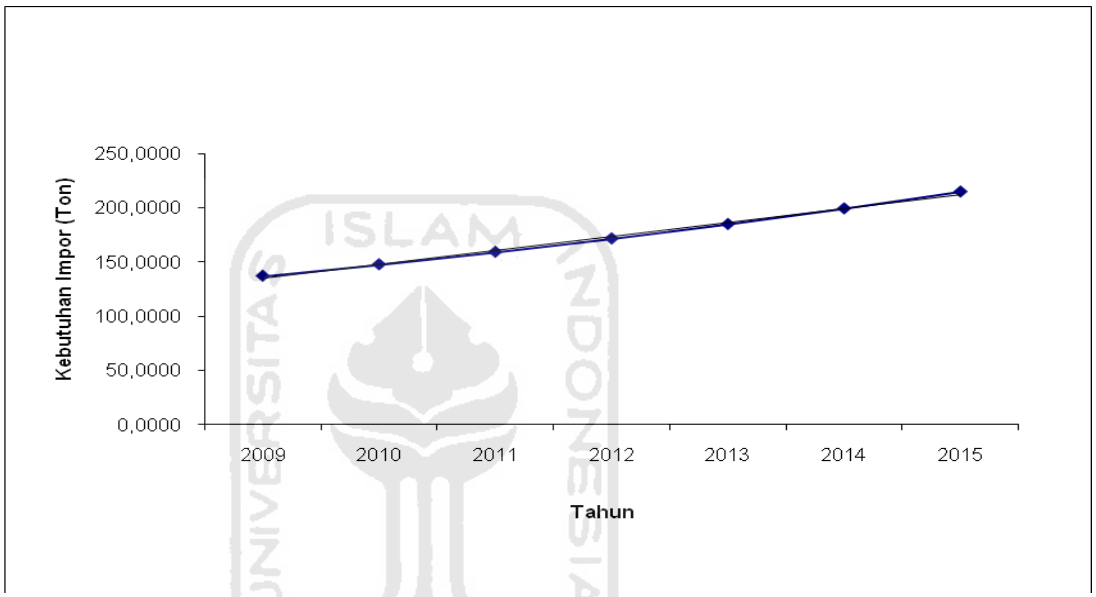
No.	Tahun	Kebutuhan (ton/tahun)	Impor (ton/ tahun)
1	2004	141,936	89,123
2	2005	144,075	107,617
3	2006	165,455	108,619
4	2007	168,885	125,175
5	2008	174,455	120,298

Sumber: Badan Pusat Statistik Nasional



Grafik 1.1. Kebutuhan Asam Asetat Indonesia 2004 - 2008

Dengan menggunakan metode pendekatan persamaan garis lurus yaitu y = 0,0326x-63,3889, dimana x adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2004 sampai tahun yang akan dihitung, y adalah kebutuhan asam asetat pada tahun tertentu dalam satuan ton. Diperkirakan saat pabrik dibangun pada tahun 2015 kebutuhan impor asam asetat di Indonesia sebanyak 215,109 ton/tahun.



Grafik 1.2. Perkiraan Kebutuhan Asam Asetat Indonesia 2009 – 2015

Dari pertimbangan di atas maka pendirian pabrik Asam Asetat diperlukan di Indonesia dengan alasan sebagai berikut :

1. Pendirian pabrik Asam Asetat dapat memenuhi kebutuhan Asam Asetat dalam negeri.
2. Dapat menambah devisa negara.
3. Mendorong berkembangnya industri kimia lain yang menggunakan Asam Asetat sebagai bahan baku.
4. Membuka lapangan kerja baru.

B. Tinjauan Pustaka

Asam Asetat (*Acetic Acid*) adalah senyawa kimia dengan rumus molekul CH_3COOH, berupa cairan jernih tak berwarna, berbau tajam dan berbau asam, larut dalam air, alkohol, dan eter. Bahan kimia ini memiliki titik didih 117,9^oC pada tekanan 1 atm, dan pada konsentrasi tinggi akan menimbulkan korosi pada beberapa jenis logam.

Ada beberapa macam proses yang telah dikembangkan untuk pembuatan Asam Asetat dalam industri dengan cara sebagai berikut :

1. Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara

Pembuatan Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara dilakukan pada suhu 60 – 80^oC dan tekanan 3 - 10 bar. Pada kisaran suhu tersebut 4 mol udara masuk ke dalam reaktor untuk setiap 1 mol Asetaldehid. Sebagai katalis adalah Mangan Asetat. Dengan konversi 90% diperoleh kemurnian Asam Asetat 99 % (Faith , K., 1975). Reaksi yang terjadi :

$$CH_3CHO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CH_3COOH$$

2. Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida

Asam Asetat dibuat dengan mereaksikan CH_3OH dan CO. Perbandingan bahan baku masuk reaktor adalah 90 – 95 % Karbon Monoksida, 0 – 5% Hidrogen dan 5 % Metanol. Katalis yang digunakan adalah Rhodium dan Iodin. Reaksi berlangsung pada suhu 350 ^oC dan tekanan 700 atm. Reaksi umumnya berlangsung selama 1,5 – 2 jam.

Reaksi yang terjadi :

$$CH_3OH + CO \longrightarrow CH_3COOH$$

3. Oksidasi Senyawa Hidrokarbon (n-Butana)

n-Butana (Secara komersial terdiri dari 95 % n-Butana, 2,5 % Isobutana, 2,5 % Pentana) dioksidasikan dengan katalis Cobalt atau Mangan Asetat. Udara digelembungkan melalui larutan pada tekanan 850 psi dan pada suhu 800-1475^{o}F. Nitrogen yang tidak bereaksi meninggalkan reaktor membawa bermacam-macam produk oksidasi (Formiat, Aseton, Metil Etil Keton, Metana dan lain-lain) dan produk buatan yang tidak bereaksi. Uap yang meninggalkan reaktor diembunkan dan dipisahkan.

4. Proses dari alkohol dengan *Quick-Vinegar fermentation*

Asam Asetat dibuat dengan mereaksikan C_2H_5OH dan O_2.

Reaksi yang terjadi adalah :

$$C_2H_5OH + O_2 \text{ (udara)} \longrightarrow CH_3COOH$$

Bahan baku yang masuk reaktor berupa campuran yang mengandung alkohol 10,5 % dan Asam Asetat 1 %. Proses ini berjalan dengan bantuan bakteri pada suhu 30 – 35^{O}C dan tingkat keasaman 12 – 14 %. Asam Asetat bisa dihasilkan dalam waktu 8 – 10 jam untuk sekali proses.

Dari proses - proses diatas, dipilih proses 1 yaitu Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara dengan katalis Mangan Asetat, dengan alasan sebagai berikut :

a. Memiliki kondisi operasi tidak terlalu tinggi.

b. Proses reaksinya cepat.

c. Bahan baku murah dan mudah didapat.

d. Proses lainnya memilki resiko tinggi dalam pengoperasiannya.

e. Tidak perlu bahan pembantu yang banyak.

f. Konversi reaksinya lebih besar dibandingkan dengan proses yang lain.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Asam Asetat

Rumus molekul	: CH_3COOH
Berat molekul	: 60 g/mol
Titik didih	: 117,9°C
Suhu kritis	: 318,8°C
Tekanan kritis	: 57,86 atm
Kemurnian	: 99,8%
Impurities	: 0,02% H_2O
Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Densitas pada 20°C	: 1049 Kg/m³
Viskositas pada 20°C	: 1,22 cP
Kapasitas panas pada 25°C	: 126,66 Joule/mol.K

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Asetaldehid

Rumus molekul	: CH_3CHO
Berat molekul	: 44,05 g/mol

Titik didih	: 20,85°C
Suhu kritis	: 192,85°C
Tekanan kritis	: 55 atm
Kemurnian	: 99,8%
Impurities	: 0,02% H_2O
Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Densitas pada 20°C	: 774 Kg/m³
Viskositas pada 20°C	: 0,22 cP
Kapasitas panas pada 25°C	: 102,72 Joule/mol.K

2.2.2 Udara

Fase	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Relative humidity	: 75 – 85%

Komposisi (%massa)

- Nitrogen (N_2) : 79% mol
- Oksigen (O_2) : 21% mol

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

2.3.1 Air

Rumus kimia	: H_2O

Berat molekul	: 18 g/mol
Berat jenis	: 0,998 g/ml
Titik didih	: 100 ^{0}C
Titik beku	: 0 ^{0}C
Suhu kritis	: 374,13^{0}C
Tekanan kritis	: 217,7 atm
Viskositas	: 0,82 cP
Densitas	: 1,02 g/cm³
Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Kapasitas panas pada 30°C	: 75,45 Joule/mol.K
Panas pembentukan pada 25°C	: -285,830 kcal/gmol

2.3.2 Mangan Asetat

Rumus kimia	: $Mn(C_3H_3O_2)_2$
Berat molekul	: 173 g/mol
Titik didih	: 210°C (terdekomposisi menjadi Mn_2O_3 pada suhu 350°C)
Densitas	: 1,589 g/cm³
Fase	: Cair
Warna	: Berwarna

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan mulai dari bahan baku, bahan penunjang, proses produksi sampai menjadi produk. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik asam asetat ini meliputi:

a. 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. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan asam asetat di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- Air, sebagai pengencer di mixer, keperluan utilitas, pendingin dan pemanas.

- Pasir, sebagai penyaring di Bak Saringan Pasir.
- Zeolit, sebagai pengisi di kation dan anion exchanger.
- Larutan Na_2SO_3, sebagai pengisi di tangki deaerator.
- Larutan $NaH_2PO_4.2(H_2O)$, sebagai pengisi di tangki deaerator.
- Kaporit, sebagai bahan pembuat larutan desinfektan untuk keperluan rumah tangga.
- Larutan NaCl, untuk meregenerasi kation exchanger.
- Larutan NaOH, untuk meregenerasi anion exchanger.
- Na_2SO_4, mencegah kerak dalam proses.
- N_2H_4, mencegah kerak dalam proses.
- Residual oil No.6, sebagai bahan bakar boiler.
- *Diesel oil* (Solar), sebagai bahan bakar diesel (Genzet).

c. Pengendalian Kualitas Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/pengawasan bahan selama proses berlangsung. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau di*seting* baik itu *flow meter* bahan baku atau produk, *level controler*, maupun *temperature controler*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm. Bila terjadi

penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *setting* semula baik secara manual atau otomatis

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

- ***Level Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, level yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka level tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh level yang diinginkan.

- ***Flow Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

- ***Temperature Controler***

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Temperatur yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh temperatur yang diinginkan.

- ***Pressure Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada alat proses untuk mengendalikan tekanan di dalam alat sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut.

- ***Volume Recorder***

Merupakan alat yang dipasang pada aliran masuk bahan baku dan aliran keluar produk untuk merekam/mencatat volume cairan yang masuk di dalam alat sesuai dengan volume alat tersebut yang diinginkan.

- ***Level Indicator***

Merupakan alat yang dipasang pada alat proses (tangki bahan baku dan produk) untuk mengecek dan mengukur volume cairan sesuai dengan volume alat tersebut yang diinginkan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan asam asetat dari asetaldehid dan udara. Secara garis besar dibagi menjadi 4 tahap yaitu

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemisahan
4. Tahap pemurnian produk.

3.1.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku asetaldehid dengan kemurnian 99,8% dan 0,2% H_2O disimpan dalam tangki penyimpan (TP-01) pada suhu 30°C dan tekanan 2,7 atm, selanjutnya dialirkan menggunakan pompa (P-02) untuk dinaikkkan tekanannya sebesar 10 atm dan dicampur dengan arus recycle dari Scrubber dan Menara distilasi (MD-01) kemudian diumpakan ke heater (HE-01) yang berfungsi untuk menaikkan suhu sebesar 65°C. Kemudian umpan asetaldehid dimasukkan ke bagian atas reaktor gelembung (R-01) dengan kondisi operasi suhu 65°C dan tekanan 10 atm.

Umpan gas O_2 dari udara dengan suhu 32°C dan tekanan 1 atm, diserap menggunakan alat blower (BL) yang sebelumnya pengotor berupa debu

disaring terlebih dahulu oleh alat filter udara (FU). Untuk menyesuaikan suhu dan tekanan dengan kondisi operasi didalam reaktor gelembung (R-01) sebesar 65°C dan 10 atm, maka umpan udara yang mengandung O_2 dari kondisi awal 32°C dan 1 atm dialirkan ke kompresor stage-1 (C-01) untuk dinaikkan tekanannya menjadi sebesar 3,16 atm dengan perubahan suhu menjadi 196,23°C. Umpan tersebut dialirkan ke intercooler (IC) untuk diturunkan suhunya menjadi 35°C dengan tekanan 3,16 atm. Selanjutnya, dialirkan ke kompresor stage-2 untuk dinaikkan tekanan mencapai tekanan sebesar 10 atm dengan perubahan suhu menjadi 204,81°C. Karena suhu 204,81°C melebihi dari suhu operasi didalam reaktor gelembung (R-01) maka dialirkan terlebih dahulu ke aftercooler (AC) untuk diturunkan suhunya menjadi 65°C dengan tekanan tetap sebesar 10 atm. Setelah itu, dengan kondisi operasi suhu 65°C dan tekanan 10 atm dimasukkan ke bagian bawah reaktor gelembung (R-01) untuk dikontakkkan antara fase gas udara (O_2) dengan fase cair (asetaldehid).

3.1.2 Tahap Pembentukan produk

Pembentukan asam asetat dalam reaktor merupakan reaksi oksidasi yang dijalankan dalam reaktor gelembung. Bahan baku asetaldehid dan udara (O_2 *excess*) direaksikan dalam reaktor gelembung (R-01), dimana terjadi kontak antara fase cair dan gas pada kondisi operasi suhu 65°C dan 10 atm. Karena konversi dan yield sebesar 95%, maka hasil bawah reaktor gelembung (R-01) sebagai produk yaitu asam asetat sebagian asetaldehid dan sebagian lagi

berupa air (H_2O). Sedangkan hasil atas reaktor gelembung (R-01) yang diumpankan ke scrubber

Reaksi yang terjadi dalam reaktor gelembung (R-01) adalah bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu reaksi dilengkapi jaket pendingin.

3.1.3 Tahap Pemisahan

Cairan hasil atas reaktor gelembung (R-01) yang mengandung asetaldehid, sebagian asam asetat, air (H_2O) dan sebagian lagi udara (O2,N2) dengan suhu 65°C dan tekanan 10 atm dialirkan ke dalam scrubber (SC-01) dengan menggunakan solven air (H_2O) yang dialirkan dari bak penampung air proses (BU-03) dari unit utilitas dengan menggunakan pompa (PU-14) dengan suhu 32°C dan tekanan 3 atm.

Scrubber berfungsi untuk memisahkan asetaldehid, sebagian asam asetat dan air dengan udara (O2,N2). Hasil atas dari scrubber (SC-01) berupa udara yang 100% teruapkan dan langsung dialirkan ke unit pengolahan limbah (UPL) yang sebelumnya melewati expansion valve (EV-02) untuk menurunkan tekannya menjadi 1 atm. Dan hasil bawah scrubber (SC-01) mengandung asetaldehid, air dan asam asetat dialirkan kembali ke reaktor gelembung (R-01) sebagai recycle.

3.1.4 Tahap Pemurnian Produk

Hasil bawah reaktor gelembung (R-01) diumpankan ke separator (S-01) untuk memurnikan produk dari katalis yang terikut. Sebelum masuk ke

separator bottom reaktor diuapkan terlebih dahulu dengan vaporizer (VP-01) dari suhu 65°C menjadi 189,17°C. Bottom dari separator dialirkan kembali ke reaktor (R-01) sebagai recycle dan distilat dilewatkan ke expansion valve (EV-01) untuk menurunkan tekanan menjadi 2 atm. Kemudian diumpankan ke menara distilasi (MD-01) dan mengembunkan dengan kondensor (CD-01) sehingga suhunya menjadi 141,1°C. Kondisi umpan menara distilasi (MD-01) adalah 141,1°C dan 2 atm. Kondisi operasi bawah menara distilasi (MD-01) adalah 143,3°C dan 2,1 atm mengandung produk utama asam asetat 50% dengan impuritis air yang dialirkan ke reboiler untuk sebagian dikembalikan ke bawah kolom sebagai refluk dan sebagian diumpankan ke menra distilasi (MD-02), setelah melewati expansion valve (EV-03) yang berfungsi menurunkan tekanan menjadi 1,1 atm. dan Kondisi operasi atas menara distilasi (MD-01) adalah 136,7°C dan 2 atm berupa asetaldehid dan air. Menara distilasi (MD-01) dirancang untuk asetaldehid dan impuritisnya yang berupa air 100% menjadi produk atas menara distlasi (MD-01) yang kemudian direcycle kembali ke reakor gelembung (R-01), setelah melewati kondensor (CD-02) yang berfungsi untuk mengembunkan seluruh uap menjadi cairan pada suhu 136,7°C. Selanjutnya cairan hasil pengembunan dialirkan ke sebuah tangki yang disebut accumulator refluks (ACC-01), yang sebagian dari cairan tersebut akan diambil sebagai recycle dan sisanya dikembalikan ke puncak kolom sebagai arus refluks. Pengaliran arus recycle menuju ke reaktor gelembung (R-01) dilakukan dengan menggunakan pompa (P-04). Sedangkan arus refluks yang kembali ke puncak kolom dari accumulator dialirkan dengan

pompa (P-03). Arus refluks memiliki arti penting karena tanpa arus refluks tersebut, tidak akan ada fase cair yang mengalir turun pada seksi *enriching* (Purwono S., 2005).

Menara distilasi (MD-02) berfungsi untuk meningkatkan kemurnian asam asetat menjadi 99,8%. Kondisi umpan menara distilasi (MD-02) adalah 143,3°C dan 1,1 atm. Kondisi operasi atas menara distilasi (MD-02) adalah 105,3°C dan 1 atm akan dialirkan ke unit pengolahan limbah (UPL) yang dialirkan menggunakan pompa (P-05) setelah melewati condenser (CD-03) dan accumulator refluks (ACC-02) yang selanjutnya diturunkan suhunya menjadi 35°C menggunakan cooler (CL-02). Kondisi operasi bawah menara distilasi (MD-02) adalah 118,3°C dan 1 atm merupakan produk utama asam asetat dan air kemudian dialirkan ke reboiler sabagian sebagai produk utama dan sisanya akan menjadi refluk kembali ke bottom kolom. Sebelum produk utama dialirkan ke tagki penyimpanan (T-02) untuk didistribusikan, akan melewati cooler (CL-02) yang akan menurunkan suhunya hingga 35°C yang dialirkan menggunakan pompa (P-06).

3.2 Spesifikasi Alat Proses

1. Reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan asetaldehid dalam umpan cair dengan udara menjadi asam asetat

Jenis : Reaktor Gelembung dengan Jaket pendingin

Tekanan : 10 atm

Suhu : 65°C

Diameter : 1,7999 m

Tinggi Reaktor Total : 4,0971 m

Tinggi Shell : 3,5998 m

Tebal shell : 3/4 in

Tinggi Head : 0,2487 m

Tebal Head : 5/4 in

Tinggi jaket : 2,5350 m

Tebal dinding : 1/4

Bahan Kontruksi : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 94.496,11

2. Scrubber (SC-01)

Fungsi : Memurnikan distilat reaktor dari gas O_2 dan N_2

Jenis : *Packed Tower*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 10 atm

: - Temperatur : 65^0C

Tinggi : 1,9728 m

Diameter : 0,526 m

Tebal shell : 3/16 in

Tinggi packing : 1,7098 m

Ukuran packing : 50 mm

Berat packing : 52,2418 kg

Bahan packing : *Raschig rings Ceramic*

Bahan Kontruksi : *High Alloy Steel SA-240 Grade M*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 6.134,56

3. Separator (S-01)

Fungsi : Memisahkan campuran uap cair dari Vaporizer

Jenis : *Vertical Separator Drum*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 10 atm

: - Temperatur : 189,17^{0}C

Tinggi : 1,467 m

Diameter : 0,366 m

Tebal shell : 5/16 in

Tebal head : 5/16 in

Volume cairan : 4,347 cuft

Bahan Kontruksi : *Carbon Steel SA-283 Grade D*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 3.127,68

4. Menara Distilasi – 01 (MD – 01)

Fungsi : Untuk memisahkan CH_3CHO dari CH_3COOH dan H_2O

Tipe : *Sieve Tray Distillation Tower*

Kondisi Operasi Puncak Menara :

Suhu : 136,7ºC

Tekanan : 2 atm

Kondisi Operasi Dasar Menara :

Suhu : 143,3ºC

Tekanan : 2,1 atm

Kondisi Operasi Umpan Menara :

Suhu : 141,1ºC

Tekanan : 2 atm

Jumlah Plate : 16 plate

Tinggi menara : 5,760 m

Diameter Menara : 1,1413 m

Tebal Shell : 3/16 inch

Tebal Head : 3/16 inch

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 21.725,75

5. Menara Distilasi – 02 (MD – 02)

Fungsi : Untuk memurnikan asam asetat menjadi 99,8%

Tipe : *Sieve Tray Distillation Tower*

Kondisi Operasi Puncak Menara :

Suhu : 105,3ºC

Tekanan : 1 atm

Kondisi Operasi Dasar Menara :

Suhu : 118,3ºC

Tekanan : 1 atm

Kondisi Operasi Umpan Menara :

Suhu : 143,3ºC

Tekanan : 1 atm

Jumlah Plate : 15 plate

Tinggi menara : 5,40 m

Diameter Menara : 0,5714 m

Tebal Shell : 3/16 in

Tebal Head : 3/16 in

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 18.974,75

6. Vaporizer – 01 (VP – 01)

Fungsi : Menguapkan cairan yang keluar dari bawah reaktor

Tipe : *Shell and Tube*

Suhu masuk : 65°C

Suhu keluar : 189,17°C

Shell pipe :

ID pipa : 4,82 in

Pressure Drop : 0,37 psia

Pass, n : 1

panjang : 20 ft

Tube pipe :

OD pipa : 0,48 in

Nt : 79

Pressure Drop : 0,0203 psia

Pt : 1

n : 2

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 2.551,9426

7. Condensor – 01 (CD – 01)

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari separator

Tipe : *Shell and Tube*

Suhu masuk : 189,17°C

Suhu keluar : 141,1°C

Shell Pipe :

ID pipa : 4,75 in

Pressure Drop : 0,018 psia

Panjang : 20 ft

Pass, n : 1

Tube pipe :

OD pipa : 0,7 in

Nt : 368

Pressure Drop : 0,083 psia

Pt : 1

n : 2

Jumlah : 1 unit

Bahan : *Stainless steel*

Harga Satuan : US$ 1.829,0274

8. Condensor – 02 (CD – 02)

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak MD-01 pada suhu 136,7^{o}C

Tipe : *Double Pipe*

Suhu masuk : 136,7 ^{o}C

Suhu keluar : 136,7 ^{o}C

Inner Pipe :

OD pipa : 2,38 in

ID pipa : 2,067 in

Pressure Drop : 0,081 psi

Hairpin : 1

Annulus :

OD : ID : 3,5 in

ID pipa : 3,068 in

Pressure Drop : 0,01 psi

Panjang : 20 ft

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 577,83

9. Condensor – 02 (CD – 02)

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak MD-02 pada suhu 105,3^{o}C

Tipe : *Double Pipe*

Suhu masuk : 105,3^{o}C

Suhu keluar : 105,3^{o}C

Inner Pipe :

OD pipa : 2,38 in

ID pipa : 2,067 in

Pressure Drop : 0,0081 psia

Hairpin : 1

Annulus :

OD pipa : 3,068 in

ID pipa : 3,5 in

Pressure Drop : 0,01 psia

Panjang : 20 ft

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 95,86

10. Reboiler – 01 (RB – 01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 pada suhu 143,3^{o}C

Tipe : *Double Pipe Kettle Reboiler*

Suhu masuk : 143,3^{o}C

Suhu keluar : 143,3^{o}C

Inner Pipe :

OD pipa : 2,38 in

ID pipa : 2,067 in

Pressure Drop : 0,0174 psia

Hairpin : 1

Annulus :

OD : 3,5 in

ID pipa : 3,068 in

Pressure Drop : 0,0003 psia

Panjang : 20 ft

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 313,90

11. Reboiler Parsial – 02 (RB – 02)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-02 pada suhu 118,3^{o}C

Tipe : *Double Pipe Kettle Reboiler*

Suhu masuk : 118,3^{o}C

Suhu keluar : 118,3^{o}C

Inner Pipe :

OD pipa : 2,38 in

ID pipa : 2,067 inch

Pressure Drop : 0,0151 psia

Hairpin : 1

Annulus :

OD : 3,068 in

ID pipa : 3,5 in

Pressure Drop : 0,0164 psia

Panjang : 15 ft

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 1.462,39

12. Accumulator – 01 (ACC – 01)

Fungsi : Menampung sementara hasil atas MD-01

Tipe : Tangki silinder horizontal dengan atap elliptical dishead

Suhu : 136,7ºC

Tekanan : 2 atm

Diameter : 0,3183 m

Panjang : 0,6366 m

Tebal Shell : 3/16 in

Tebal Head : 3/16in

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 277,48

13. Accumulator – 02 (ACC – 02)

Fungsi : Menampung sementara hasil atas MD-02

Tipe : Tangki silinder horizontal dengan atap elliptical dishead

Suhu : 105,3ºC

Tekanan : 1 atm

Diameter : 0,4720 m

Panjang : 0,9440 m

Tebal Shell : 3/16 inch

Tebal Head : 3/16 inch

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Harga Satuan : US$ 146,25

14. Blower (BL-01)

Fungsi	: Untuk mengalirkan Udara lingkungan ke Reaktor gelembung (R-01)
Jenis	: *Centrifugal Blower*
Suhu Operasi	: 32°C
Tekanan Operasi	: 1 atm
Power Motor	: 1/8 HP
Bahan	: *Carbon Steel SA-283 grade C*
Jumlah	: 1
Harga Satuan	: US$ 41.222,2543

15. Filter Udara (FU-01)

Fungsi	: Menyaring pengotor debu yang terbawa oleh udara segar yang megalir ke reaktor
Jenis	: *Bag House Filter*
Diameter Bag	: 0,2032 m
Panjang Bag	: 2,4384 m
Bahan	: *Carbon Steel SA-283 grade C*
Jumlah Bag	: 10 buah
Harga	: US$ 2.737,2128

16. Kompresor (C-01) Stage-1

Fungsi : Menaikkan tekanan udara dari blower menuju kompresor stage-2.

Jenis : *Centrifugal compressor Multistage*

Tekanan Masuk : 1 atm

Tekanan Keluar : 3,16 atm

Power Motor : 93,646 HP

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1

Harga Satuan : US$ 711.249,64

17. Kompresor (C-02) Stage-2

Fungsi : Menaikkan tekanan udara kompresor stage-1 menuju reaktor (R-01).

Jenis : *Centrifugal compressor Multistage*

Tekanan Masuk : 3,16 atm

Tekanan Keluar : 10 atm

Power Motor : 97,548 HP

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1

Harga Satuan : US$ 356.469,24

18. Expansion Valve (EV-01)

Fungsi : Menurunkan tekanan campuran cairan keluar separator (S-01) dari 10 atm menjadi 2 atm.

Jenis : *Globe Valve*

Suhu Aliran : 189,17°C

Tekanan Masuk : 10 atm

Tekanan Keluar : 2 atm

OD : 6,065 in

ID : 6,625 in

A pipe : 0,0186 m^2

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1

Harga Satuan : US$ 20.548,14

19. Expansion Valve (EV-02)

Fungsi : Menurunkan tekanan campuran cairan keluar dari menara distilasi (MD-01) dari 2,1 atm menjadi 1,1 atm

Jenis : *Globe Valve*

Suhu Aliran : 143,3°C

Tekanan Masuk : 2,1 atm

Tekanan Keluar : 1,1 atm

OD : 2,067 in

ID : 2,38 in

A pipe : 0,0323 m^2

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1

Harga Satuan : US$ 23.783,05

20. Expansion Valve (EV-03)

Fungsi : Menurunkan tekanan campuran cairan keluar dari scrubber (SC-01) dari 10 atm menjadi 1 atm.

Jenis : *Globe Valve*

Suhu Aliran : 40°C

Tekanan Masuk : 10 atm

Tekanan Keluar : 1 atm

OD : 7,981 in

ID : 8,625 in

A pipe : 0,0323 m^2

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1

Harga Satuan : US$ 145.4585

21. Intercooler (IC)

Fungsi : Mendinginkan udara menuju kompresor stage-2 sebanyak dari suhu 196,23°C menjadi 35°C

Jenis : *Double pipe Exchanger*

Kondisi operasi :

Suhu masuk : 196,23°C

Suhu keluar : 35°C

Tekanan : 3,16 atm

Annulus :

IPS : 2 in

OD : 2,38in

ID : 2,067 in

Pressure drop : 0,1799 psi

Inner pipe :

IPS : 1,25 in

OD : 1,66 in

ID : 1,38 in

Pressure drop : 0,0504 psi

Panjang : 20 ft

Jumlah Hairpin : 7

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 51.136,19

22. Aftercooler (AC)

Fungsi : Mendinginkan udara menuju Reaktor (R-01) dari suhu 204,81°C menjadi 65°C

Jenis : *Double pipe Exchanger*.

Kondisi operasi :

Suhu masuk : 204,81°C

Suhu keluar : 65°C

Tekanan : 10 atm

Annulus :

IPS : 4 in

OD : 4,5 in

ID : 4,026 in

Pressure drop : 0,23 psi

Inner pipe :

IPS : 3 in

OD : 3,068 in

ID : 3,5 in

Pressure drop : 1,037 psi

Panjang : 20 ft

Jumlah Hairpin : 2

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 5.313,60

23. Cooler (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan distilat menara distilasi (MD-02) menuju UPL

Jenis : *Double pipe Exchanger*

Kondisi operasi :

Suhu masuk : 105,3°C

Suhu keluar : 35°C

Tekanan : 1 atm

Annulus :

IPS : 2 in

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

Pressure drop : 0,001 psi

Inner pipe :

IPS : 1,25 in

OD : 1,66 in

ID : 1,66 in

Pressure drop : 0,0001 psi

Panjang : 12 ft

Jumlah Hairpin : 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 481,82

24. Cooler (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan produk keluar menaa distilasi (MD-02) menuju tangki penyimpanan (T-02)

Jenis : *Double pipe Exchanger*.

Kondisi operasi :

Suhu masuk : 118,3°C

Suhu keluar : 35°C

Tekanan : 1 atm

Annulus :

IPS : 2 in

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

Pressure drop : 0,5814 psi

Inner pipe :

IPS : 1,25 in

OD : 1,66 in

ID : 1,66 in

Pressure drop : 0,141 psi

Panjang : 12 ft

Jumlah Hairpin : 3

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 9.363,15

25. Heater (HE-01)

Fungsi : Memanaskan umpan menuju reaktor gelembung (R-01)

Jenis : *Double pipe Exchanger*.

Kondisi operasi :

Suhu masuk : 30°C

Suhu keluar : 65°C

Tekanan : 10 atm

Annulus :

IPS : 2 in

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

Pressure drop : 0,1799 psi

Inner pipe :

IPS : 1,25 in

OD : 1,66 in

ID : 1,38 in

Pressure drop : 0,0504 psi

Panjang : 12 ft

Jumlah Hairpin : 5

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 2.400,56

26. Pompa (P-01)

Fungsi : Mengalirkan CH_3CHO dari pembelian ke tangki penyimpanan

Tipe	: *Centrifugal pumps single stage*
Impeller	: *Radial flow impeller*
Kapasitas	: 1110,2601 gpm
Head	: 3281,7074 ft
Tenaga pompa	: 2,7260 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp standar NEMA
Efisiensi pompa	: 75%
Efisiensi motor	: 90%
Ns	: 134,4855 rpm
SN	: 40
ID pipa	: 6,065 in
OD pipa	: 6,625 in
Jumlah	: 2 buah
Bahan konstruksi	: *stainless steel*
Harga	: US$ 2.377,36

27. Pompa (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan CH_3CHO ke Reaktor gelembung
Tipe	: *Centrifugal pumps single stage*
Impeller	: *Radial impeller*
Kapasitas	: 1110,2601 gpm
Head	: 3281,7074 ft
Tenaga pompa	: 3,602 Hp

Tenaga motor : 1 Hp standar NEMA

Efisiensi pompa : 75%

Efisiensi motor : 90%

Ns : 134,4855 rpm

ID pipa : 6,065 in

OD pipa : 6,625 in

Bahan konstruksi : *stainless steel*

Jumlah : 2 buah

Harga : US$ 2.377,36

28. Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan cairan keluar dari Accumulator (ACC-01) sebanyak 10,6148 kg/jam

Tipe : *Centrifugal pumps single stage*

Impeller : *Axial flow impeller*

Kapasitas : 8,3894 gpm

Head : 1638,7674 ft

Tenaga pompa : 2,0814 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp standar NEMA

Efisiensi pompa : 67%

Efisiensi motor : 82%

Ns : 19,6795 rpm

ID pipa : 0,622 in

OD pipa : 0,84 in

Bahan konstruksi : *stainless steel*

Jumlah : 2 buah

Harga : US$ 126,79

29. Pompa (P-04)

Fungsi : Mengalirkan cairan keluar dari accumulator (ACC-01) sebanyak 10,6148 kg/jam

Tipe : *Centrifugal pumps single stage*

Impeller : *Radial flow impeller*

Kapasitas : 8,3894 gpm

Head : 2316,1924 ft

Tenaga pompa : 2,8145 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp standar NEMA

Efisiensi pompa : 70%

Efisiensi motor : 82%

Ns : 15,1867 rpm

ID pipa : 0,622 in

OD pipa : 0,84 in

Bahan konstruksi : *stainless steel*

Jumlah : 2 buah

Harga : US$ 126,79

30. Pompa (P-05)

Fungsi	: Mengalirkan hasil atas dari MD-02 ke UPL
Tipe	: *Centrifugal pumps single stage*
Impeller	: *Axial flow impeller*
Kapasitas	: 26,9088 gpm
Head	: 1659,4554 ft
Tenaga pompa	: 7,0827 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp standar NEMA
Efisiensi pompa	: 65%
Efisiensi motor	: 86%
Ns	: 34,9149 rpm
ID pipa	: 1,049 in
OD pipa	: 1,32 in
Bahan konstruksi	: *stainless steel*
Jumlah	: 2 buah
Harga	: US$ 255,14

31. Pompa (P-06)

Fungsi	: Mengalirkan produk ke tangki prnyimpanan
Tipe	: *Centrifugal pumps single stage*
Impeller	: *Radial flow impeller*
Kapasitas	: 1489,3563 gpm
Head	: 1476,3184 ft

Tenaga pompa : 2,812Hp

Tenaga motor : 2 Hp standar NEMA

Efisiensi pompa : 78%

Efisiensi motor : 93%

Ns : 283,5648 rpm

ID pipa : 7,981 in

OD pipa : 8,625 in

Bahan konstruksi : *stainless steel*

Jumlah : 2 buah

Harga : US$ 2.835,56

32. Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan produk dari tangki penyimpanan untuk didistibusikan

Tipe : *Centrifugal pumps single stage*

Impeller : *Radial flow impeller*

Kapasitas : 1448,7639 gpm

Head : 1396,9572 ft

Tenaga pompa : 2,702 Hp

Tenaga motor : 1 Hp standar NEMA

Efisiensi pompa : 78%

Efisiensi motor : 93%

Ns : 291,5074 rpm

SN : 40

ID pipa : 7,981 in

OD pipa : 8,625 in

Bahan konstruksi : *stainless steel*

Jumlah : 2 buah

Harga : US$ 2.788,93

33. Tangki Penyimpan (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku asetaldehid untuk kebutuhan proses selama 1 bulan.

Jenis : *Horizontal tank, Torisphiecal dished head*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 30^0C

Diameter : 13,2441 m

Tinggi : 4,9665 m

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1

Harga : US$ 1.938.473,4944

34. Tangki Penyimpan (T-02)

Fungsi : Menyimpan produk utama asam asetat.

Jenis : *Vertical Tank, Flat Bottom, Conical Roof*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 35^0C

Diameter : 10,67 m

Tinggi : 5,49 m

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1

Harga : US$ 184.016,27

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan asam asetat di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan asam asetat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan asam asetat akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan asam asetat sebagai bahan baku. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 15.000 ton/tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

   Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam "Statistik Perdagangan Indonesia" tentang kebutuhan asam asetat di Indonesia dari

tahun ke tahun cenderung meningkat. Diperkirakan kebutuhan asam asetat pada tahun 2015 sebesar 215,109 ton/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku asetaldehid yang digunakan dalam pembuatan asam asetat diperoleh dari PT Indoacidatama Solo Jawa Tengah.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a) Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
  - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi
  - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.

- Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan Pabrik

Pada umunya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)

  Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

- Manusia (tenaga kerja)

  Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat

- Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi

BAB IV
PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik asam asetat dengan kapasitas produksi 15.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Solo – Jawa Tengah, yang merupakan daerah kawasan industri.

Adapun pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Penyediaan Bahan Baku

   Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Bahan baku Asetaldehid dibeli dari PT Indoacidatama Chemical Industry, Solo, Jawa Tengah sehingga kebutuhan bahan baku mudah terpenuhi.

2. Pemasaran

Asam asetat banyak dibutuhkan pada industri-industri plastik, tekstil dan industri kimia lainnya. Industri-industri yang membutuhkan asam asetat baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu. banyak terdapat di daerah Jawa Timur, Jawa Tengah dan Jawa Barat. Dekatnya lokasi pabrik asam asetat dengan mitra pabrik maupun konsumen menjadikan distribusi bahan baku dan produk relatif lebih mudah.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai, sungai yang terdekat dengan kawasan indutri bagian utara adalah sungai Bengawan Solo. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan cukup mudah.

4. Tenaga Kerja

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

5. Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Solo karena telah tersedianya jalan raya yang memadai, sehingga diharapkan pemasaran asam asetat baik ke Jawa, pulau-pulau lain di Indonesia maupun keluar negeri dapat berjalan dengan baik.

6. Letak Geografis

Daerah Solo – Jawa Tengah merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan letaknya yang strategis. Daerah Solo dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari pertimbangan tersebut maka area tanah yang tersedia memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

1. Perluasan Areal unit.

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan pengembangan produksi Jawa Tengah untuk kawasan Solo, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

a. Segi keamanan kerja terpenuhi.
b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
d. Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat kerja peralatan dan tempat penyimpanan bahan yang ditinjau dari segi hubungan antara satu dengan yang lainnya.

Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

1. Daerah Proses

   Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Perluasan pabrik

   Perluasan pabrik dan penambahan bangunan dimasa mendatang harus sudah masuk dalam perhitungan awal. Sehingga sejumlah areal khusus sudah harus disiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

3. Keamanan

   Faktor terberat dalam menentukan tata letak pabrik adalah faktor keamanan, yaitu keamanan terhadap bahaya kebakaran, ledakan asap ataupun gas beracun. Sehingga meskipun sudah dilengkapi dengan alat-alat pengaman seperti *hydrant*, penahan ledakan, maupun asuransi pabrik, namun faktor-

faktor pencegah harus tetap diadakan dengan maksud untuk memudahkan sistem pertolongan jika sewaktu-waktu terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Misalnya penyimpan bahan baku dan produk pada areal khusus, juga pemberian jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat rawan.

4. Luas areal yang tersedia

   Harga tanah menjadi faktor yang membatasi kemampuan penyediaan areal, sehingga bila harga tanah sedemikian tinggi maka kadang-kadang diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruang.

5. Bangunan

   Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain-lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

6. Penempatan instalasi dan utilitas

   Distribusi gas, udara, air dan listrik memerlukan instalasi pada setiap pabrik, sehingga keteraturan penempatan instalasi akan membantu kemudahan kerja dan *maintenance.*

7. Jaringan jalan raya

   Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulanginya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

1) Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Areal ini terdiri dari :

a) Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
b) Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
c) Fasilitas–fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, koperasi, kantin, *sport centre* dan masjid.

2) Daerah proses dan perluasan.

Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.

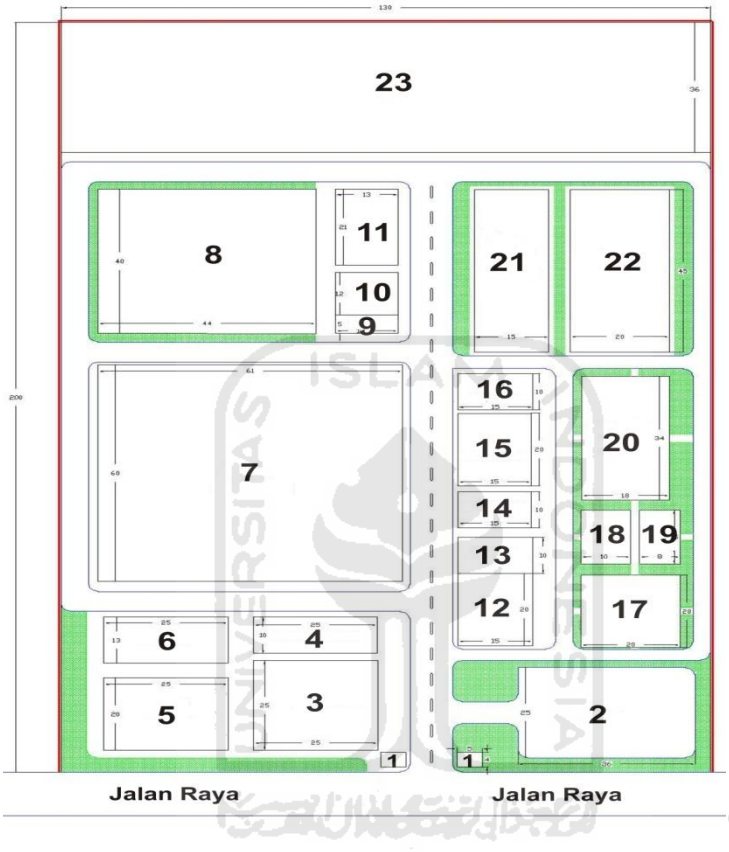
3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.
4) Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

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

Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

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

Gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar tata letak pabrik (*plant lay out*) asam asetat dari asetaldhid dan udara kapasitas produksi 15.000 ton/tahun.



(Skala 1 : 100)

KETERANGAN :

1. Pos Keamanan
2. Parkir Tamu dan Karyawan
3. Kantor Utama
4. Parkir Direksi
5. Kantor Produksi
6. Ruang Kontrol
7. Area Proses
8. Area Utilitas
9. Gudang Alat
10. Bengkel
13. Gudang Bahan Kimia
14. Poliklinik
15. Unit Pemadam Kebakaran
16. Gudang Serba Guna
17. Masjid
18. Kantin
19. Koperasi
20. Sport Centre
21. Mess Direksi dan Tamu
22. Mess Karyawan

11. Parkir Truk
12. Laboratorium
23. Perluasan

Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik Asam Asetat

Tabel 4.1 Areal Bangunan Pabrik Asam Asetat

No	Lokasi	Ukuran, m	Luas, m^2
1	Pos Keamanan	(4 x 5) x 2 Unit	40
2	Parkir Tamu dan Karyawan	(25 x 36)	900
3	Kantor Utama	(25 x 25)	625
4	Parkir Direksi	(10 x 25)	250
5	Kantor Produksi	(25 x 20)	500
6	Ruang Kontrol	(25 x 13)	325
7	Area Proses	(61 x 60)	3.660
8	Area Utilitas	(40 x 44)	1.760
9	Gudang Alat	(5 x 13)	65
10	Bengkel	(12 x 13)	156
11	Parkir Truk	(21 x 13)	273
12	Laboratorium	(15 x 20)	300
13	Gudang Bahan Kimia	(15 x 10)	150
14	Poliklinik	(15 x 10)	150
15	Unit Pemadam Kebakaran	(15 x 20)	300
16	Gudang Serba Guna	(15 x 10)	150
17	Masjid	(20 x 20)	400
18	Kantin	(10 x 15)	150
19	Koperasi	(15 x 8)	120
20	Sport Centre	(18 x 34)	612
21	Mess Direksi dan Tamu	(15 x 45)	675
22	Mess Karyawan	(20 x 45)	900
23	Jalan, Taman dan lain-lain	-	8.859
24	Perluasan	(130 x 36)	4.680

Luas area terpakai	**26.000**

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1) Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan elevasi pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak menganggu lalu lintas bekerja.

2) Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, perlu juga diperhatikan arah hembusan angin.

3) Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi.

4) Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5) Tata letak alat proses

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

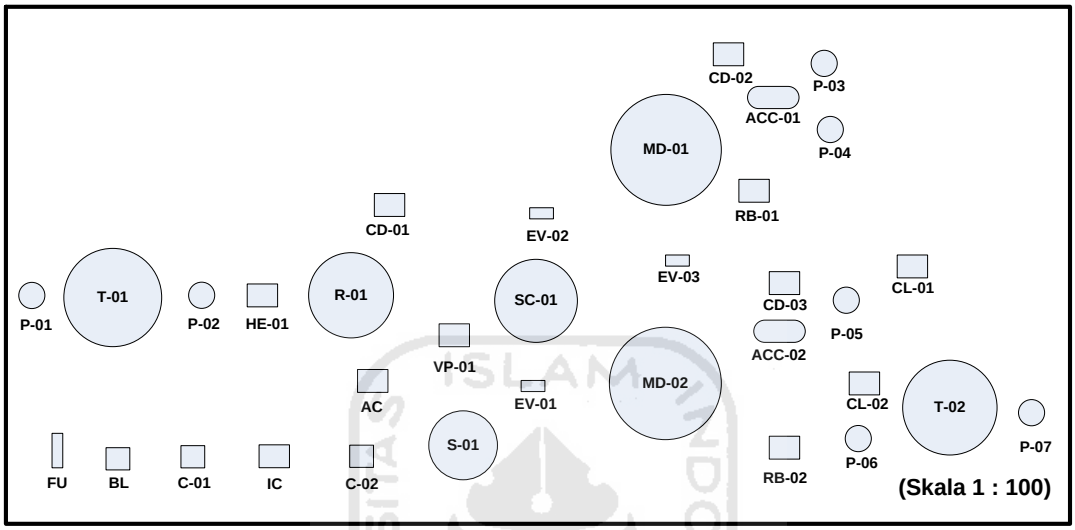
6) Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.
d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.
e. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

Berikut gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar tata letak alat (*equipment lay out*) Pabrik asam asetat dari asetaldehid dan udara kapasitas produksi 15.000 ton/tahun.



KETERANGAN :

- Tangki Penyimpan Bahan Baku (T-01)
- Tangki Penyimpan Produk (T-02)
- Reaktor Gelembung (R-01)
- Scrubber (SC-01)
- Menara Distilasi (MD-01)
- Menara Distilasi (MD-02)
- Separator (S-01)
- Heater (HE-01)
- Vaporizer (VP-01)
- Kompresor (C-01 dan C-02)
- Filter Udara (FU)
- Accumulator (ACC-01 dan ACC-02)
- Condenser (CD-01, CD-02 dan CD-03)
- Reboiler (RB-01 dan RB-02)
- Expansion Valve (EV-01, EV-02 dan EV-03)
- Pompa (P-01, P-02, P-03, P-04, P-05, P-06, P-07)
- Cooler (CL-02 dan CL-03)
- Intercooler (IC)
- Aftercooler (AC)
- Blower (BL)

Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses Pabrik Asam asetat

4.4 Alir Proses dan Material

Berdasarkan kapasitas yang ada maka di peroleh neraca massa dan neraca panas baik produk maupun bahan baku. Sehingga kita dapat menentukan alat-alat apa yang akan kita gunakan dalam pendirian pabrik, selain dari sifat-sifat kimia dan fisik produk dan bahan baku. Hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas sebagai berikut

4.4.1 Perhitungan Neraca Massa dan Neraca Panas

4.4.2 Neraca Massa Tiap Alat

1. Neraca Massa Reaktor

Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor

Komponen	**Masuk (kg/jam)**			**Keluar (kg/jam)**	
	Arus 1	**Arus 2**	**Arus 3**	**Arus 4**	**Arus 5**
CH_3CHO	494,662	0	1.403,842	2,6329	1,1661
CH_3COOH	0	0	186,672	205,6584	2.563,132
H_2O	2,5289	11,7887	9,7955	2,8443	21,2511
O_2	0	1.159,071	0	470,528	0
N_2	0	3.817,167	0	3.817,167	0
$(CH_3COOH)Mn$	0	0	4,7488	0	4,7488
Total	**498,191**	**4.988,027**	**1.605,059**	**4.498,83**	**2.590,298**

2. Neraca Massa Scrubber

Tabel 4.3 Neraca Massa Scrubber

Komponen	**Masuk (kg/jam)**		**Keluar (kg/jam)**	
	Arus 4	Arus 6	Arus 7	Arus 8
CH_3CHO	2,6329	0	0	2,6329
CH_3COOH	205,6584	0	0	205,6584

H_2O	2,8443	205,6584	0	208,2913
O_2	470,528	0	470,528	0
N_2	3.817,167	0	3.817,167	0
Total	**4.498,83**	**205,6584**	**4.287,694**	**416,5826**

3. Neraca Massa Separator

Tabel 4.4 Neraca Massa Separator

Komponen	**Masuk (kg/jam)**	**Keluar (kg/jam)**	
	Arus 5	Arus 9	Arus 14
CH_3CHO	1,1661	1,1172	0,084
CH_3COOH	2.563,132	1.922,347	640,7854
H_2O	21,2511	18,2690	2,9821
$(CH_3COOH)Mn$	4,7488	0	4,7488
Total	**2.590,298**	**1.941,733**	**648,565**

4. Neraca Massa Menara Distilasi I

Tabel 4.5 Neraca Menra Distilasi I

Komponen	**Masuk (kg/jam)**	**Keluar (kg/jam)**	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11
CH_3CHO	1,1172	1,1172	0
CH_3COOH	1.922,347	9,660	1.912,6868
H_2O	18,2690	0,918	18,1772
Total	**1.941,733**	**10,8691**	**1.930,864**

5. Neraca Massa Menara Distilasi II

Tabel 4.6 Neraca Menra Distilasi II

Komponen	**Masuk (kg/jam)**	**Keluar (kg/jam)**	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
CH_3COOH	1.912,6868	19,1269	1.893,5599
H_2O	18,1772	17,7977	0,3795
Total	**1.930,864**	**36,9246**	**1.893,9394**

4.4.3. Perhitungan Neraca Panas Tiap Alat

Neraca Panas

Basis : 1 jam

Satuan : kkal/jam

Suhu Referensi : 25^0C (fase cair)

1. Reaktor Gelembung

Suhu Umpan : 65^0C

Suhu Keluar : 65^0C:

Tabel 4.7 Neraca Panas Reaktor Gelembung

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. Panas masuk 2.679.268,0864	1. Panas keluar 3.361.724,5902
2. Panas reaksi 3,49E+07	2. Panas terserap 3,42E+07
37.562.536,7130	37.562.536,7130

2. Scrubber

Suhu Umpan : 65^0C

Suhu Keluar : 65^0C

Tabel 4.8 Neraca Panas Scrubber

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
Panas masuk 42.710.626,7039	Panas keluar 42.710.626,7039
42.710.626,7039	42.710.626,7039

3. Separator

Suhu Umpan : 189,17^{0}C

Suhu Keluar : 189,17^{0}C

Tabel 4.9 Neraca Panas Separator

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
Panas masuk 10.816.807,1962	Panas keluar 10.816.807,1962
10816807,1962	10816..807,1962

4. Menara Distilasi I

Suhu Umpan : 141,1^{0}C

Suhu puncak : 136,7^{0}C

Suhu puncak : 143,3^{0}C

Tabel 4.10 Neraca Panas Menara Distilasi I

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
1. Panas masuk 80.729,6954 Qs : -3.578,1271	1. Panas keluar 77.131,7511 Qp : 19,8172
77.151,5683	77.151,5683

5. Menara Distilasi II

Suhu Umpan : 143,3^{0}C

Suhu puncak : 105,3^{0}C

Suhu puncak : 118,3^{0}C

Tabel 4.11 Neraca Panas Menara Distilasi II

Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
1. Panas masuk	82.692,1858	1. Panas keluar	64.903,8941
Qs :	-17.357,6120	Qp :	430,6796
	65.334,5737		65.334,5737

6. Intercooler

Suhu Umpan : 196,23^{0}C

Suhu Keluar : 35^{0}C

Tabel 4.12 Neraca Panas Intercooler

Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
Panas masuk	295833,9655	Panas keluar	11990,5886
Beban panas	-28343,3770		
	11990,5886		11990,5886

7. Aftercooler

Suhu Umpan : 204,81^{0}C

Suhu Keluar : 65^{0}C

Tabel 4.13 Neraca Panas Aftercooler

Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
Panas masuk	163558,6072	Panas keluar	36095,7803
Beban panas	-127462,8269		
	36095,7803		36095,7803

8. Cooler I

Suhu Umpan : $105,3^0$C

Suhu Keluar : 35^0C

Tabel 4.14 Neraca Panas Cooler I

Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
Panas masuk	2.062,8524	Panas keluar	253,3554
Beban panas	-1.809,4971		
	253,3554		253,3554

9. Cooler II

Suhu Umpan : $118,3^0$C

Suhu Keluar : 35^0C

Tabel 4.15 Neraca Panas Cooler II

Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
Panas masuk	95.409,8629	Panas keluar	9.757,1423
Beban panas	-85.652,7206		
	9.757,1423		9.757,1423

10. Heater

Suhu Umpan : 30^0C

Suhu Keluar : 65^0C

Tabel 4.16 Neraca Panas Heater

Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
Panas masuk	6.743,4670	Panas keluar	53.947,7360
Beban panas	47.204,2690		
	53.947,7360		53.947,7360

11. Vaporizer

Suhu Umpan : 30^0C

Suhu Keluar : 65^0C

Tabel 4.17 Neraca Panas Vaporizer

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
Panas masuk	Panas keluar
9.517.664,7110	9.517.664,7110
9.517.664,7110	9.517.664,7110

12. Condenser I

Suhu Umpan : $189,17^0$C

Suhu Keluar : $141,1^0$C

Tabel 4.18 Neraca Panas Condenser I

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
Panas masuk	Panas keluar
12.627.054,50	12.627.054,50
12.627.054,50	12.627.054,50

13. Condenser II

Suhu Umpan : $136,7^0$C

Suhu Keluar : $136,7^0$C

Tabel 4.19 Neraca Panas Condenser II

Input (kkal/jam)	Output (kkal/jam)
Panas masuk	Panas keluar
712,08	712,08
712,08	712,08

14. Condenser III

Suhu Umpan : $105,3^0$C

Suhu Keluar : 105,3^{0}C

Tabel 4.20 Neraca Panas Condenser III

Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
Panas masuk	21.168,50	Panas keluar	21.168,50
	21.168,50		21.168,50

15. Reboiler I

Suhu Umpan : 143,3^{0}C

Suhu Keluar : 143,3^{0}C

Tabel 4.21 Neraca Panas Reboiler I

Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
Panas masuk	13.743,91	Panas keluar	13.743,91
	13.743,91		13.743,91

16. Reboiler II

Suhu Umpan : 118,3^{0}C

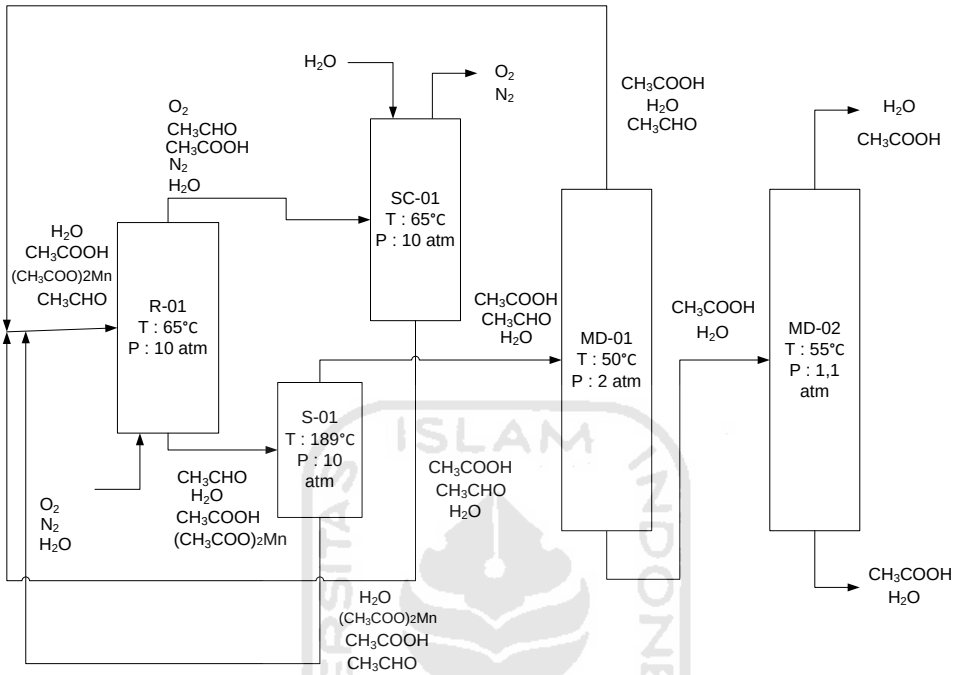
Suhu Keluar : 118,3^{0}C

Dibawah ini adalah neraca panas Reboiler II :

Tabel 4.22 Neraca Panas Reboiler II

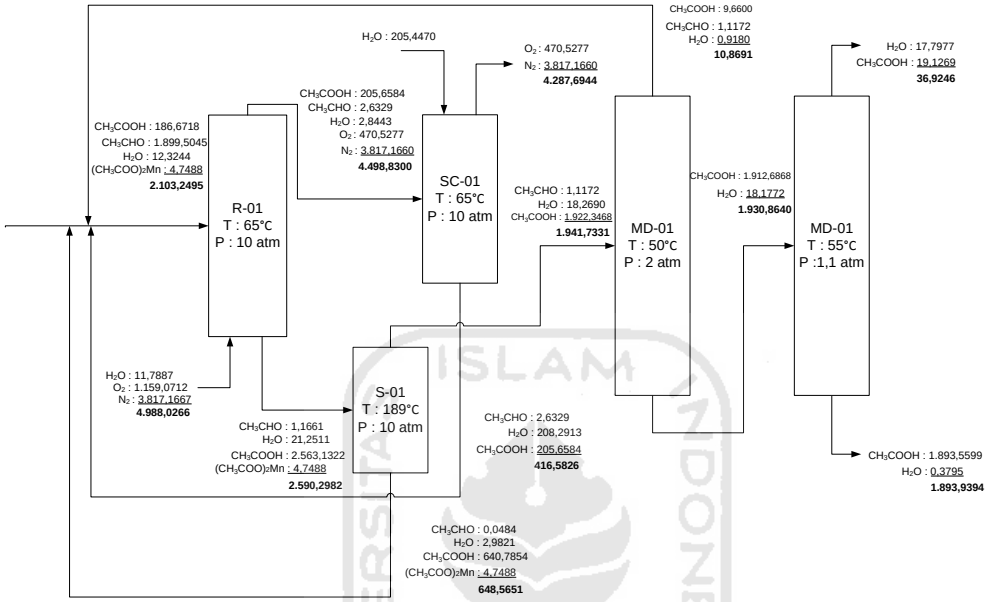
Input (kkal/jam)		Output (kkal/jam)	
Panas masuk	148.207,28	Panas keluar	148.207,28
	148.207,28		148.207,28

4.4.4 Diagram alir kualitatif



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif

4.4.5 Diagram alir kuantitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif

4.5 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara

bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1) *Overhaul* 1 x 1 tahun

   Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2) *Repairing*

   Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

   Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

   - Umur alat

     Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

   - Bahan baku

     Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan meyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

   - Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2) Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3) Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4) Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5) Unit Penyediaan Bahan Bakar

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

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik Asam Asetat ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Bengawan Solo. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

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

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1) Air pendingin

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

a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
e) Tidak terdekomposisi.

2) Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

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

a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

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

b) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

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

c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

3) Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus 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 bakteri.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1) Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

a) $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$, yang berfungsi sebagai flokulan.

b) Na_2CO_3, yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2) Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3) Demineralisasi

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

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a) Cation Exchanger

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

Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.

Reaksi:

$CaCO_3 \longrightarrow Ca^{2+} + CO_3^-$

$MgCl_2 + R - SO_3 \longrightarrow MgRSO_3 + Cl^- + H^+$

Na_2SO_4 (resin) $\longrightarrow Na^{2+} + SO_4^{2-}$

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

Reaksi:

$Mg + RSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow R_2SO_3H + MgSO_4$

b) Anion Exchanger

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

Reaksi:

$CO_3^- \longrightarrow CO_3$

$Cl^- + RNOH \longrightarrow RN\,Cl^- + OH^-$

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

Reaksi:

$RN\,Cl^- + NaOH \longrightarrow RNOH + NaCl$

c) Deaerasi

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat

oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:

$2N_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2N_2$

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

4) Pendinginan dan Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Air pendingin harus mempunyai sifat – sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung hal diatas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan – bahan kimia sebagai berikut :

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

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

4.6.1.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air

1) Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.23 Kebutuhan Air untuk Pendingin (kg/jam)

No	Nama Alat	Kebutuhan air (kg/jam)
1.	Intercooler (IC)	13.967,8735
2.	Aftercooler (AC)	6.388,1187
3.	Cooler (CL-02)	120,8539
5.	Cooler (CL-03)	4.292,7006
6.	Condenser (CD-01)	150.888,7528
7.	Condenser (CD-02)	34,0365
8.	Condenser (CD-03)	281,0621
	Jumlah	**175.973,3982**

Air pendingin 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga :

Make up air pendingin = 20% x 175.973,3982kg/jam = 35.194,6796 kg/jam

2) Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4.24 Kebutuhan Steam

No	Nama Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1.	Heater (HE-01)	92,1738
2.	Reboiler (RB-01)	6,4140
3.	Reboiler (RB-02)	69,1648
4.	Vaporizer (VP-01)	12494,2360
	Jumlah	**12.661,9885**

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga :

Make up Steam = 20% x 12.661,9885 kg/jam = 2.532,3977 kg/jam

3) Air Proses

Tabel 4.25 Kebutuhan Air Untuk Proses

No	Nama Alat	Kebutuhan air (kg/jam)
1.	Scrubber-01	205,6548
	Jumlah	**205,6548**

4) Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 150 lt/hari

Jumlah karyawan + keluarga = ± 250 orang

Tabel 4.26 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Karyawan	1.250
2	Kantor	1.791,6667
3.	Rumah Tangga	1.750
	Jumlah	**3.541,6667**

Kebutuhan air total = (35.194,6796 + 2.532,3977 + 205,6548+ 3.541,6667) kg/jam

= 41.474,4024 kg/jam

Diambil angka keamanan 20% = 1,2 x 41.474,4024 = 49.769,2829 kg/jam

4.6.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi :

- Kapasitas : 2.532,3977 kg/jam
- Jenis : Fire Tube Boiler

- Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit economizer safety valve sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O_2, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam boiler feed water tank. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam economizer, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (burner) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami

gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting antara lain boiler, compressor, pompa, dan cooling tower. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 542 KWatt
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

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

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 579,7300 kg/jam. Digunakan kompresor untuk menyediakan udara untuk keperluan alat instrumentasi dan kontrol.

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan

bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Residual Oil no. 6 yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.6.6 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

1) Pompa Utilitas (PU – 01)

Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal (BU-01) sebanyak 49.769,2829 kg/jam.

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 9.132,1785 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 40,29 gpm

Kecepatan Linier : 0,14 m/s

Head Pompa : 2,56 m

Tenaga Pompa : 0,15 Hp

Tenaga Motor : 0,5 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 2.289,72 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 1.019,67

2) Pompa Utilitas (PU– 02)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) menuju bak flokulator (BF) sebanyak 49.769,2829 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 9.132,1785 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 40,29 gpm

Kecepatan Linier : 0,14 m/s

Head Pompa : 3,9 m

Tenaga Pompa : 0,25 Hp

Tenaga Motor : 0,5 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 1.634,96 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 1.019,67

3) Pompa Utilitas (PU– 03)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak flokulator (BF) menuju Clarifier (CL) sebanyak 49.769,2829 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 9.132,1785 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 40,29 gpm

Kecepatan Linier : 0,14 m/s

Head Pompa : 3,9 m

Tenaga Pompa : 0,25 Hp

Tenaga Motor : 0,5 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 1.634,96 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 1.019,67

4) Pompa Utilitas (PU – 04)

Fungsi : Mengalirkan air dari Clarifier (CL) menuju bak saringan pasir (BSP) sebanyak 49.769,2829 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 9.132,1785 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 40,29 gpm

Kecepatan Linier : 0,14 m/s

Head Pompa : 1,9 m

Tenaga Pompa : 0,12 Hp

Tenaga Motor : 0,5 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 2.780,98 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 1.019,67

5) Pompa Utilitas (PU– 05)

Fungsi : Mengalirkan air pencuci dari bak penampung air bersih (BU-02) menuju bak saringan pasir (BPS) sebanyak 49.769,2829 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 9.132,1785 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 40,29 gpm

Kecepatan Linier : 0,14 m/s

Head Pompa : 2 m

Tenaga Pompa : 0,13 Hp

Tenaga Motor : 0,5 Hp

Putaran Standar : 0.75 rpm

Putaran Spesifik : 2.704,65 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 1.019,67

6) Pompa Utilitas (PU – 06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih yang didistribusikan ke bak penampung air untuk kantor dan rumah tangga, bak penampung air pendingin, bak air proses dan ke tangki pembangkit steam sebanyak 49.769,2829 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 9.132,1785 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 40,29 gpm

Kecepatan Linier : 0,14 m/s

Head Pompa : 5,01 m

Tenaga Pompa : 0,32 Hp

Tenaga Motor : 0,5 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 1.360,476 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 1.019,67

7) Pompa Utilitas (PU – 07)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air pendingin menuju pabrik/cooling tower sebanyak 35.194,6796 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 3.880,4818 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 20,54 gpm

Kecepatan Linier : 0,42 m/s

Head Pompa : 5,03 m

Tenaga Pompa : 0,41 Hp

Tenaga Motor : 0,75 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 968,65 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 680,6969

8) Pompa Utilitas (PU – 08)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower untuk dimanfaatkan kembali sebagai pendingin sebanyak 35.194,6796 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 3.880,4818 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 20,54 gpm

Kecepatan Linier : 0,42 m/s

Head Pompa : 5,01 m

Tenaga Pompa : 0,41 Hp

Tenaga Motor : 0,5 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 971,49 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 644,3873

9) Pompa Utilitas (PU – 09)

Fungsi :Mengalirkan air pendingin bebas dari bak penampung menuju cooling tower untuk didinginkan sebanyak 35.194,6796 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 3.880,4818 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 20,54 gpm

Kecepatan Linier : 0,42 m/s

Head Pompa : 6,38 m

Tenaga Pompa : 0,52 Hp

Tenaga Motor : 0,75 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 810,68 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 680,6969

10) Pompa Utilitas (PU – 10)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion menuju tangki kation sebanyak 2.532,3977 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Multistage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 38,7650 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 0,17 gpm

Kecepatan Linier : 0,0013 m/s

Head Pompa : 1.4 m

Tenaga Pompa : 0,0005 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 230,05 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 38,4749

11) Pompa Utilitas (PU – 11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kation menuju tangki deaerator sebanyak 2.532,3977 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 38,7650 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 0,17 gpm

Kecepatan Linier : 0,0013 m/s

Head Pompa : 2,38 m

Tenaga Pompa : 0,0009 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 155,02 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 38,474

12) Pompa Utilitas (PU – 12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki deaerator menuju tangki umpan boiler sebanyak 2.532,3977 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 38,7650 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 0,17 gpm

Kecepatan Linier : 0,0013 m/s

Head Pompa : 3,13 m

Tenaga Pompa : 0,001 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 126,27 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 38,4749

13) Pompa Utilitas (PU – 13)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki umpan boiler menuju boiler sebanyak 2.532,3977 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Multistage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 38,7650 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 0,17 gpm

Kecepatan Linier : 0,0013 m/s

Head Pompa : 3,13 m

Tenaga Pompa : 0,001 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 126,27 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 38,4749

14) Pompa Utilitas (PU – 14)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air proses menuju Scrubber (SC-01) sebanyak 205,6548 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Multistage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 187,2097 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 0,82 gpm

Kecepatan Linier : 0,006 m/s

Head Pompa : 2 m

Tenaga Pompa : 0,003 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 387,54 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 98,8528

15) Pompa Utilitas (PU – 15)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air proses (BU-04) untuk keperluan air kantor dan rumah tangga sebanyak 4250 kg/jam

Jenis : Centrifugal Pump Single Stage

Tipe : Radial Flow Impeller

Bahan : Stainless Steel

Kapasitas : 4250 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 18,75 gpm

Kecepatan Linier : 0,55 m/s

Head Pompa : 2,41 m

Tenaga Pompa : 0,19 Hp

Tenaga Motor : 0,75 Hp

Putaran Standar : 1.750 rpm

Putaran Spesifik : 1.606,87 rpm

Jumlah : 2

Harga : US$ 644,3837

16) Bak Pengendap Awal (BU-01)

Fungsi : Menampung dan menyediakan air untuk diolah sebanyak 49.769,2829 kg/jam dengan waktu tinggal selama 2,5 jam.

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Panjang : 4,7 m

Lebar : 2,3 m

Tinggi : 2,5 m

Volume : 27,40 m^3

Jumlah : 1

Harga : US$ 861,1109

17) Flokulator (FL)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan., sebanyak 49.769,2829 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Jenis : Bak silinder tegak

Diameter : 2,4 m

Tinggi : 2,4 m

Volume : 10,96 m^3

Power pengaduk : 0,25 Hp

Jumlah : 1

Harga : US$ 7.275,3723

18) Clarifier (CL)

Fungsi : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air sebanyak

49.769,2829 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Jenis : Bak silinder tegak dengan tutup kerucut

Diameter : 2,4 m

Tinggi : 2,4 m

Volume : 10,96 m^3

Waktu tinggal : 1 jam

Jumlah : 1

Harga : US$ 16.645,5611

19) Bak Saringan Pasir (BSP)

Fungsi :Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifier sebanyak 49.769,2829 kg/jam

Debit : 40,21 gpm

Tinggi : 2,4 m

Volume : 3,63 m^3

Panjang : 1,2 m

Lebar : 1,2 m

Ukuran pasir rata-rata : 28 mesh

Tinggi lapisan pasir : 2 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 8.661,6222

20) Bak Penampung Air Bersih (BU-02)

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir sebanyak 49.769,2829 kg/jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 2,5 m

Volume : 21,92 m^3

Panjang : 4,2 m

Lebar : 2,1 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 753,2048

21) Bak Penampung Air Proses (BU-03)

Fungsi : Menampung air proses dari bak penampung air bersih sebanyak 205,6548 kg/jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang.

Tinggi : 2,5 m

Volume : 0,93 m^3

Panjang : 0,89 m

Lebar : 0,43 m

Bahan : Beton bertulang.

Jumlah : 1

Harga : US$ 113,4224

22) Bak Penampung Air Kantor dan Rumah Tangga (BU-04)

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga sebanyak 3.541,6667 kg/jam

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 1,5 m

Volume : 51 m^3

Panjang : 8,24 m

Lebar : 4,12 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 1.250,2124

23) Bak Penampung Air Pendingin (BU-05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin sebanyak 35.194,6796 kg/jam

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 1,5 m

Volume : 4,66 m^3

Panjang : 2,5 m

Lebar : 1,2 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 497,3593

24) Cooling Tower (CT)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan sebanyak 35.194,6796 kg/jam dari suhu 104ºF menjadi 86ºF.

Jenis : Cooling Tower Induced Draft.

Tinggi : 6,8 m

Ground area : 1,6 m^2

Panjang : 1,3 m

Lebar : 1,3 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 12.158,1862

25) Kation Exchanger (KN)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg sebanyak 2.532,3977 kg/jam.

Jenis : Silinder Tegak

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tinggi : 1,9 m

Volume : 0,008 m^3

Diameter : 0,07 m

Tebal : 0,005 m

Jumlah : 2

Harga : US$ 462,8690

26) Anion Exchanger (AN)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO_4 dan NO_3 sebanyak 2.532,3977 kg/jam.

Jenis : Silinder Tegak

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tinggi : 1,9 m

Volume : 0,008 m^3

Diameter : 0,07 m

Tebal : 0,005 m

Jumlah : 2

Harga : US$ 462,8690

27) Tangki Deaerator (DE)

Fungsi : Membebaskan gas CO_2 dan O_2 dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan Na_2SO_3 dan larutan $NaH_2PO_4.H_2O$ sebanyak 2.532,3977 kg/jam.

Jenis : Bak Silinder Tegak

Tinggi : 0,4 m

Volume : 0,03 m^3

Diameter : 0,4 m

Jenis pengaduk : Marine Propeller 3 Blade.

Power pengaduk : 0,125 Hp

Jumlah : 1

Harga : US$ 242,6910

29) Tangki Umpan Boiler (TU-01)

Fungsi : Menampung umpan boiler sebanyak 2.532,3977 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 0,5 m

Volume : 0,08 m^3

Diameter : 0,5 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 585,7781

30) Tangki Penampung Kondensat (TU-02)

Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler sebanyak 2.532,3977 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Tinggi : 0,4 m

Volume : 0,06 m^3

Diameter : 0,4 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 512,3741

31) Tangki Larutan Kaporit (TU-03)

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kebutuhan air : 3541,66 kg/jam

Kadar Clorine : 49,6% dalam Kaporit

Kebutuhan kaporit : 0,02 kg/jam

Tinggi : 0,85 m

Volume : 0,49 m^3

Diameter : 0,85 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 1.778,4796 kg/jam

32) Tangki Desinfektan (TU-04)

Fungsi : Membunuh bakteri yang dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga sebanyak 3.541,6667 kg/jam.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Tinggi : 1,75 m

Volume : 4,25 m^3

Diameter : 1,75 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 6.472,6841

33) Tangki Larutan NaCl (TU-05)

Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger sebanyak 0,43 ft^3/hari.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaCl : 0,43 ft^3/hari.

Tinggi : 0,3 m

Volume : 0,02 m^3

Diameter : 0,3 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 214,4278

34) Tangki Larutan NaOH (TU-06)

Fungsi : Membuat larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger sebanyak 0,12 ft^3/hari.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kebutuhan NaOH : 0,12 ft^3/hari.

Tinggi : 0,17 m

Volume : 0,004 m^3

Diameter : 0,17 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 99,4259

35) Tangki Larutan N_2H_4 (TU-07)

Fungsi : Melarutkan N_2H_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses sebanyak 2.532,3977 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kebutuhan N_2H_4 : 0,001 kg/jam.

Tinggi : 0,3 m

Volume : 0,02 m^3

Diameter : 0,3 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 233,5637

36) Tangki Pengadaan Bahan Bakar (TU-08)

Fungsi : Menyimpan kebutuhan bahan bakar boiler (BLU) untuk 10 hari dan bahan bakar generator (GU) yang harus selalu ada untuk kebutuhan mendadak selama 2 hari sebanyak 29,3163 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder dengan Conical Roof dan Flat Bottomed.

Kebutuhan : 29,3163 kg/jam

Volume : 2,7 m^3

Tinggi : 0,79 m

Diameter : 2,1 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 4.950,1328

37) Kompresor (KU-01)

Fungsi : Menyediakan udara tekan untuk keperluan alat instrumentasi dan kontrol sebanyak 579,73 kg/jam

Jenis : *Single stage centrifugal compressor*

Kebutuhan udara tekan : 500 m^3/jam

Kapasitas : 579,73 kg/jam

Power motor : 5 HP

Jumlah : 1

Harga : US$ 14.654,8822

38) Generator (GU)

Fungsi : Membangkitkan Listrik untuk keperluan proses, utilitas, dan umum sebanyak 542 kW

Jenis : *Generator Diesel*

Power : 542 kW

Jumlah minyak : 25,2 kg/jam

Jumlah : 1

Harga : $ 126.293.7908

39) Blower (BWU-01)

Fungsi : Menghisap udara sekeliling ke dalam Boiler (BO) sebanyak 61,7189 kg/jam

Kebutuhan udara : 61,7189 kg/jam

Power motor : 1 Hp

Jumlah : 1

Harga : US$ 4.091,9862

40) Boiler (BO)

Fungsi : Memproduksi steam sebanyak 2.532,3977 kg/jam

Jenis : Fire tube boiler

Kebutuhan steam : 32,30 kg/jam

Luas tranfer panas : 0,6 m^2

Jumlah tube : 29 buah

Jumlah : 1

Harga : US$ 3.467,2346

4.7 Laboratorium

4.7.1 Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Fungsi lain dari laboratorium adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Laboratorium kimia merupakan sarana kegiatan guna pembangunan perusahaan supaya lebih maju dan menguntungkan baik dari segi teknis maupun non teknis.

Laboratorium berada di bawah bidang teknis dan produksi yang mempunyai tugas:

1) Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
2) Sebagai pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan.
3) Sebagai pengontrol mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
4) Sebagai peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.

5) Sebagai pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan di laboratorium adalah:

1) Analisa mutu bahan baku
2) Analisa mutu produk
3) Analisa mutu air

Laboratorium juga digunakan untuk menganalisa keperluan utilitas, adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

a. ***Analisa feed water***, yang dianalisa meliputi *Dissolved oxygen*, PH, hardness, total solid, *suspended solid* serta *oil* dan *organic matter*.

Syarat kualitas *feed water* :

- DO *(Disolved Oxygen)* : lebih baik 0 ≤ 0,007 ppm (≤ 0,005 cc/lt)
- PH : ≥ 7
- Hardness : 0

Temporary *hardness* maksimum : ppm $CaCO_3$

Total solid : ≤ 200 ppm (0-600 psi), ≤ 10 ppm (600-750 psi)

Suspended solid : 0

Oil dan organic matter : 0

- Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan $CaCO_3$ dan silica sebagai SiO_2
- Air bebas mineral, analisanya sama dengan penukar ion
- Analisa *cooling water*, yang dianalisa PH jenuh $CaCO_3$ dan indeks *Langelier*.

Syarat kualitas air pada *cooling water* :

- PH jenuh $CaCO_3$: 11,207-0,916 log Ca + log Mg – 0,991 log total alkalinitas + 0,032 log SC_4
- Indeks Langlier : PH jenuh $CaCO_3$ (0,6 – 10)

b. ***Analisa air umpan boiler***, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, *sodium phosphate, chloride, PH, oil* dan *organic matter*, total solid serta konsentrasi silica.

c. ***Air minum yang dihasilkan*** dianalisa meliputi PH, kadar *khlor* dan kekeruhan

d. ***Air bebas mineral***, yang dianalisa meliputi PH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

   Fungsi dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

   Fungsi dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (additive, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain).

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Fungsi dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

- **Alat analisa penting**

Alat analisa yang digunakan:

1) *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air.

2) *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *specific grafity*.

3) *Viscometer bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viscositas.

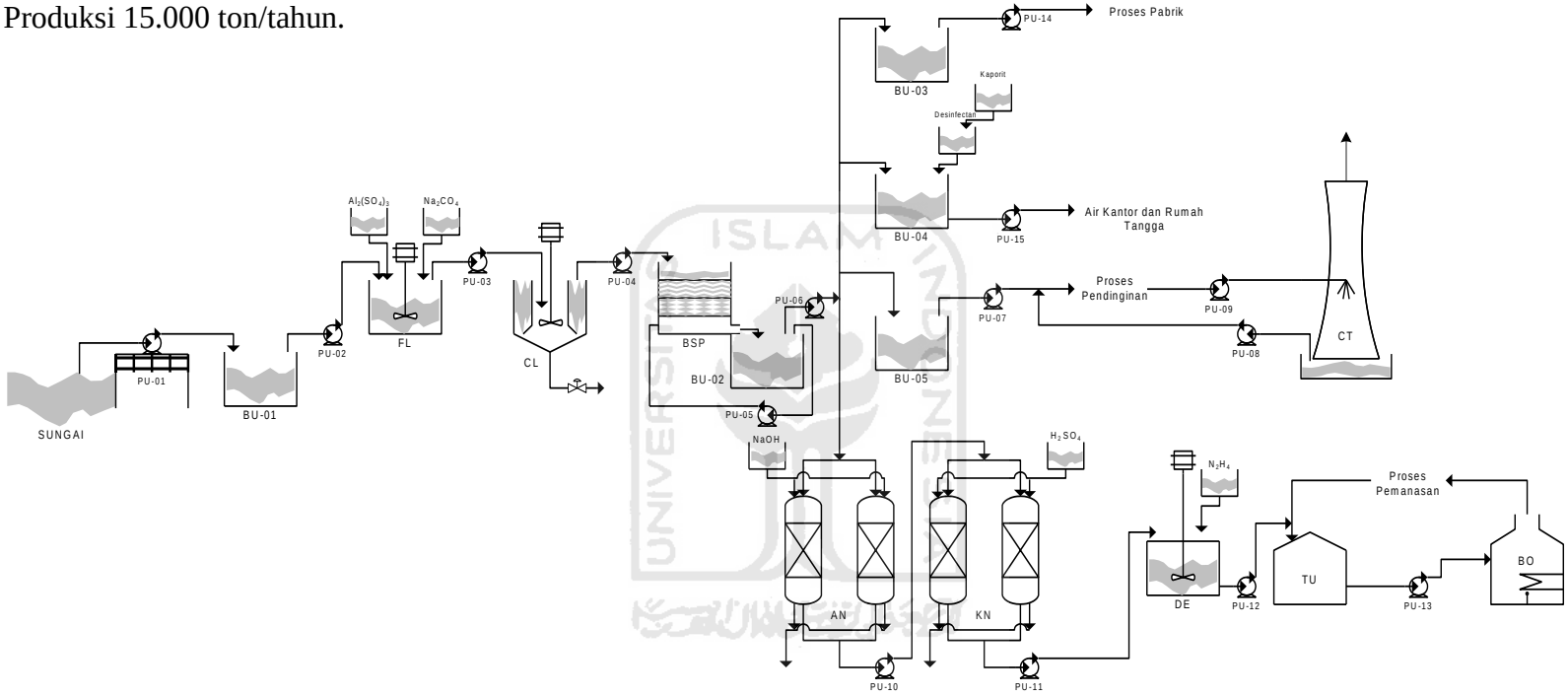
4) *Portable Oxygen Tester*

Digunakan untuk menganalisa kandungan oksigen dalam cerobong asap.

5) *Infra – Red Spectrofotometer*

Digunakan untuk menganalisa kualitas bahan baku, produk dan bahan selama proses.

Berikut flow diagram proses pengolahan air pabrik Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara dengan Kapasitas Produksi 15.000 ton/tahun.



ALAT	KETERANGAN
BU-01	Bak pengendap
BU-02	Bak penampung air bersih
BU-03	Bak penampung air proses
BU-04	Bak penampung air kantor dan rumah tangga
BU-05	Bak penampung air pendingin
FL	Flokulator
CL	Clarifier
BSP	Bak saringan pasir
AN	Tangki anion
KN	Tangki kation
DE	Tangki deaerator

ALAT	KETERANGAN
TU	Tangki air umpan boiler
BO	Boiler
CT	Cooling tower
PU-01	Pompa
PU-02	Pompa
PU-03	Pompa
PU-04	Pompa
PU-05	Pompa
PU-06	Pompa
PU-07	Pompa

ALAT	KETERANGAN
PU-08	Pompa
PU-09	Pompa
PU-10	Pompa
PU-11	Pompa
PU-12	Pompa
PU-13	Pompa
PU-14	Pompa
PU-15	Pompa

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

GAMBAR :
DIAGRAM ALIR PENGOLAHAN AIR
PABRIK ASAM ASETAT DARI ASETALDEHID DAN UDARA
KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN

DIKERJAKAN OLEH :
Elfira Usmawati (06 521 039))

DOSEN PEMBIMBING :
Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc.
Diah Retno Sawitri, ST

Gambar 4.5 Diagram Alir Pengolahan Air

4.8 Organisasi Perusahaan

4.8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik Asam Asetat ini yang akan didirikan direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

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

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen

   Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.

5. Lapangan usaha lebih luas

   Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
8. Mudah bergerak dipasar global.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktifitas didalam perusahan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi

masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
b) Pendelegasian wewenang
c) Pembagian tugas kerja yang jelas
d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem line dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

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

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

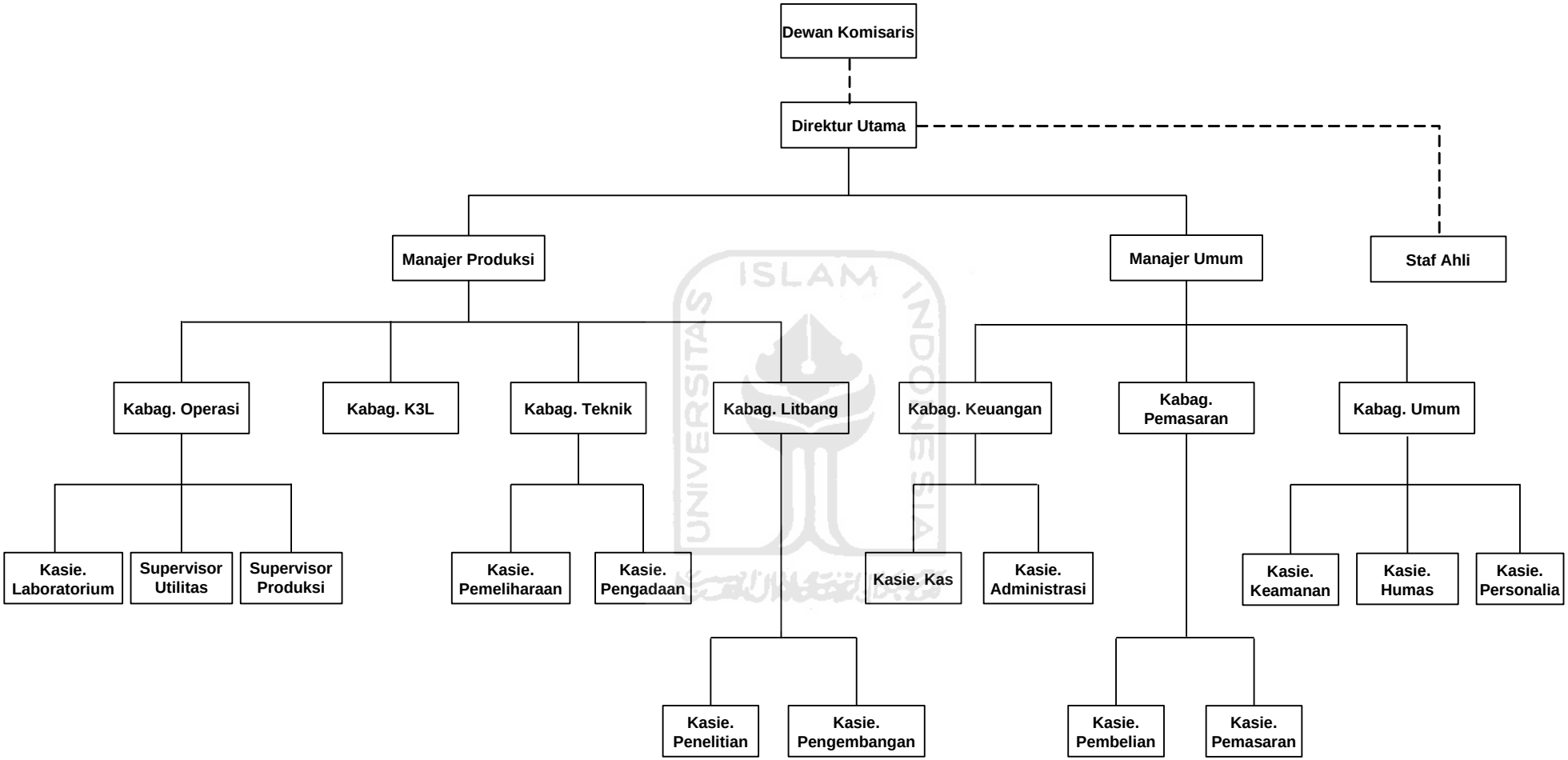
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membidangi yang lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

a) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
d) Penyusunan program pengembangan manajemen.
e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik Asam Asetat dari asetaldehid dan udara dengan kapasitas Produksi 15.000 ton/tahun.



Gambar 4.6 Struktur Organisasi Perusahaan

4.8.3 Tugas dan Wewenang

4.8.3.1 Pemegang saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut, para pemilik saham sebagai pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham :

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

4.8.3.2 Dewan Komisaris

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

1) Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2) Mengawasi tugas-tugas direksi.
3) Membantu direksi dalam hal yang sangat penting.

4.8.3.3 Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya atas maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama

bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Diretur Utama membawahi Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

a) Melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan memperrtanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
b) Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan menjalin hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
c) Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
d) Mengkoordinir kerjasama dengan Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum.

4.8.3.4 Manajer

Membantu direktur dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktur. Disini terdapat beberapa manajer,antara lain :

a. Manajer Produksi, tugasnya antara lain :
   - Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, operasi dan teknik.
   - Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

b. Manajer Umum, tugasnya antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.
- Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.8.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan.

Kepala bagian terdiri dari :

1) Kepala Bagian Operasi

   Kepala bagian operasi bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksinya.

   Kepala bagian operasi membawahi :

   a) Supervisor Utilitas

      Tugas Supervisor Utilitas :

      - Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga dan instrumentasi.
      - Bertanggung jawab kepada manajer atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.

   b) Supervisor Produksi

      Tugas Supervisor produksi :

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- Mengawasi jalannya proses dan produksi.
- Bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas untuk menunjang kelancaran proses produksi.

c) Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk
- Mengawasi kualitas buangan pabrik.

2) Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab kepada Manajer Produksi.

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain :

a) Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.

b) Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

a) Seksi Pemeliharaan Peralatan

Tugas Seksi Pemeliharaan Peralatan antara lain :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.

- Memperbaiki peralatan pabrik.

b) Seksi Pengadaan Peralatan

Tugas Seksi Pengadaan Peralatan antara lain :

- Merencanakan penggantian alat.
- Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan.

3) Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan bertanggungjawab kepada Manajer Produksi dalam bidang K3 dan pengolahan limbah.

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan membawahi :

a) Seksi Keselamatan Kerja

Tugas Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja antara lain :

- Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
- Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
- Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kejadian kecelakaan kerja.
- Menciptakan suasana aman di lingkungan pabrik serta penyediaan alat-alat keselamatan kerja.

b) Seksi Pengawasan dan Pengolahan Limbah

Tugas Seksi Pengawasan dan Pengolahan Limbah antara lain :

- Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan di seluruh pabrik.
- Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

4) Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Kepala Bagian penelitian dan Pengembangan (Litbang) bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan.

Kepala Bagian Litbang membawahi :

a) Seksi Penelitian

Tugas Seksi Penelitian yaitu : melakukan penelitian untuk peningkatan effisiensi dan efektivitas proses produksi serta peningkatan kualitas produk.

b) Seksi Pengembangan

Tugas Seksi Pengembangan yaitu : merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan perusahaan baik dari segi kapasitas, keperluan plant, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.

5) Kepala bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang pengadaan dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

a) Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain :

- Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli.
- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

b) Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain :

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- Mengatur distribusi barang dari gudang.

6) Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala Bagian Keuangan bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan membawahi :

a) Seksi Administrasi :

Tugas Seksi Administrasi antara lain : menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor, pembukuan serta masalah pajak.

b) Seksi Kas

Tugas Seksi Kas antara lain :

- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

7) Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

a) Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain :

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

b) Seksi Humas

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

c) Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain :

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

4.8.3.6 Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing, agar diperoleh hasil uang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Kepala Seksi akan membawahi Operator. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.8.3.7 Status Karyawan

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

a) Karyawan Tetap

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

b) Karyawan Harian

   Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c) Karyawan Borongan

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

4.8.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

a) Karyawan Non Shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan harian adalah : Direktur Utama, Manajer, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja : Senin – Jumat : jam 07.00 – 15.00

Sabtu : jam 07.00 – 12.00

Jam istirahat : Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00

Jumat : jam 11.00 – 13.00

b) Karyawan Shift

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

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

- Shift pagi : jam 07.00 – 15.00
- Shift siang : jam 15.00 – 23.00
- Shift malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu lainnya istirahat dan ini berlaku secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap shift, dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.27 Jadwal Kerja Shift tiap Regu

Regu	**Hari**											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan : P = shift pagi

S = shift siang

M = shift malam

L = libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah presensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

4.8.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.8.5.1 Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari lulusan SMP sampai lulusan Sarjana (S-1) atau (S-2). Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4.28 Jabatan dan Keahlian

No.	Jabatan	Keahlian
1	Direktur	Sarjana Teknik Kimia
2	Manajer Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Manajer Umum	Sarjana Ekonomi
4	Sekretaris	Akademi Sekretaris
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	Sarjana Psikologi
7	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
10	Kepala Bagian K3L	Sarjana Teknik Lingkungan
11	Kepala Bagian Litbang	Sarjana Teknik Kimia
12	Kepala Seksi Personalia	Sarjana Psikologi
13	Kepala Seksi Humas	Sarjana Komunikasi
14	Kepala Seksi Keamanan	Ahli Madya / DIII
15	Kepala Seksi Pemasaran	Sarjana Ekonomi
16	Kepala Seksi Administrasi	Sarjana Administrasi Negara
17	Kepala Seksi Kas	Sarjana Ekonomi
18	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia

19	Kepala Seksi Pemeliharaan	Sarjana Teknik Mesin
20	Kepala Seksi Pengadaan	Sarjana Teknik Kimia
23	Kepala Seksi Penelitian	Sarjana Kimia
24	Kepala Seksi Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
25	Kepala Seksi Pembelian	Sarjana Teknik Kimia
26	Supervisor Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
27	Supervisor Produksi	Sarjana Teknik Kimia
28	Karyawan Personalia	Ahli Madya / DIII
29	Karyawan Humas	Ahli Madya / DIII
30	Karyawan Keuangan/Kas	Ahli Madya / DIII
31	Karyawan Administrasi	Ahli Madya / DIII
32	Karyawan Pemasaran	Ahli Madya / DIII
33	Karyawan Pembelian	Ahli Madya / DIII
34	Karyawan Pengembangan	Ahli Madya / DIII
35	Karyawan Penelitian	Ahli Madya / DIII
36	Karyawan Pengawasan Limbah	Ahli Madya / DIII
37	Karyawan K3	Ahli Madya / DIII
38	Karyawan Pengadaan Alat	Ahli Madya / DIII
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	Ahli Madya / DIII
40	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya / DIII
41	Medis	Dokter
42	Paramedis	Akademi Keperawatan
43	Satpam	SMU Sederajat
44	Sopir	SMP / SMU
45	Pesuruh	SMP / SMU
46	Cleaning Service	SMP / SMU

4.8.5.2 Perincian jumlah karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat digambarkan sebagai berikut :

Tabel 4.29 Perincian Jumlah Karyawan Alat Proses

Nama Alat	∑Unit	Orang/Unit.Shift	Orang/shift
Reaktor Gelembung	1	0,5	0,5
Scrubber	1	0,5	0,5
Menara Distilasi	2	0,25	0,5

Accumulator	2	0,05	0,1
Condenser	3	0,05	0,15
Reboiler	2	0,05	0,1
Tangki	2	0,1	0,2
Heater	1	0,25	0,25
Cooler	4	0,25	2
Pompa	7	0,2	1,4
Blower	1	0,2	0,2
Separator	1	0,25	0,25
Compresor	2	0,2	0,4
Total			**6,55**

- Jumlah operator untuk alat proses = 6,55 x 3 Shift = 19,65 ≈ 20 Orang
- Jumlah Operator utilitas = 0,5 x Jumlah operator produksi

  = 0,5 x 20 Orang

  = 10 Orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 20 Orang + 10 Orang

= 30 Orang

Tabel 4.30 Jumlah Karyawan

Jabatan	Jumlah
Direktur Utama	1
Manajer Produksi	1
Manajer Umum	1
Staf Ahli	1
Kepala Bagian	7
Kepala Seksi	12
Supervisor	2
Sekretaris	3
Karyawan Personalia	2
Karyawan Humas	2
Karyawan Keuangan/Kas	2
Karyawan Administrasi	2
Karyawan Pemasaran	2
Karyawan Pembelian	2

Karyawan Pengembangan	2
Karyawan Penelitian	2
Karyawan Pengawasan dan Pengolahan Limbah	1
Karyawan K3	9
Karyawan Pengadaan Alat	2
Karyawan Pemeliharaan Alat	3
Karyawan Laboratorium	6
Medis	1
Paramedis	3
Satpam	12
Sopir	4
Pesuruh	2
Cleaning Service	5
Operator Lapangan	30
Total	**122**

4.8.5.3 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

a) Gaji bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan

b) Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian

c) Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4.31 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	20.000.000	20.000.000
Manajer Produksi	1	17.000.000	17.000.000
Manajer Umum	1	15.000.000	15,000,000

Staf Ahli	1	5.000.000	5.000.000
Kepala Bagian	7	8.000.000	56.000.000
Kepala Seksi	12	4.000.000	48.000.000
Supervisor	2	2.500.000	5.000.000
Sekretaris	3	2.100.000	6.300.000
Karyawan Personalia	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Humas	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Keuangan/Kas	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Administrasi	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Pemasaran	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Pembelian	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Pengembangan	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Penelitian	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Pengawasan dan Pengolahan Limbah	1	2.000.000	2.000.000
Karyawan K3	9	2.000.000	18.000.000
Karyawan Pengadaan Alat	2	2.000.000	4.000.000
Karyawan Pemeliharaan Alat	3	2.000.000	6.000.000
Karyawan Laboratorium	6	2.000.000	12.000.000
Medis	1	2.500.000	2.500.000
Paramedis	3	2.000.000	6.000.000
Satpam	12	1.500.000	18.000.000
Sopir	4	1.000.000	4.000.000
Pesuruh	2	800.000	1.600.000
Cleaning Service	5	800.000	4.000.000
Operator Lapangan	30	1.500.000	45.000.000
Total	**122**		**323.000.000**

4.8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1) Tunjangan
   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 kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2) Cuti

a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.

b) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3) Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4) Pengobatan

a) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

b) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5) Asuransi tenaga kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan.

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

a. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
b. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
c. Sarana peribadatan seperti masjid.
d. Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti *masker*, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
e. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

4.8.7 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengandalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

a. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedang faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

   Dapat dibagi dua kemungkinan :

   - Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
   - Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

   Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

   - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
   - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
   - Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

a. Material (Bahan Baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilan meningkat.

c. Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

b. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standart dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. Pengendalian kualitas

   Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor / analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2. Pengendalian kuantitas

   Penyimpangan kuatitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian waktu

   Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

   Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

4.9 Evaluasi Ekonomi

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan *(estimation)* tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan

keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah :

1. ***Return On Invesment***
2. ***Pay Out Time***
3. ***Discounted Cash Flow***
4. ***Break Event Point***
5. ***Shut Down Point***

Sebelum dilakukan analisa terhadap ketiga faktor 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*)

4.9.1 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 2015. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mancari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2015 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1955 sampai 2015, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.32 Harga Indeks

Tahun (X)	Indeks (Y)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3

2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
Total	**8.277,6**

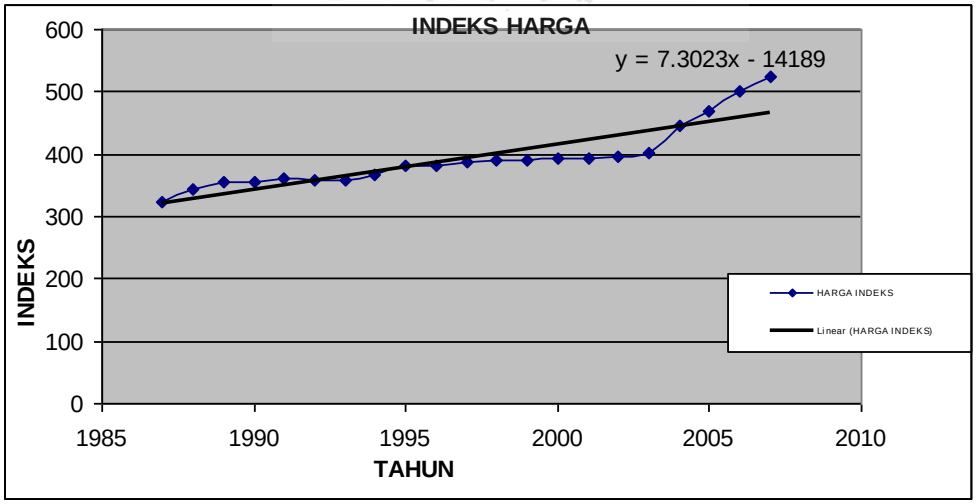
Sumber : (http://www.che.com, 2007)

Persamaan yang diperoleh adalah : y = 7,3023 x - 14.189

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2015 adalah:

Tahun	Indeks
2008	473,2800
2009	480,5650
2010	487,8500
2011	495,1350
2012	502,4200
2013	509,7050
2014	516,9900
2015	**524,2750**

Jadi indeks pada tahun 2015 = **524,2750**



Grafik 4.1 Indeks Harga

Harga–harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, Harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan (Peter Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries Newton, pada tahun 1954). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$Ex = \mathrm{Ey}\,\frac{\mathrm{Nx}}{\mathrm{Ny}}$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2015

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

Nx : Index harga pada tahun 2015

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi asam asetat	= 15.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2015
Kurs mata uang	= 1 US$ = Rp 10.000,-
Harga bahan baku	= Rp 70.642.874.179,59
Harga Jual	= Rp 247.167.643.889,45

4.9.3 Perhitungan Biaya

4.9.3.1 *Capital Investment*

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

Capital *investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

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.

4.9.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *direct, indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost,* yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), 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.

4.9.3.3 *General Expense*

Genaral Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk manufacturing cost.

4.9.4 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:

4.9.4.1 *Percent Return On Investment*

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

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

4.9.4.2. *Pay Out Time* (POT)

***Pay Out Time* (POT)** adalah :

- 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.

- Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

4.9.4.3 *Break Event Point* (BEP)

Break Event *Point* (BEP) adalah :

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

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

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

4.9.4.4 *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

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

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

4.9.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

- 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.
- Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- 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 = 10 tahun

i : Nilai DCFR

4.9.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik hidrogen peroksida memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta General Expense. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.33 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Rp	US $
1	Harga alat (PEC)	-	3.508.360,29
2	Biaya pemasangan	2.559.699.668,91	792.889,42
3	Biaya pemipaan	2.959.652.742,18	1.784.001,21
4	Biaya instrumentasi	239.971.843,96	777.101,80
5	Biaya listrik	399.953.073,27	710.442,96
6	Biaya isolasi	399.953.073,27	464.857,74
7	Biaya bangunan	38.376.000.000,00	-
8	Biaya tanah dan Perbaikan	10.400.000.000,00	-
9	Biaya utilitas	161.747.744,35	327.219,94
Physical Plant Cost (PPC)		**55.496.978.145,93**	**9.241.963,44**

Tabel 4.34 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Engineering & Construction Cost (20%.PPC)*	11.099.395.629,19	1.848.392,69
	Total (DPC + PPC)	**66.596.373.775,11**	**11.090.356,13**

Tabel 4.35 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Contractors fee* (5%.DPC)	3.329.181.688,763	554.517,81
2	*Contigency (10%.DPC)*	6.659.637.377,51	1.109.035,61
	Total	**76.585.829.841,38**	**12.753.909,55**

Tabel 4.36 ***Direct Manufacturing Cost (DMC)***

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	*Raw Material*	70.642.874.179,59
2.	*Labor*	3.876.000.000,00
3.	*Supervisor*	387.600.000,00
4.	*Maintenance*	4.082.498.507,60
5.	*Plant Suplies*	612.273.776,89
6.	*Royalty and Patent*	2.082.498.507,60
7.	*Bahan utilitas*	98.301.113.137.750,42
	Total	**180.644.137.652,65**

Tabel 4.37 ***Indirect Manufacturing Cost (IMC)***

No	Komponen	Rp
1	*Payroll Overhead*	581.400.000,00
2	*Laboratory*	387.600.000,00
3	*Plant Overhead*	1.938.000.000,00
4	*Packaging & Shipping*	8.225.029.316,68
Total IMC		**11.132.029.316,68**

Tabel 4.38 ***Fixed Manufacturing Cost (FMC)***

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	*Depresiasi*	16.329.994.030,41
2.	*Propertay tax*	3.061.873.880,70
3.	*Asuransi*	2.041.249.253,80
	Total	**21.433.117.164,92**

Tabel 4.39 ***Total Manufacturing Cost (MC)***

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1.	*Direct manufacturing Cost*	180.644.137.652,65
2.	*Indirect manufacturing Cost*	11.132.029.316,68
3.	*Fixed manufacturing Cost*	21.433.117.164,92
	Total	**213.209.284.134,25**

Tabel 4.40 ***Working Capital (WC)***

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1.	*Raw Material Inventory*	21.283.922,46
2.	*Inproses Inventory*	646.088.739,80
3.	*Product Inventory*	19.382.662.194,02
4.	*Extended credit*	19.382.662.194,02
5.	*Available cash*	19.382.662.194,02
	Total	**58.815.359.244,33**

Tabel 4.41 ***General Expense (GE)***

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1.	Administrasi	4.264.185.682,68
2.	*Sales expense*	6.396.278.524,03
3.	*Research*	4.264.185.682,68
4.	*Finance*	5.258.805.692,49
	Total	**20.183.455.581,89**

Tabel 4.42 Total Biaya Produksi

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1.	*Manufacturing cost*	213.209.284.134,25
2.	*General expense*	20.183.455.581,89
	Total	**233.392.739.716,14**

Tabel 4.43 ***Fixed cost (Fa)***

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	*Depresiasi*	16.329.994.030,41
2.	*Propertay tax*	3.061.873.880,70
3.	*Asuransi*	2.041.249.253,80
	Total Fa	**21.433.117.164,92**

Tabel 4.44 ***Variable Cost (Va)***

No	Komponen	Harga (Rp)
1	*Raw Material*	70.642.874.179,59
2	*Packing & Shipping*	8.225.029.316,68
3	Utilitas	98.301.113.750,42
4	*Royalties & patents*	2.741.676.438,89
	Total Va	**179.910.693.685,59**

Tabel 4.45 ***Regulated Cost (Ra)***

No.	Komponen	Harga (Rp)
1	Gaji karyawan	3.876.000.000,00
2	*Payroll overhead*	1.938.000.000,00
3	*Plant overhead*	581.400.000,00
4	*Supervisi*	387.600.000,00
5	*Laboratorium*	387.600.000,00
6	*Maintenance*	4.082.498.507,60
7	*General expense*	20.183.455.581,89
8	*Plant supplies*	612.374.776,14
	Total	**32.048.928.865,63**

4.9.6 Analisis Keuntungan

Harga jual produk per kg

Asam Asetat	= Rp 18.300,00 /kg
Annual Sales (Sa)	= Rp 274.167.643.89,45
Total Cost	= Rp 233.392.739.716,14 (-)
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 40.774.904.173,32
Pajak Pendapatan	= 50%
Keuntungan setelah pajak	= Rp 20.287.452.086,66

4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.9.7.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

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

ROI *sebelum* pajak = 19,98%

ROI *sesudah* pajak = 9,99%

4.9.7.2 *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 3,58 Tahun

POT sesudah pajak = 5,56 Tahun

4.9.7.3 *Break Event Point (BEP)*

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

BEP = 43,23 %

4.9.7.4 *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 13,39 %

4.9.7.5 *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 204.124.925.380,15

Working Capital = Rp 58.815.359.244,33

Salvage value (SV) = Rp 20.412.492.538,02

Cash flow (CF) = *Annual profit + depresiasi + finance*

CF = Rp 41.976.251.809,56

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

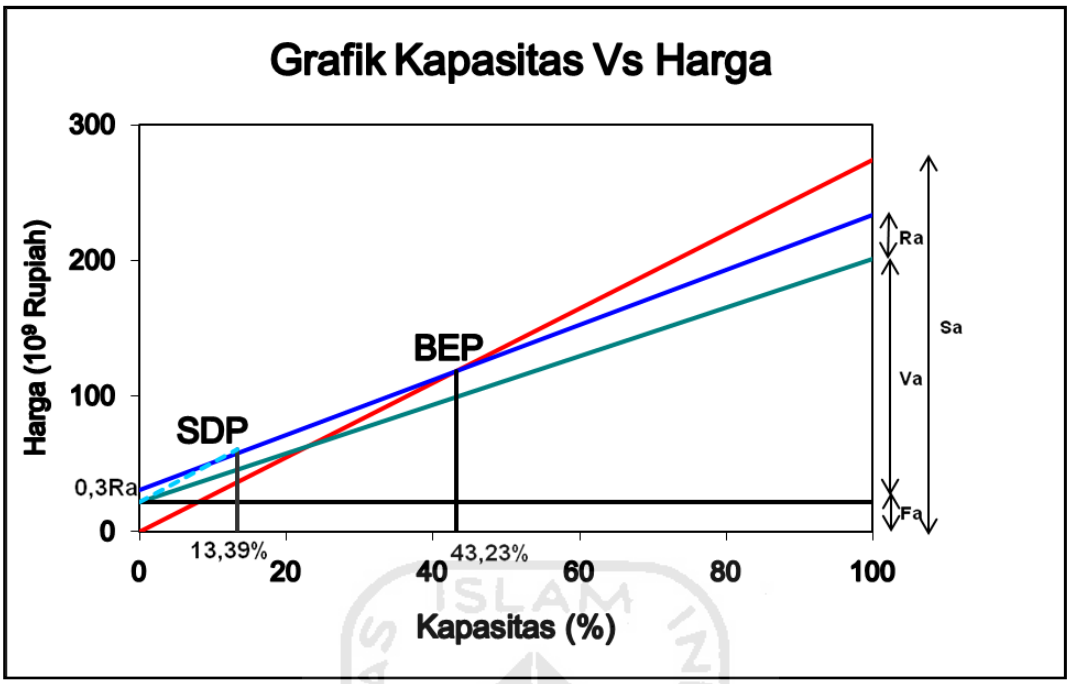
$$R = (FCI + WC) * (1+i)^n - (SV + WC)$$

R = Rp 735.870.859.358,71

$$S = C1 * (1+i)^{n-1} + C2 * (1+i)^{n-2} + C3 * (1+i)^{n-3} + ... + Ca$$

S = Rp 735.870.859.358,71

Dengan trial & error diperoleh nilai i = 11,98%



Grafik 4.2 BEP dan SDP

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik asam asetat dari asetadehid dan udara kapasitas produksi 15.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena :

Ditinjau dari proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku, dan kondisi sosio kultural lokasi pabrik, maka pabrik asam asetat dari asetaldehid dan udara tergolong pabrik beresiko rendah. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

1) Keuntungan yang diperoleh :

   Keuntungan sebelum pajak Rp 40.774.904.173,32 /tahun, dan keuntungan setelah pajak (50%) sebesar Rp 20.287.452.086,66 /tahun.

2) *Return On Investment* (ROI) :

   Presentase ROI sebelum pajak sebesar 19,98%, dan ROI setelah pajak sebesar 9,99%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955).

3) *Pay Out Time* (POT) :

   POT sebelum pajak selama 3,58 tahun dan POT setelah pajak selama 5,56 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

4) *Break Event Point* (BEP) pada 43,23%, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 13,39%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 11,98%. Suku bunga simpanan di bank saat ini adalah 6,5% (www.detikfinance.com, 6 Januari 2011). Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x Suku bunga simpanan bank (1,5 x 6,5% = 9,75%).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik asam asetat dari asetaldehid dan udara dengan proses oksidasi kapasitas produksi 15.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Perancangan 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/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 lebih ramah lingkungan.
3. Produk utama asam aseat dapat direalisasikan sebagai kebutuhan dimasa mendatang yang semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S and Newton, R.D, 1954, " *Chemical Engineering Cost Estimation* ", Mc GrawHill Book Co. Inc, New York

Biro Pusat Statistik," *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia* ",Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2002-2006.

Brown, G.G, 1963, " *Unit Operation* ", 14th ed, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons. Inc, New York

Brownell, L.E and Young, E.H, 1979, " *Process Equiment Design* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Coulson, J.J and Richardson, J.F, 2005, " *Chemical Equiment Design* ", vol 6, Pergamon Press, Inc.,New York

Faith, W.L., Keyes, D.B., Clark, R.L., 1975, *Industrial Chemical*, 4th ed., John Willey and Sons Inc., New York.

Kern, D.Q, 1983, " *Process Heat Transfer* ", Mc GrawHill Book Co.Inc., New York

Perry, R.H and Grens, D.W.,1984, " *Chemical engineering's Hand Book* ", 6th ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Peters, M.S and Timmerhouse, K.D, 1980, " *Plant Design Economic's for Chemical engineering's* ", 4th ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Powell, R.E., 1954, "*Water Conditioning for Industry",* McGraw-Hill Book Company, New York.

Rase, H.F and Barrow, M.H, 1957, " *Chemical Reactor Design for Process Plant* ", John wiley and Sons. Inc, New York.

Smith, J.M and Van Ness, H.C, " *Introduction to Chemical Engineering Thermodinamic's* ", 2nd ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Treyball, R.E, 1979, " *Mass Transfer Operation's* ", 3rd ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Ulrich, G.D, 1984, " *A Guide to Chemical engineering Process Design and Economic's* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Wallas, Stenley, M., 1991, " *Chemical Process Equiment Selection and Design* ", Mc GrawHill Book Co., Tokyo.

Yaws, Carl L.,1999," *Chemical Properties Handbook",* McGraw-Hill Book Company, Tokyo.

REAKTOR (R-01)

Tugas : Mereaksikan CH_3CHO dan Udara menjadi CH_3COOH

Jenis : Reaktor Gelembung

Kondisi Operasi :

Tekanan : 10 atm

Suhu : 75 °C

1. NERACA MASSA :

Dari perhitungan neraca massa awal diketahui bahwa umpan masuk terdiri dari :

Komponen	Berat Molekul	Kmol/jam	Kg/jam
CH_3CHO	44,05	43,1216	1.899,5045
H_2O	18,015	1,3385	24,1131
O_2	31,999	36,2221	1.159,0712
N_2	28,013	136,2641	3.817,1667
Mn.Asetat	173	0,0274	4,7488
CH_3COOH	60	3,1112	186,5045
Jumlah		**220,0849**	**7.091,2762**

Reaksi yang terjadi :

$CH_3CHO_{(c)} + 1/2\ O_{2\,(g)} \text{ ----------> } CH_3COOH_{(c)}$

B + 1/2 A ----------> C

Hasil reaksi :

Komponen	Berat Molekul	Produk atas (kg/jam)	Produk bawah (kg/jam)
CH_3CHO	44,05	2,6329	1,1661
H_2O	18,015	2,8443	21,2511
O_2	31,999	470,5277	0
N_2	28,013	3.817,1667	0
Mn.Asetat	173	0	4,7488
CH_3COOH	60	205,6548	2.563,1322
Jumlah		**4.498,830**	**2.590,2982**

2. Konstanta Kecepatan Reaksi

Persamaan reaksi :

$CH_3CHO + 1/2\ O_2$ ----------> CH_3COOH

B + 1/2 A ----------> C

Konversi yang terjadi = 90 % dengan persamaan kecepatan reaksi :

$r_B = k \cdot C_A \cdot C_B$

Harga Konstanta kecepatan reaksi (k) :

$k = 3{,}02E03 \exp(-3930 / RT)$ $L/kgmol\,\det ik$

$k = 1{,}5364$ $L/kgmol\,\det ik$

3. Diffusivitas gas dalam cairan

Diffusivitas gas dalam cairan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$D_{AL} = 117{,}3 \times 10^{-18} \frac{(\Phi \cdot M_B)^{0.5}\ T}{V_A^{0.6} \cdot \mu}$$

(Pers. 2-44, Treyball)

Dengan :

D_{AL} = Diffusivitas solut A (O_2) melalui Solvent B (CH_3CHO)

Φ = Parameter asosiasi solvent B = 1,2

μ = Viscositas solvent B = 0,0002 $kg/m\,\det ik$

V_A = Volume molekular udara = 0,0256 $m^3/\det ik$

T = Temperatur = 338 ^0K

$$D_{AL} = 117{,}3 \times 10^{-18} \frac{(1 \ .\ 44{,}05)^{0.5} \ .\ 338}{0{,}0256^{0.6} \ .\ 0{,}0002}$$

$= 0{,}0000000002060616\ cm^2/\det ik$

4. Menentukan Diameter Gelembung

Hubungan antara diameter gelembung dengan diameter orifice :

$$Db = \left[\frac{6.Do.\sigma}{g.\rho}\right]^{1/3}$$ (Pers.18-128, Perry ed.5)

Untuk keadaan gelembung yang stabil berlaku syarat :

$$Db < 0.078\left[\frac{\sigma}{\rho L - \rho g}\right]^{1/2}$$ (Pers. 18-68, Perry ed.5)

Dengan :

Db = Diameter gelembung, cm

Do = Diameter orifice, cm

σ = Tegangan muka = 21,3016 $dyne/cm$

ρl = Densitas cairan = 0,7780 gr/cm^3

ρg = Densitas Gas = 0,0101 gr/cm^3

g = Konstanta gravitasi = 980 $cm/det\,ik^2$

Range Do : 0,004 cm < Do < 0,95 cm (Perry ed.5,p.18-68)

Bila diambil Do = 0,1500 cm

$$Db = \left[\frac{6.Do.\sigma}{g.\rho}\right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{(6)(0,150)(21,3016)}{(980)(0,778)}\right]^{1/3}$$

$$= 0,2930 \text{ cm}$$

Chek Stabilitas gelembung

Stabil bila :

$$Db < 0.078\left[\frac{\sigma}{\rho L - \rho g}\right]^{1/2}$$

$$Db < 0{,}078\left[\frac{21{,}30}{(0{,}78) - (0{,}0101)}\right]^{1/2}$$

$$Db < 0{,}4108$$

Jadi diameter orifice yang diambil memenuhi

diperoleh : D orifice = 0,1500 cm

D gelembung = 0,2930 cm

5. Menentukan Koeffisien Transfer massa cairan (K_{AL})

Dari persamaan Calderbank & M.Young, Perry ed 5 :

1. Untuk Db < 1 mm , pers. 18-144

$$\frac{K_{AL}.Db}{D_{AL}} = 2.0 + 0.31\left[\frac{Db^3 . \rho L . g}{\mu L . D_{AL}}\right]^{1/3}$$

2. Untuk Db > 2.5 mm , pers. 18-145

$$\frac{K_{AL}.Db}{D_{AL}} = 0.42\left[\frac{\mu L}{\rho L . D_{AL}}\right]^{1/2}\left[\frac{Db^3 . \rho . g}{\mu L^2}\right]^{1/3}$$

Maka untuk diameter gelembung = 0,1 cm

$$\frac{K_{AL}.Db}{D_{AL}} = 2.0 + 0.31\left[\frac{Db^3 . \rho L . g}{\mu L . D_{AL}}\right]^{1/3}$$

$$\frac{K_{AL}.Db}{D_{AL}} = 6{,}268 \times 10^{12}$$

$$K_{AL} = (6{,}368 \times 10^{12})x \frac{(0{,}0000946424)}{01}$$

$$= 0{,}1458\ cm^2 / detik$$

Maka untuk diameter gelembung = 0.25 cm

$$\frac{K_{AL}.Db}{D_{AL}} = 0.42\left[\frac{\mu L}{\rho L . D_{AL}}\right]^{1/2}\left[\frac{Db^3 . \rho . g}{\mu L^2}\right]^{1/3}$$

$$\frac{K_{AL} \cdot Db}{D_{AL}} = 5{,}15 \times 10^{10}$$

$$K_{AL} = (5{,}15 \times 10^{10}) \times \frac{(0{,}0000946424)}{0{,}25}$$

$$= 0{,}3617 \ {cm^2}/{det\ ik}$$

Dengan cara Interpolasi diperoleh K_{AL} untuk diameter gelembung = 0,2930 cm

$$K_{AL} = 0{,}1458 + \frac{(0{,}2930 - 0{,}1)}{(0{,}25 - 0{,}1)} (0{,}3617 - 0{,}1458)$$

$$= 0{,}1458 \ {cm^2}/{det\ ik}$$

6. Film Conversion Parameter

Untuk menentukan faktor yang berpengaruh dalam reaksi yang terjadi adalah menggunakan parameter M (Levenspiel, p-418).

$$M = \frac{\text{Konversi max. yang terjadi dalam film}}{\text{Diffusivitas max. melalui film}}$$

$$M = \frac{k \cdot C_B \cdot D_{AL}}{K_{AL}{}^2}$$

dengan :

M = parameter

k = Konstanta kecepatan reaksi

C_B = Konsentrasi B (CH_3CHO) = 0,0120 ${gmol}/{cm^3}$

D_{AL} = Diffusivitas gas A dalam cairan

K_{AL} = Koeffisien transfer massa

Jika :

M >> 1----> maka reaksi keseluruhan terjadi pada lapisan film dan luas transfer massa adalah faktor pengendali kecepatan reaksi.

M << 1----> maka tidak ada reaksi yang terjadi pada lapisan film dan volume keseluruhan menjadi faktor pengendali kecepatan reaksi.

Atau jika :

M > 4 ------> Diffusi gas adalah faktor yang berpengaruh.

0,0004 < M < 4 ------> Diffusi gas dan kecepatan reaksi kimia sama-sama berpengaruh.

M < 0,0004 ------> Reaksi kimia adalah faktor yang berpengaruh.

maka :

$$M = \frac{(1,5364)(0.0120)(0,0000946424)}{(0,1458)^2}$$

$$= 1,34 \times 10^{-5}$$

Karena M < 0,0004 maka reaksi kimia adalah faktor yang berpengaruh

7. Laju alir volumetris gas yang keluar dari tiap lubang orifice digunakan persamaan 18-131 Perry ed.5 :

$$Db^3 = 1.378 \frac{6 \,.\, Q^{6/5}}{\pi \,.\, g^{3/5}}$$

atau

$$Q^{6/5} = \frac{Db^3 \;\pi \,.\, g^{3/5}}{6 \,.\, 1.378}$$

$$Q^{6/5} = \frac{(0,2930)^3 \;\pi \,.\, (980)^{3/5}}{(6)(1,378)}$$

Sehingga diperoleh :

$$Q = 0,649025 \;\; cm^3/det\,ik$$

$$= 0,0000229200 \;\; cuft/det\,ik$$

Volume satu gelembung :

$$Vo = 1/6 \,.\, 3,14 \,.\, Db^3$$

$$= 1/6 \,.\, 3,14 \,.\, 0,2930^3$$

$$= 0,0131591 \; cm^3$$

$$= 0,0000004647 \; cuft$$

Frekuensi gelembung :

$$fb = \frac{\text{Kec. volume gas satu lubang}}{\text{Volume satu gelembung}}$$

$$= \frac{0{,}00002292 \ cuft/detik}{0{,}00000046 \ cuft/detik}$$

$$= 49{,}3213 \ gelembung/detik$$

8. Jumlah lubang orifice

Kecepatan Volume gas masuk :

$$Vg = \frac{\text{Kec. umpan gas masuk, G (gr/dt)}}{\rho g \ (gr/cc))}$$

$$= \frac{16231{,}1113 \ gr/detik}{0{,}0101 \ gr/cc}$$

$$= 1609464{,}6250 \ cc/detik$$

$$= 56{,}8374 \ cuft/detik$$

Jumlah gelembung :

$$N \ gel. = \frac{\text{Kec. Volume gas}}{\text{Volume gelembung}}$$

$$= \frac{56{,}8374 \ cuft/detik}{0{,}00000046 \ cuft}$$

$$= 122307744 \ gelembung/detik$$

Jumlah lubang orifice:

$$N \ hole = \frac{\text{Kecepatan volume gas}}{\text{Laju alir volumetris gas}}$$

$$= \frac{56{,}8374 \ cuft/detik}{0{,}00002292 \ cuft/detik}$$

$$= 2479818 \ lubang$$

9. Kecepatan Terminal gas

Kecepatan terminal gas untuk Db : 1,4 mm < Db < 6 mm berlaku pers. 6-7 Treyball.

$$Vt = \left[\frac{2.\sigma}{Db.\rho L} + \frac{Db.g}{2} \right]^{1/2}$$

$$Vt = \left[\frac{(2)(21,3)}{(0,2930)(0,7780)} + \frac{(0,293)(980)}{2} \right]^{1/2}$$

$$= 39,1788 \ cm/det ik$$

Menurut Smith (1981),Vt = 17 - 23 cm/dt, jadi Vt memenuhi

10. Diameter Perforated plate

Diameter Orifice = 0,1500 cm

Luas lubang orifice = 0,01766 cm²

Jumlah Lubang orifice = 2479818 lubang

Susunan lubang dirancang square pitch, agar tidak terjadi tumbukan antar gelembung yaitu dengan syarat 1,5 Db < C < 2 Db (Ludwig,1964)

Bila C = Jarak center to center dari lubang

= 1,5 x D gelembung

= 0,4980 cm

maka luas yang dibutuhkan untuk tiap satu lubang orifice untuk square pitch, dengan sudut $\alpha = 90^{o}$:

A hole = C² x sin 90

A hole = (0,4395² x 1) cm²

= 0,1931 cm²

untuk 2479818 lubang orifice dibutuhkan luas perfoated plate

A plate = 0,1931 x 2479818 cm²

= 479002,0241 cm²

Digunakan 4 plate paralel maka luas untuk satu plate :

A plate = A total / 4

= 479002,0241 cm²/ 4

= 119570,506 cm²

maka diameter Perforated plate :

$$D\,plate = \left[\frac{4\ .A\,plate}{\pi}\right]^{1/2}$$

$$= \left[\frac{(4)(119570{,}506)}{3.{,}4}\right]^{1/2}$$

$$= 195{,}2872 \text{ cm}$$

$$= 1{,}9529 \text{ m}$$

Tinggi plate $= 0{,}5\ .\ 1{,}9529$ m

$= 3{,}9057$ m

11. Diameter Reaktor :

Untuk daerah diluar plate 4 - 6 in (Ludwig,1964), bila dalam perancangan diambil 6 in, maka diameter Reaktor

$$Dr = \sqrt[3]{\frac{4V}{2\pi}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4x8{,}4776}{2\pi}}$$

$$= 1{,}7999 \text{ m}$$

Luas penampang reaktor (Ar) :

$Ar = 3{,}14\ Dr^2 / 4$

$= 3{,}14 \times 1{,}7999^2 / 4\ m^2$

$= 3{,}1416\ m^2$

12. Kecepatan superfacial gas dalam reaktor :

(p.143, Treyball,1981)

$$Vgs = \frac{\text{Kec. Volumetris gas (Vg)}}{\text{Luas penampang reaktor}}$$

$$= \frac{160321{,}1113\ cc/detik}{3{,}1416\ cm^2}$$

$$= 4665{,}1115\ cm/detik$$

Hold Up gas :

$$Hg = \frac{Vgs}{(Vt + Vgs)}$$

$$= \frac{(4665,1115)}{(39,1788) + (4665,115)}$$

$$= 0,9916$$

13. Perhitungan Volume dan ukuran reaktor

Anggapan :

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

Dengan : $-r_B = -\frac{dC_B}{dt} = k.C_A.C_B$

Kondisi Awal :

Kecepatan Volume umpan (Fv) = 104,9540 $^{lt}/_{detik}$

Konsentrasi awal CH_3CHO (C_{Bo}) = 15,9676 $^{gmol}/_{liter}$

Konsentrasi CH_3CHO (C_B) = 11.9757 $^{gmol}/_{liter}$

m = mol umpan O_2 /mol umpan CH_3CHO = 0,6

Konversi Reaktor (X_B) = 0,9

Volume cairan dalam reaktor :

$$V = \frac{F_V(C_{Bo} - C_B)}{k.C_{Bo}^{\,2}(1 - X_B)(m - 1/2\,X_B)}$$

$$= \frac{(104,9540)\,^{lt}/_{dtk}\,(15,9676 - 11,9757)}{(1,5364)\,^{lt}/_{gmoldtk}\,(5,9676^2)\,^{gmol}/_{lt}\,(1 - 0,9)(0,6 - 1/2.\ 0,25)}$$

$$= 71,3040 \text{ L}$$

Hold Up gas = 0,9916

maka :

Volume cairan + gas = Volume cairan / (1 - Hg)

= 71,3040 / (1 – 0,2250)

= 8477,5717 L

Over Design : 25 %

Volume reaktor = 1,25 x 8477,5717 L

= 10596,9647 L

= 10,5969 m^3

Volume total reaktor :

Vt = Volume reaktor + (VHead) (pers. 5.11 Brownell)

Vt = Volume reaktor + (0.1694 . Dr^2 . Dr)

Vt = 12,1776 m^3

Tinggi shell = 2Dr

= 3,5998 m

Tinggi haed = 0,2487 m

diperoleh ukuran Reaktor :

Diameter (Dr) = 1,7999 m

Tinggi (Hr) = Tinggi shell + 2 Tinggi head

= 4,0971 m

Volume cairan dalam head = 0,084672 x Dr^3

= 0,084672 x $1,7999^3$

= 0,4937 m^3

Volume cairan dibadan Reaktor = Vcairan+gas - Vcairan dalam head

= 8,4776 - 0,4937

= 8,9713 m^3

Tinggi cairan dibadan Reaktor tanpa coil = $\frac{volumeCairanDibadan\,\mathrm{Re}\,aktor}{(3{,}14xDr^2)/4}$

$$= \frac{8{,}9713 m^3}{\left(3{,}14 x (1{,}7999)^2 / 4\right)}$$

= 3,5276 m

Waktu Reaksi :

$$-r_B = \frac{dC_B}{dt} = k.C_A.C_B$$

$$\frac{dC_B}{dt} = k\left(C_{Ao} - 1/2\, C_{Bo.} X_B\right).C_B\left(1 - X_B\right)$$

$$\frac{dC_B\left(1 - X_B\right)}{C_{Bo}\left(1 - X_B\right)} = k\left(C_{Ao} - 1/2\, C_{Bo} X_B\right)dt$$

$$\int \frac{1}{\left(1 - X_B\right)} d\left(1 - X_B\right) = k\left(C_{Ao} - 1/2\, C_{Bo} X_B\right)\int dt$$

$$t = \frac{\ln\left(1 - X_B\right)}{k\left(C_{Ao} - 1/2\, C_{Bo} X_B\right)}$$

$$t = \frac{\ln\left(1 - 0{,}9\right)}{(1{,}5364)\, {lt}/{gmol.dtk}\left(\left(4{,}61\right) - 0{,}5\left(15{,}97\right)\left(0{,}9\right)\right)^{gmol/lt}}$$

= 22,4036 detik

= 0,3734 menit

14. Menghitung tebal shell dan head

Tekanan design (p)	= 184,5 psi
Allowable stress (f)	= 13750 psi
Efisiensi sambungan (e)	= 0,8
Faktor korosi (c)	= 0,125 in
Jari-jari Reaktor (R)	= 41,4424 in
Diameter Reaktor (D)	= 82,8847 in

Tebal shell :

$$\text{t shell} = \frac{\text{p . R}}{\text{f . e - 0.4 . p}} + \text{c}$$

$$= \frac{(184,5)(41,4424)}{(13750)(0,8) - (0,4)(184,5)} + 0,125$$

$$= 0,8272 \text{ in}$$

Dipilih tebal shell 3/4 in

Tebal Head :

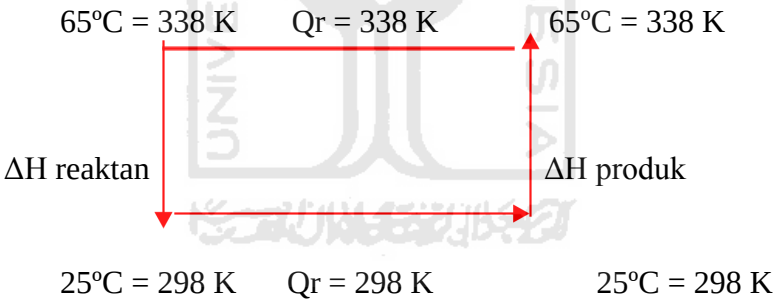
$$t_{head} = \frac{0.885 . p . Dr}{2 . f . e - 0.2 . p} + c$$

$$= \frac{(0,885)(184,5)(82,8837)}{2(13750)(0,8) - (0.2)(184,5)} + 0,125$$

$$= 1,3574 \text{ in}$$

Dipilih tebal head 5/4 in

15. Neraca panas pada reaktor



Panas umpan masuk cair :

Suhu masuk reaktor (T_R) = 65 ºC

= 338 K

Suhu referensi (T_{ref}) = 25 ºC

= 298 K

$$Q_{INPUT} = \int_{Tref}^{TR} m.cp.dT = m. \int_{Tref}^{TR} cp.dT$$

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

$$\int_{Tref}^{TR} cp.dT = \left[AT + \frac{BT^2}{2} + \frac{CT^3}{3} + \frac{DT^4}{4} + \frac{ET^5}{5} \right]_{Tref}^{TR}$$

Dimana :

Cp = Kapasitas panas fase cair dan gas (kJ/kmol.K)

A, B, C, D = Tetapan kapasitas panas fase cair dan gas

T = Suhu (K)

m = Umpan masuk fase gas dan cair (kmol/jam)

Harga kapasitas panas untuk masing-masing komponen fase cair :

Tabel 2. Harga kapasitas panas fase cair

Komponen	**Tetapan kapasitas panas fase cair (J/mol.K)**			
	A	**B**	**C**	**D**
CH_3CHO	45,056	4,49E-01	-1,66E-03	2,70E-06
CH_3COOH	-16,944	1,10E+00	-2,89E-03	2,93E-06
H_2O	92,053	-4,00E-02	-2,11E-04	5,35E-07

Sehingga panas umpan masuk fase cair :

Tabel 3. Hasil perhitungan panas umpan fase cair

Komponen	**m (kgmol/jam)**	**∫Cp.dT (kJ/kgmol)**	**Qinput (kJ/jam)**
CH_3CHO	1.899,5045	-4.267,9597	-6.080.249,24
CH_3COOH	186,5045	-5.344,0291	-7.48183,8
H_2O	24,1131	-3.009,6752	-27.819,3301
Jumlah			**-685.625,37**

Panas umpan masuk O_2 dan N_2 :

Tabel 4. Harga kapasitas panas untuk umpan masuk O_2 dan N_2

Komponen	Tetapan kapasitas panas fase cair (J/mol.K)				
	A	B	C	D	E
N_2	29,342	-3,54E-03	1,01E-05	-4,31E-09	2,59E-13
O_2	29,526	-8,90E-03	3,81E-05	-3,26E-08	8,86E-12

Sehingga panas umpan masuk fase gas O_2 dan N_2 :

Tabel 5. Hasil perhitungan panas umpan fase gas (O_2 dan N_2)

Komponen	m (kgmol/jam)	∫Cp.dT (kJ/kgmol)	Qinput (kJ/jam)
N_2	2.862,8715	-1.164,0073	-3.332.403,39
O_2	869,3023	-1.183,5971	-1.028.903,71
Jumlah			**-4.361.307,09**

Panas keluar fase cair :

Tabel 6. Hasil perhitungan panas keluar fase cair

Komponen	m (kgmol/jam)	∫Cp.dT (kJ/kgmol)	Qoutput (kJ/jam)
CH_3CHO	0,87455979	4267,95972	3732,585955
CH_3COOH	1922,346825	5344,02906	10273077,29
H_2O	15,93831125	3009,67523	47969,14064
Jumlah			**10.324.779,02**

Panas keluar fase gas :

Tabel 7. Hasil perhitungan panas keluar fase gas (N_2 dan O_2)

Komponen	M (kgmol/jam)	∫Cp.dT (kJ/kgmol)	Qoutput (kJ/jam)
N_2	2862,871544	1164,0073	3332403,386
O_2	352,8953561	1183,59707	417685,9095
Jumlah			**3.750.089,296**

Diperoleh panas yang masuk ke reaktor sebesar :

$\Delta H_{reaktan}$ = -11.217.559,5 kJ/jam

= -2.679.268,09 k.kal/jam

ΔH_{produk} = 14.674.868,32 kJ/jam

= 3.361.724,59 k.kal/jam

Panas reaksi (ΔH_R^o) :

$$CH_3CHO_{(l)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CH_3COOH_{(l)}$$

Komponen	A	B	C	Tref (K)	Hf(kJ/mol)
$C_{H3}CHO$	-199,175	-7,15E-02	3,25E-05	298	-2,18E+02

ΔH_f CH_3CHO = -2,18 x 10^2 kJ/mol

= -5,20 x 10^4 k.kal/k.mol

ΔH_f CH_3COOH = -3,18 x 10^2 kJ/mol

= -7,60 x 10^4 k.kal/k.mol

ΔH_f O_2 = 0 kJ/mol

= 0 k.kal/k.mol

Persamaan yang digunakan :

$$\Delta H_{298} = \Delta H_{Produk} - \Delta H_{Reaktan}$$

$$= \left[\Delta H_f(CH_3CHO + \frac{1}{2}\Delta H_f(H_2O)\right] - \left[\Delta H_f(CH_3COOH\right]$$

= 2,40 x 10^4 k.kal/k.mol

$$\Delta H'_{298} = \Delta H_{298}.\text{mol asetaldehid}$$

= 3,42 x 10^7 k.kal/jam

Maka :

$$\Delta H_{Reaksi} = \Delta H'_{298} + \Delta H_{Produk} + \Delta H_{Reaktan}$$

= 3,49 x 10^7 k.kal/jam

Sehingga panas Qci (Panas yang harus dibuang) :

Qci = 3,49 x 10^7 k.kal/jam (Reaksi eksotermis)

Panas yang hilang ke sekeliling secara konveksi dan radiasi adalah sebesar 1,96 % dan media pendingin yang digunakan adalah air.

Q_1 = 196 % x Qci

= 6,82 x 10^5 k.kal/jam

Panas yang diserap :

Q_2 = Qci – Q_1

= 3,42 x 10^7 k.kal/jam

= 34,2 x 10^9 kal/jam

= 135.719.801 Btu/jam

16. Perancangan pendingin pada reaktor

Fungsi pendingin yaitu mempertahankan suhu dalam reaktor agar tetap 65ºC sehingga panas yang dihasilkan diambil dengan menggunakan jaket pendingin.

Diketahui :

Suhu operasi = 65ºC = 338 K

Pendingin air masuk (t_1) = 32ºC = 89,6ºF

Suhu air keluar (t_2) = 50ºC = 122ºF

$t_{rata-rata} = \frac{t_1 + t_2}{2}$ = 41ºC = 314 K = 105ºF

Sifat fisis air pada suhu 41ºC :

BM H_2O = 18 kg/kmol

Kapasitas panas (Cp) = 75.254,5888 J/kmol.K

= 0,9987 Btu/lb.ºF

Konduktivitas thermal (k) = 1,2459 W/m.K

= 0,7199 Btu/jam.ft^2(ºF/ft)

Densitas (ρ)65ºC = 339,7059 kg/m^3

= 21,2072 lb/ft^3

Viscositas (μ) = 7 x 10^{-4} Pa.detik

= 1,6133 lb/ft.jam

ΔT_{LMTD} : Logaritma rata-rata beda temperature, ºF

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

ΔT_{LMTD} = 5,944 ºC

= 42,6992 ºF

17. Menghitung Luas Permukaan Panas Yang Dibutuhkan

$$Aj = \frac{Q}{U_D x \Delta T_{LMTD}}$$

Dimana :

U_D = 75 Btu/jam.ft^2.°F

Q = 162,2412 Btu/jam

ΔT_{LMTD} = 5,944 ºC

Sehingga :

A = 0,0554 ft^2

= 7,9776 in^2

18. Menghitung Luas Penampang Tangki

$$AT = \mu \times D \times L$$

Dimana :

D : diameter reaktor = 1,7999 m

L : tinggi shell = 3,5998 m

Sehingga :

AT = 23,1673 m^2

= 249,3702 ft^2

19. Menghitung Luas Permukaan Reaktor

$$Ar = AT + \frac{1}{4}\pi \times D^2$$

AT : Luas penampang tangki = 23,1673 m^2

D : diameter reaktor = 1,7999 m

Sehingga :

Ar = 25,7117 m^2

= 276,7579 ft^2

20. Merancang Ukuran Jaket Pendingin

$$Dj = Dr + 2L = D + (2ts) + 2L$$

Dimana :

Dr : diameter luar reaktor = 70,8622 in

Ts : tebal shell = 141,7245 in

L : jarak antara reaktor dengan jaket = 2,5 in

Sehingga :

Dj : diameter jaket pendingin = 83,0618 in

= 2,1098 m

Lebar jaket dari dinding reaktor : Dj – Dr

= 2,1098 m – 1,7999 m

= 0,3099 m

= 12,1996 in

21. Menghitung Flow Area

$$Af = \frac{\pi(Dj - Dr)^2}{4} + c$$

Dimana :

Dj : diameter jaket pendingin = 83,0618 in

= 7,9776 m

Dr : diameter luar reaktor = 70,8622 in

C : faktor korosif = 0,125 in

Sehingga :

Af : flow area = 117,0160 in^2

= 0,0755 m^2

22. Menghitung Tinggi Shell Jaket Pendingin

$$A = \left[(\Pi D Lj) + \left(\frac{\Pi}{4} D^2 \right) \right]$$

$$Lj = \frac{A - \left[\frac{\pi}{4} D^2 \right]}{\pi D}$$

Dimana :

A : luas permukaan jaket = 7,9776 in^2

Dj : diameter jaket = 7,9776 m

Sehingga :

Lj : tinggi shell jaket = 99,8071 in

= 2,5351 m

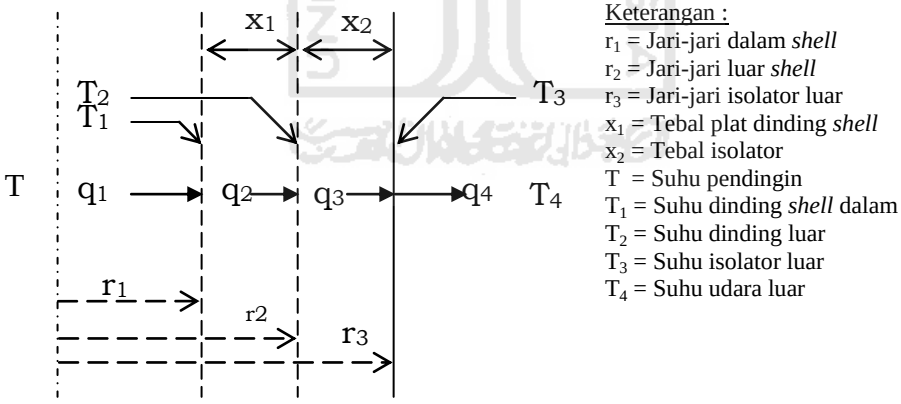
23. Menentukan Tebal Isolasi

Asumsi :

a. Kedaan *steady state,* sehingga q1 = q2 = q3 = q4

b. Suhu dinding luar isolator = 50 ^{0}C

c. Suhu udara luar = 32 ^{0}C



Keterangan :
r_1 = Jari-jari dalam *shell*
r_2 = Jari-jari luar *shell*
r_3 = Jari-jari isolator luar
x_1 = Tebal plat dinding *shell*
x_2 = Tebal isolator
T = Suhu pendingin
T_1 = Suhu dinding *shell* dalam
T_2 = Suhu dinding luar
T_3 = Suhu isolator luar
T_4 = Suhu udara luar

Bahan *Asbestos,* dengan sifat–sifat sebagai berikut : (Holman, J., 1981)

Data lain yang diperlukan :

- Diameter *shell,* ID = 1,2943 m = 4,2665 ft

- Tebal plat dinding *shell*, x1 = 0,5537 in = 0,04614 ft
- Suhu dinding dalam *shell*, T1 = 338 K = 65 ^{0}C = 149 ^{0}F
- Suhu isolator dalam, T3 = 50 ^{0}C = 122 ^{0}F = 581,67 ^{0}R
- Suhu isolator luar, T4 =32 ^{0}C = 89,6 ^{0}F = 545,67 ^{0}R
- Bahan dinding *shell* = *Carbon steel SA-285 grade C* dengan ks = 25,7 btu/ j/ft^2/^{0}F
- Kis = 0,0158 btu/ j/ft^2/^{0}F
- $\in$is = 0,9375 (kisaran $\in$is untuk asbes = 0,93 – 0,945)

Perpindahan panas dari reaktor ke sekeliling melalui dinding reaktor dan isolator terjadi melalui beberapa langkah, yaitu :

- Perpindahan konveksi dari cairan pendingin dalam *shell* ke dinding *shell* dalam (q1)
- Perpindahan konduksi dari dinding *shell* dalam ke dinding *shell* luar (q2)
- Perpindahan konduksi dari dinding *shell* luar ke permukaan luar isolator (q3)
- Perpindahan konveksi dan radiasi dari permukaan luar isolator ke udara bebas (q4)

a) Menentukan kofisien perpindahan panas konveksi asbes – udara

$$\text{Tavg} = \frac{T3+T4}{2} = \frac{50+32}{2} = 41$$

$$= 105{,}8\ ^0\text{F} = 565{,}47\ ^0\text{R}$$

pada suhu 105,8 ^{0}F sifat – sifat udara adalah : (Holman, J., 1981)

$\upsilon = 1{,}71 \times 10^{-5}\ m^2/s$

$\beta = 1/(41 + 273) = 3{,}1850 \times 10^{-3}\ K^{-1}$

$k = 0{,}0273\ W/m/^0C$

$\rho = 1{,}1272\ kg/m^3$

$Pr = 0{,}7047$

Panjang reaktor = 4,1241 m

$$Gr_L.Pr = \frac{g \cdot \beta \cdot (T3 - T4) \cdot L^3}{\upsilon^2} \cdot Pr$$

$$= \frac{9{,}8 \cdot 3{,}1850 \cdot 10^{-3} \cdot (50 - 32) \cdot 4{,}1241^3}{(1{,}7061 \cdot 10^{-5})^2} \cdot 0{,}7047$$

$$= 1{,}45 \times 10^{11}$$

$Gr_L\,Pr > 10^9$ maka aliran turbulen sehingga biasa dipakai persamaan (Daftar 7-2, Holman, 1988):

$hc = 1{,}31.\ (\Delta T)^{1/3}$

$= 1{,}31\ (50\text{-}32)^{1/3} = 3{,}9779\ W/m^2/C$

$= 0{,}6952\ btu/j/F/ft^2$

b) Menentukan koefisien perpindahan panas radiasi asbestos-udara

Dengan menggunakan persamaan berikut (Kern, D.Q., 1983) :

$$hr\ (T_3 - T_4) = Є\ \sigma\ (T_3^4 - T_4^4)$$

dengan T3 dan T4 dalam ^0R serta $\sigma = 0{,}1714 \times 10^{-8}$ btu/j/ft^2/R maka

$$hr = Є\ \sigma\ \frac{(T3^4 - T4^4)}{(T3 - T4)}$$

$$hr = 0{,}9375 \cdot 0{,}1714 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{(581{,}67^4 - 545{,}67^2)}{(581{,}67 - 545{,}67)}$$

= 1,1523 btu/j/°R/ft^2

Pada keadaan *steady state* $q_1 = q_2 = q_3 = q_4$ dengan q adalah panas yang ditransfer tiap lapisan :

$$q2 = k_S{}' \cdot A1 \cdot \frac{(T1-T2)}{x1} = k_S{}`` \cdot \pi \cdot L \cdot (ID + 2 \cdot x1) \cdot \frac{(T1-T2)}{x1}$$

$$q3 = k_{IS}{}`` \cdot A2 \cdot \frac{(T2-T3)}{x2} = k_{IS}{}`` \cdot \pi \cdot L \cdot (ID + 2 \cdot x1 + 2 \cdot x2) \cdot \frac{(T2-T3)}{x2}$$

$$q4 = (hr + hc) \cdot A3 \cdot (T3 - T4) = (hr + hc) \cdot \pi \cdot L \cdot (ID + 2 \cdot x1 + 2 \cdot x2) \cdot (T3 - T4)$$

Jika dianggap suhu pada permukaan *shell* bagian dalam sama dengan suhu rata – rata pendingin , maka :

$T_1 = 65^{\circ}C$ = 338 K

= 149°F

Persamaan – persamaan yang digunakan :

$$q2 = 25,7 \cdot \pi \cdot L \cdot (5,5066 + 2 \cdot 0,0625) \cdot \frac{(266 - T2)}{0,0625}$$

$$q3 = 0,0158 \cdot \pi \cdot L \cdot (5,5056 + 2 \cdot 0,0625 + 2 \cdot x2) \cdot \frac{(T2 - 122)}{x2}$$

$$q4 = (1,1523 + 0,5999) \cdot \pi \cdot L \cdot (5,5056 + 2 \cdot 0,0625 + 2 \cdot x2) \cdot (122 - 89,6)$$

Jika q2 = q4 didapat persamaan hubungan T2 dengan x2 yaitu

T2 = 265,8619 – 0,0490 x2 ……..(a)

q3 = q4 maka didapat

T2 = 122 + 3.598,9720 x2 ……(b)

Dari persamaan (a) dan (b) didapat nilai x_2 = 0,0459 ft = 0,0140 m dan T_2 = 148,80 ^{0}F.

24. Perancangan pipa pemasukan dan pengeluaran pada reaktor

- **Perancangan pipa umpan masuk cair reaktor**

Komponen arus : CH_3CHO, H_2O

Bahan konstruksi : Stainless steel

G : 0,4396 kg/detik

Densitas cair : 377,1809 kg/m³

Viskositas cair : 0,000164 kg/m.detik

Diameter optimum :

$$d_{opt} = 226\ G^{0,52}\ \rho^{-0,37}$$

$$= 226 \times (0,4396 \text{ kg/detik})^{0,52} \times (377,1809 \text{ kg/m}^3)^{-0.37}$$

$$= 16,4134 \text{ mm} = 0,6462 \text{ in}$$

Cek aliran :

$$Re = \frac{4 \times G}{\pi . \mu .. ID}$$

Re = 163.092,1 > 2.100 (aliran turbulen)

Dipilih pipa standar : NPS 0,75 ; Sch. 40

OD = 1,05 in

ID = 0,824 in

- **Perancangan pipa umpan masuk gas reaktor**

Komponen arus : O_2 dan N_2

Bahan konstruksi : Stainless steel

G : 1,0367 kg/detik

Densitas cair : 16,0893 kg/m³

Viskositas cair : 1,72 x 10^{-3} kg/m.detik

Diameter optimum :

$d_{opt} = 226\ G^{0,52}\ \rho^{-0,37}$

$= 226 \times (1{,}0367 \text{ kg/detik})^{0,52} \times (16{,}0893 \text{ kg/m}^3)^{-0.37}$

$= 82{,}3820$ mm $= 3{,}2433$ in

Cek aliran :

$$Re = \frac{4 \times G}{\pi . \mu .. ID}$$

Re = 4.981,64 > 2.100 (aliran turbulen)

dipilih pipa standar : NPS 6 ; Sch. 40

OD = 6,625 in

ID = 6,065 in

- **Perancangan pipa keluar cair reaktor**

Komponen arus : CH_3CHO, CH_3COOH, H_2O

Bahan konstruksi : Stainless steel

G : 0,5831 kg/detik

Densitas cair : 619,9088 kg/m³

Viskositas cair : 0,000887 kg/m.detik

Diameter optimum :

$d_{opt} = 226\ G^{0,52}\ \rho^{-0,37}$

$= 226 \times (0{,}5831 \text{ kg/detik})^{0,52} \times (619{,}9088 \text{ kg/m}^3)^{-0.37}$

$= 15{,}8173$ mm $= 0{,}6227$ in

Cek aliran :

$$Re = \frac{4 \times G}{\pi . \mu .. ID}$$

Re = 40.001,64 > 2.100 (aliran turbulen)

Dipilih pipa standar : NPS 0,75 ; Sch. 40

OD = 1,05 in

ID = 0,824 in

- **Perancangan pipa keluar gas reaktor**

Komponen arus : O_2, N_2, CH_3CHO, CH_3COOH, H_2O

Bahan konstruksi : Stainless steel

G : 0,8933 kg/detik

Densitas cair : 12,7312 kg/m³

Viskositas cair : 2,18 x 10^{-5} kg/m.detik

Diameter optimum :

$$d_{opt} = 226\ G^{0,52}\ \rho^{-0,37}$$

$$= 226 \times (0,8933 \text{ kg/detik})^{0,52} \times (12,7312 \text{ kg/m}^3)^{-0.37}$$

= 83,1415 mm = 3,2733 in

Cek aliran :

$$Re = \frac{4 \times G}{\pi . \mu .. ID}$$

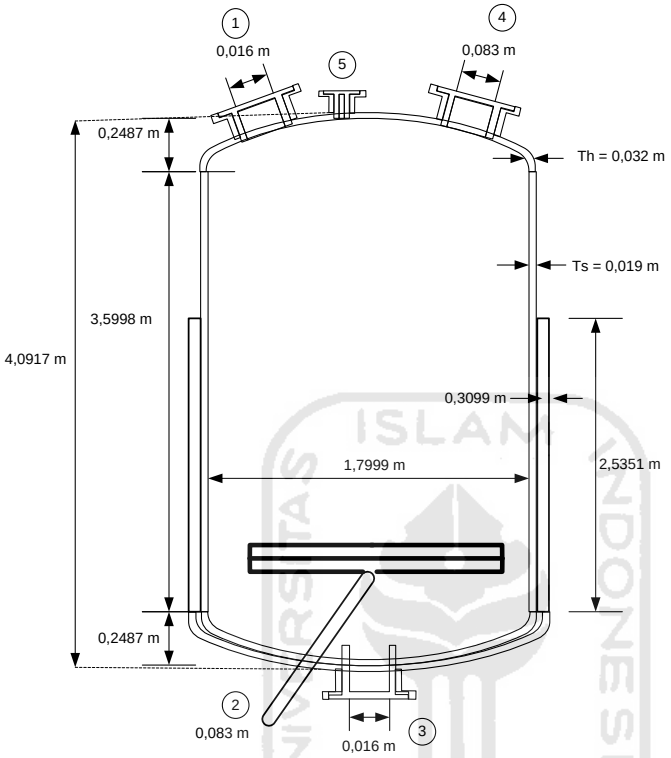
Re = 339.331,8> 2.100 (aliran turbulen)

dipilih pipa standar : NPS 6 ; Sch. 40

OD = 6,625 in

ID = 6,065 in

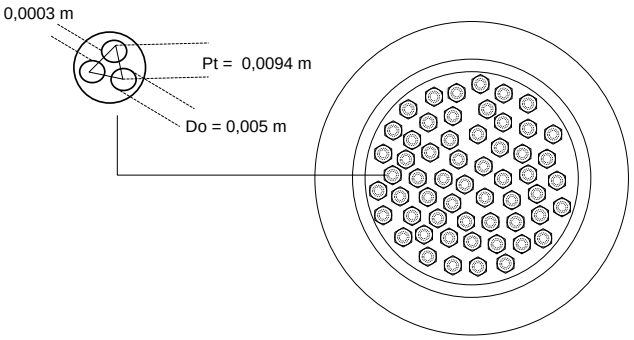
Desain Reaktor Gelembung



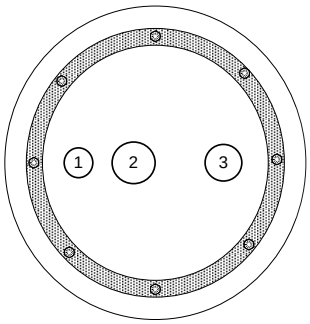
Gambar A. Reaktor Gelembung

Keterangan :
1. Pipa masuk face cair
2. Pipa masuk fase gas
3. Pipa keluar fase cair
4. Pipa keluar fase gas
5. Man hole

Lubang orifice tipe triangilar pitch



Gambar B. Penampang Tengah Reaktor Gelembung



Keterangan :
1. Pipa masuk Fase Cair
2. Man Hole
3. Pipa Keluar fase Gas

Gambar C. Penampang Atas Reaktor Gelembung