PRA RANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DARI ASAM ASETAT DAN HIDROGEN PEROKSIDA DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh:

Nama : Muhammad Fahrianto
NIM : 18521150

Nama : Muh. Wahyu Prasetyo
NIM : 18521157

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRARANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DARI ASAM ASETAT DAN HIDROGEN PEROKSIDA DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	**:**	**Muhammad Fahrianto**	**Nama**	**:**	**Muh. Wahyu Prasetyo**
NIM	**:**	**18521150**	**NIM**	**:**	**18521157**

Yogyakarta, 17 November 2022

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik ini telah dususun sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang sudah ditentukan. Apabila di kemudian hari ada pelanggaran, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

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

Muhammad Fahrianto

Muh. Wahyu Prasetyo

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DARI ASAM ASETAT DAN HIDROGEN PEROKSIDA DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama	**:**	**Muhammad Fahrianto**	**Nama**	**:**	**Muh. Wahyu Prasetyo**
NIM	**:**	**18521150**	**NIM**	**:**	**18521157**

Yogyakarta, November 2022

Pembimbing I,	**Pembimbing II,**
	17 Nov 2022
Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.	**Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PABRIK ASAM PERASETAT DARI ASAM ASETAT DAN HIDROGEN PEROKSIDA DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama	**:**	**Muhammad Fahrianto**	**Nama**	**:**	**Muh. Wahyu Prasetyo**
NIM	**:**	**18521150**	**NIM**	**:**	**18521157**

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

Yogyakarta, Desember 2022

Tim Penguji,

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc. ……
Ketua

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

Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng. ……
Anggota II

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia dengan judul "Prarancangan Pabrik Kimia Asam Perasetat dari Asam Asetat dan Hidrogen Peroksida dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun" ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapatkan selama menempuh pendidikan di bangku kuliah, dan merupakan sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia dari Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Orang tua dan keluarga Muhammad Fahrianto, Bapak Mugiyo dan Ibu Jubaedah, serta orang tua dan keluarga Muh. Wahyu Prasetyo, Bapak Lasa dan Ibu Nuraedah, yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun materil selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

3. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.
4. Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan serta saling membagikan ilmunya.
8. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Untuk itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, November 2022

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillahi Rabbil 'Alamin, Ya Allah, Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya kepada saya sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan studi saya di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Terima kasih kepada kedua orang tua saya Bapak Mugiyo dan Ibu Jubaedah S.Pd., serta kakak –kakak saya A Oji, Teh Isti dan A Aji dan adik saya juga Risa yang selalu memanjatkan doa tiada henti, serta memberi dukungan dan dorongan motivasi serta kasih sayang yang tidak ada habisnya. Hanya ada kata terimakasih yang dapat membalas untuk saat ini karena telah berjuang dan berkorban dari segi materiil atau immaterial demi masa depan anak yang lebih baik serta selalu berbakti, bermanfaat, dan dapat membahagiakan suatu hari.

Terima kasih kepada Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc**.** selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar dalam membimbing kami dan memberikan semangat kepada kami untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, dan bimbingannya selama ini sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Serta kepada dosen-dosen Teknik Kimia yang telah memberikan ilmunya.

Terima kasih kepada patner saya Muhammad Wahyu Prasetyo yang bukan hanya sebagai patner, tetapi teman sepermainan juga. Maafkan saya jika saya kadang suka menunda-nunda mengerjakan TA. Terimakasih juga selalu sabar dan

kuat menghadapi orang seperti saya. Semoga kita sukses bersama-sama di masa depan nanti, dan ketika kita berpisah akan dipertemukan lagi dalam keadaan sukses dan sehat selalu.

Terima kasih kepada teman-teman pertama kuliah saya sekaligus sahabat saya (Bima, Dimaz, Saddam, Tsabita, Dita, Titin, Nabira dan Nola) yang selalu memberikan support, bantuan, dan nasehat serta selalu sabar mendengarkan keluh kesah saya tentang dunia per TA an ini, mereka juga yang menjadi motivasi saya dalam mnegerjakan tugas akhir sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini sesuai target. Kemudian kepada geng matto yang telah menjadi teman diskusi TA (Wahyu, Faiz, Kemal, Rusdi, Wildan, Fauzan, Addin, Farros, Sani, Rizka, Zhavira, dan Gunawan) sebagai tempat berbincang dan berbagi cerita mengenai tugas akhir.

Terima kasih juga kepada teman-teman Teknik Kimia 2018 yang selalu meluangkan waktu untuk sama-sama berproses, mensupport, membantu, serta menghibur dikala pengerjaan tugas akhir yang terasa jenuh. Semoga apa yang kita cita-citakan dapat terwujud dimasa depan nanti Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Muhammad Fahrianto

Teknik Kimia UII 2018

Bismillahirrohmanirrohim, Alhamdulillahirobbil'alamin

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

Terima kasih kepada kedua orang tua saya Bapak Lasa S.Pd., M.Pd. dan Ibu Dra. Nuraedah serta adik Nurizah Zulaykah yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar bisa membahagiakan suatu hari nanti, lembar persembahan ini tidak akan cukup untuk menggambarkan rasa terima kasih saya kepada mamah papah.

Untuk partner saya Muhammad Fahrianto sebagai partner perancangan pabrik saya ini dan sebagai partner penelitian yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, doa, semangat, dedikasi, kekompakan dan dukungan selama ini. Semoga apa yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud dikemudian hari. Aamiin

Terima kasih kepada Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahannya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik. Terima kasih pula kepada dosen-dosen Teknik Kimia yang telah memberikan ilmunya selama kuliah.

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

Dan tak lupa saya juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman diskusi TA (Dede, Faiz, Kemal, Rusdi, Wildan, Fauzan, Farros, Gunawan, Addin, Sani, Rizka dan Zhavira) yang telah meluangkan waktu untuk sama sama berproses, mensupport, membantu, serta menghibur dikala pengerjaan tugas akhir terasa melelahkan.

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

Muh. Wahyu Prasetyo

Teknik Kimia UII 2018

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI iii
KATA PENGANTAR iv
LEMBAR PERSEMBAHAN vi
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xvi
ABSTRAK xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik 2
1.2.1 Impor 2
1.2.2 Konsumsi 3
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku 4
1.2.4 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri 5
1.3 Tinjauan Pustaka 5
1.3.1 Proses Pembuatan Asam Parasetat 5
1.3.2 Kegunaan Produk 8
1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika 8
1.4.1 Tinjauan Kinetika 8
1.4.2 Tinjauan Termodinamika 9
BAB II PERANCANGAN PRODUK 13
2.1 Sifat Fisis dan Kimia Produk 13
2.1.1 Asam Perasetat (CH_3COOOH) 13
2.1.2 Air (H_2O) 14
2.2 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Bahan Pendukung 15
2.2.1 Asam Asetat (CH_3COOH) 15
2.2.2 Hidrogen Peroksida (H_2O_2) 17
2.2.3 Katalis Asam Sulfat (H_2SO_4) 18

2.3 Pengendalian Kualitas 20
2.3.1 Bahan Baku 20
2.3.2 Produk 21
2.3.3 Alat Proses 21
BAB III PERANCANGAN PROSES 24
3.1 Diagram Alir Proses dan Material 24
3.2 Uraian Proses 26
3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku 26
3.2.2 Tahap Reaksi 26
3.2.3 Tahap Pemurnian Hasil 27
3.3 Spesifikasi Alat 28
3.3.1 Spesifikasi Reaktor 28
3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Alat Pendukung Lainnya 29
3.3.3 Spesifikasi Alat Penukar Panas 30
3.3.4 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan 34
3.3.5 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan 35
3.4 Neraca Massa 39
3.5 Neraca Panas 40
BAB IV PERANCANGAN PABRIK 42
4.1 Lokasi Pabrik 42
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik 43
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik 45
4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout) 47
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (Machines Layout) 52
4.4 Organisasi Perusahaan 55
4.4.1 Bentuk Perusahaan 55
4.4.2 Struktur Organisasi 57
4.4.3 Tugas dan Wewenang 58
4.4.4 Ketenagakerjaan 67
4.4.5 Manajemen Produksi 77
BAB V UTILITAS 83
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air 83

5.1.1 Unit Penyediaan Air 83
5.1.2 Unit Pengolahan 86
5.1.3 Kebutuhan Air 92
5.2 Unit Pembangkit Steam 94
5.3 Unit Pembangkit Listrik 95
5.3.1 Kebutuhan Listrik Alat Proses 95
5.3.2 Kebutuhan Listrik Utilitas 96
5.3.3 Kebutuhan Listrik Lainnya 96
5.4 Unit Penyedia Udara Tekan 97
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar 98
5.6 Unit Pengolahan Limbah 98
5.6.1 Limbah Cair 98
5.6.2 Limbah Padat 99
5.7 Spesifikasi Alat Utilitas 100
BAB VI EVALUASI EKONOMI 109
6.1 Penaksiran Harga Alat 110
6.2 Dasar Perhitungan 112
6.3 Perhitungan Biaya 112
6.3.1 Capital Investment 112
6.3.2 Total production cost 113
6.4 Analisa Kelayakan 113
6.4.1 Return On Investment (ROI) 114
6.4.2 Pay Out Time (POT) 114
6.4.3 Break Event Point (BEP) 115
6.4.4 Shut Down Point (SDP) 115
6.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) 116
6.5 Hasil Perhitungan 116
6.6 Hasil Analisis Keuntungan 120
6.7 Hasil Kelayakan Ekonomi 120
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 123
7.1 Kesimpulan 123
7.2 Saran 125

DAFTAR PUSTAKA 126
LAMPIRAN 128

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Asam perasetat di Indonesia 3
Tabel 1. 2 Data Pemakaian Klorin Oleh Industri Kertas di Indonesia 4
Tabel 1. 3 Ketersediaan bahan baku 4
Tabel 1. 4 Pabrik asam perasetat di Dunia 5
Tabel 1. 5 Perbandingan proses pembuatan asam perasetat 7
Tabel 1. 6 Harga ΔH^o_f dan ΔG^o_f masing-masing komponen 10
Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor 28
Tabel 3. 2 Spesifikasi Menara Distilasi 29
Tabel 3. 3 Spesifikasi Akumulator 30
Tabel 3. 4 Spesifikasi *Heater* 30
Tabel 3. 5 Spesifikasi *Cooler*-01 31
Tabel 3. 6 Spesifikasi *Cooler*-02 32
Tabel 3. 7 Spesifikasi *Condenser* 32
Tabel 3. 8 Spesifikasi Reboiler 33
Tabel 3. 9 Spesifikasi Tangki 34
Tabel 3. 10 Spesifikasi Pompa 35
Tabel 3. 11 Neraca massa Reaktor-01 39
Tabel 3. 12 Neraca Massa Menara Distilasi-01 39
Tabel 3. 13 Neraca Massa Total 39
Tabel 3. 14 Neraca Panas Reaktor-01 40
Tabel 3. 15 Neraca Panas Menara Distilasi-01 40
Tabel 3. 16 Neraca Panas *Heater*-01 40
Tabel 3. 17 Neraca Panas *Cooler*-01 41
Tabel 3. 18 Neraca Panas *Cooler*-02 41
Tabel 4. 1 Rincian luas area pabrik 50
Tabel 4. 2 Rencana Pengaturan Jadwal Kerja Grup 69
Tabel 4. 3 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan 70
Tabel 4. 4 Perincian Gaji Pegawai 71
Tabel 4. 5 Resiko pabrik asam perasetat 80
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin 93

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Untuk Pembangkit *steam* 93
Tabel 5. 3 Total Kebutuhan Air 93
Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Alat Proses 95
Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas 96
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik 97
Tabel 5. 7 Spesifikasi Pompa Utilitas 100
Tabel 5. 8 Spesifikasi bak penampung 103
Tabel 6. 1 *Physical Plant Cost* 117
Tabel 6. 2 *Direct Plant Cost* 117
Tabel 6. 3 *Fixed Capital Investment* 117
Tabel 6. 4 *Direct Manufacturing Cost* 117
Tabel 6. 5 *Indirect Manufacturing Cost* 118
Tabel 6. 6 *Fixed Manufacturing Cost* 118
Tabel 6. 7 *Manufacturing Cost* 118
Tabel 6. 8 *Working Capital* 118
Tabel 6. 9 *General Expenses* 119
Tabel 6. 10 *Total Production Cost* 119
Tabel 6. 11 *Fixed Cost* 119
Tabel 6. 12 *Variable Cost* 119
Tabel 6. 13 *Regulated Cost* 119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Impor asam perasetat di Indonesia 3
Gambar 3. 1 Diagram alir kuantitatif 24
Gambar 3. 2 Diagram alir kualitatif 25
Gambar 4. 1 Rencana lokasi pendirian pabrik 43
Gambar 4. 2 *Layout* Pabrik Asam Perasetat..... 51
Gambar 4. 3 Rencana tata letak alat proses..... 55
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi..... 58
Gambar 5. 1 Diagram Alir Pengolahan Air 91
Gambar 5. 2 Grafik Analisis BEP dan SDP..... 122
Gambar 6. 1 Grafik Hubungan antara Tahun dan Indeks Harga..... 111

ABSTRAK

Asam perasetat merupakan komoditas yang digunakan pada banyak industri terutama di industri makanan sebagai pembersih dan desinfektan. Asam perasetat digunakan sebagai oksidator dalam proses pulp bleaching di industri kertas, untuk sterilisasi peralatan medis, dan desinfeksi air di cooling tower. Saat ini masih belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi asam perasetat sebagai produk utama sehingga Indonesia masih bergantung pada impor. Pabrik asam perasetat ini direncanakan akan dibangun di Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 35.000 ton/tahun yang beroperasi selama 330 hari dengan total 172 karyawan serta dibangun di atas lahan seluas 40.000 m^2. Proses pembuatan asam perasetat dibuat menggunakan bahan baku asam asetat dan hidrogen peroksida di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (CSTR) dengan katalis asam sulfat yang beroperasi pada suhu 55°C dan tekanan 1 atm, dengan kemurnian produk asam perasetat yang dihasilkan adalah 40%. Untuk mencapai kapasitas 35.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku asam asetat sebesar 21609,24 ton/tahun dan hidrogen peroksida sebesar 13.390,76 ton/tahun. Utilitas yang dibutuhkan yaitu air sebesar 851.469,18 ton/tahun yang diperoleh dari air laut, kebutuhan listrik sebesar 363 kW yang diperoleh dari PLN serta generator sebagai cadangan. Hasil evaluasi ekonomi menunjukkan modal tetap Rp441.144.461.410, modal kerja Rp230.069.756.464. Dengan keuntungan sebelum pajak Rp233.566.048.826/tahun, dan keuntungan setelah pajak Rp175.174.536.620/tahun. Berdasarkan hasil studi analisa kelayakan diperoleh Break Even Point (BEP) 46,68%, Shut Down Point (SDP) 33,59%, dan Discounted Cash Flow Rate (DCFR) 35,63%. Sementara itu, Return on Investment (ROI) sebelum pajak 52,95% sedangkan ROI setelah pajak 39,71%, Pay Out Time (POT) sebelum pajak 1,6 tahun, POT setelah pajak 2 tahun. Dari tinjauan ekonomi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik asam perasetat dari asam asetat dan hidrogen peroksida dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata kunci: asam perasetat, asam asetat, hidrogen peroksida, desinfektan

ABSTRACT

Peracetic acid is a commodity that is used in many industries, especially in the food industry as a cleaner and disinfectant. Peracetic acid is used as an oxidizing agent in pulp bleaching processes in the paper industry, for sterilizing medical equipment, and disinfecting water in cooling towers. Currently, there are no factories in Indonesia that produce peracetic acid as the main product, so Indonesia is still dependent on imports. The peracetic acid plant is planned to be built in Gresik Regency, East Java with a capacity of 35,000 tons/year which operates for 330 days with a total of 172 employees and is built on an area of 40,000 m^2. The process of making peracetic acid is made using acetic acid and hydrogen peroxide as raw materials in a stirred tank flow reactor (CSTR) with a sulfuric acid catalyst operating at a temperature of 55°C and a pressure of 1 atm, with a purity of 40% of the peracetic acid product produced. To reach a capacity of 35,000 tons/year, 21,609.24 tons/year of acetic acid are needed, and 13,390.76 tons/year of hydrogen peroxide are needed. The utilities needed are water of 851469.18 tons/year obtained from sea water, electricity needs of 363 kW obtained from PLN and a generator as a backup. The results of the economic evaluation showed fixed capital of Rp.441,144,461,410, working capital of Rp.230,069,756,464. With a profit before tax of Rp.233,566,048,826/year, and a profit after tax of Rp.175,174,536,620/year. Based on the results of the feasibility analysis study obtained Break Even Point (BEP) 46.68%, Shut Down Point (SDP) 33.59%, and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) 35.63%. Meanwhile, Return on Investment (ROI) before tax is 52.59% while ROI after tax is 39.71%, Pay Out Time (POT) before tax is 1.6 years, POT after tax is 2 years. From this economic review, it can be concluded that a peracetic acid plant from acetic acid and hydrogen peroxide with a capacity of 35,000 tons/year is feasible to build.

Keywords: peracetic acid, acetic acid, hydrogen peroxide, disinfectant

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan di Indonesia secara keseluruhan tentunya tidak akan lepas dari peranan sektor industri sebagai salah satu penggerak perekonomian. Oleh karena itu perkembangan industri kimia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan secara kualitas maupun kuantitas. Baik industri yang mengolah bahan baku maupun bahan penunjang untuk menjadi bahan setengah jadi ataupun bahan jadi, sehingga dalam hal ini sangat diperlukan industri dasar yang memproduksi bahan penunjang untuk memperlancar pembangunan industri kimia secara keseluruhan. Salah satu jenis industri kimia yang perlu didirikan di Indonesia adalah industri asam perasetat.

Pandemi Covid – 19 terjadi selama 3 tahun ini telah meningkatkan kesadaran akan kebersihan lingkungan, salah satunya adalah penggunaan disinfektan untuk sterilisasi ruangan. Di samping itu, kebutuhan akan air bersih terus meningkat seiring dengan populasi manusia yang terus bertambah. Asam perasetat merupakan salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan desinfektan dan agen pada proses *water treatment*. Selain itu, asam perasetat secara luas digunakan di berbagai bidang industri sebagai oksidator dalam proses pulp *bleaching* di industri kertas. Oleh sebab itu, perlu adanya studi tentang kelayakan pra rancangan pabrik kimia yang memproduksi asam perasetat mengingat belum terdapat pabrik tersebut di Indonesia. Dengan demikian diharapkan nantinya dapat membantu pemerintah dalam hal mengurangi impor,

serta ikut mendorong berdirinya industri kimia lainnya yang terkait dengan bahan baku dan bahan penunjang, selain itu juga dapat menambah lapangan kerja baru sehingga mengurangi dampak sosial berupa pengangguran. Serta menambah devisa negara dengan menambah peluang ekspor sebagai bahan non migas.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

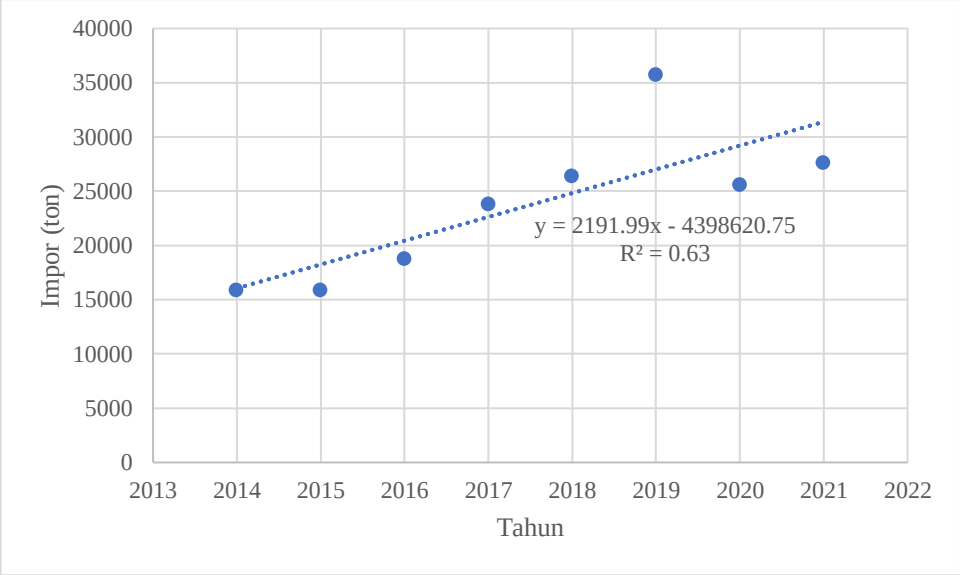
Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam merancang suatu pabrik adalah menentukan kapasitas suatu pabrik. Kapasitas produksi merupakan tingkat yang menunjukkan batas kemampuan, penerimaan atau keluaran dari suatu unit, fasilitas atau output untuk memproduksi dalam periode waktu tertentu. Dalam menentukan kapasitas pabrik asam perasetat terdapat beberapa pertimbangan dari berbagai macam aspek, antara lain :

1.2.1 Impor

Berdasarkan data impor asam perasetat di Indonesia, kebutuhan asam perasetat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, namun belum terdapat pabrik yang memproduksi asam perasetat di Indonesia sampai saat ini. Untuk memenuhi kebutuhan asam perasetat di dalam negeri dipenuhi dari impor. Akan tetapi jika terus menerus impor dari luar negeri akan memberatkan neraca perdagangan ekspor – impor Indonesia. Data kebutuhan impor asam perasetat tahun 2014 – 2021 diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Tabel 1. 1 Data Impor Asam perasetat di Indonesia

Tahun	Jumlah impor (ton/tahun)
2014	15911,65
2015	15905,13
2016	18762,35
2017	23817,51
2018	26404,82
2019	35771,53
2020	25600,22
2021	27631,25



Gambar 1. 1 Impor asam perasetat di Indonesia

Berdasarkan data, diperoleh perkiraan kebutuhan asam perasetat pada tahun 2027 yaitu 44500 ton/tahun

1.2.2 Konsumsi

Dalam industri pulp, asam perasetat sering digunakan sebagai agen bleaching sebagai pengganti klorin yang dinilai tidak ramah lingkungan. Kemendag menyebutkan kapasitas produksi pulp Indonesia tahun 2019 mencapai 6,9 juta ton per tahunnya. Komposisi asam perasetat sebagai agen *bleaching* sekitar 1 kg/ton pulp (Sandeep dkk, 2007) sehingga diperkirakan sebanyak 69000 ton/tahun asam

perasetat dapat menggantikan klorin sebagai agen *bleaching* yang lebih ramah lingkungan. Kapasitas pemakaian Asam perasetat sebagai pengganti klorin dalam proses *bleaching* di industri kertas. Data yang diambil dari www.asiapulppaper.com ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. 2 Data Pemakaian Klorin Oleh Industri Kertas di Indonesia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Riau Andalan Pulp And Paper, PT	37.950
Pindo Deli Pulp And Paper, PT	45.650
Indah Kiat Pulp And Paper, PT	37.400
Tjiwi Kimia, PT	60.000

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Penyediaan bahan baku merupakan salah satu faktor yang cukup penting dalam pendirian pabrik. Bahan baku utama pembuatan asam perasetat yaitu asam asetat dan hidrogen peroksida serta dibantu oleh katalis asam sulfat.

Tabel 1. 3 Ketersediaan bahan baku

Bahan Baku	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
Asam asetat (CH_3COOH)	PT. Indo Acidatama, Surakarta Celanese Chemical Co. Ltd., Singapura BP Petronas Acetyl, Malaysia	33.000 600.000 500.000
Hidrogen Peroksida (H_2O_2)	PT Peroksida Indonesia Pratama, Cikampek PT. Evonik Degussa Peroxide, Cikarang PT. Samator Inti Peroksida, Gresik	24.000 48.000 20.000
Asam Sulfat (H_2SO_4)	PT. Petrokimia Gresik, Gresik PT. Smelting, Gresik PT. Indonesian Acids Industry, Jakarta	1.170.000 920.000 82.500

Berdasarkan kapasitas dan lokasi pabrik bahan baku, maka bahan baku asam asetat diperoleh dari PT. Indo Acidatama, hidrogen peroksida diperoleh dari PT.

Evonik Degussa Peroxide, dan katalis asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik.

1.2.4 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Belum terdapat pabrik yang memproduksi asam perasetat di Indonesia hingga saat ini. Data beberapa pabrik penghasil asam perasetat di dunia ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 1. 4 Pabrik asam perasetat di Dunia

No.	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Pabrik (ton/tahun)
1.	Solvay	Roermond, Belanda	6.000
2.	Kemira Chemicals	Oulu, Findland	10.000

(sumber : icis.com)

Berdasarkan pertimbangan kebutuhan impor asam perasetat di Indonesia, konsumsi asam perasetat, dan kapasitas pabrik bahan baku maka diambil kapasitas produksi sebesar 35.000 ton/tahun. Pabrik tersebut diharapkan dapat mengurangi impor asam perasetat di Indonesia, sedangkan ketersediaan bahan baku telah mencukupi pada kapasitas tersebut dimana perbandingan asam asetat sebesar 0,78 ton/ton produk dan hidrogen peroksida sebesar 0,44 ton/ton produk. Pabrik asam perasetat akan berdiri pada tahun 2027 dan diperkirakan pada tahun 2029 sudah mulai beroperasi.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Proses Pembuatan Asam Parasetat

a. Oksidasi Asetaldehida Fase Cair

Proses pembuatan asam perasetat dengan oksidasi asetaldehid berlangsung dalam fase gas – cair menggunakan *trickle bed reactor* dengan kondisi operasi

reaksi pada suhu 30 – 65 ^oC dan tekanan 7,7 atm dengan katalis besi asetilasetonat dimana asetaldehid berada dalam pelarut aseton dan didapatkan yield 81,53%. Hasil cairan keluaran reaktor mengandung asam perasetat sementara hasil gas keluaran reaktor akan dilewatkan ke absorber untuk menyerap asetaldehid dan aseton menggunakan xilena sebagai pelarut (Zhang dkk, 2006).

$$CH_3CHO_{(l)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CH_3CHOOOH_{(l)}$$

b. Oksidasi Asetaldehida Fase Uap

Proses pembuatan asam perasetat dengan oksidasi asetaldehid berlangsung dalam fase gas menggunakan reaktor alir pipa (plug flow reactor) dengan kondisi operasi reaksi pada suhu 140 - 180 ^oC dan tekanan 3,4 atm dimana reaktan terlebih dahulu dicampur pada suhu dibawah 50 ^oC sebelum masuk ke reaktor. Campuran gas keluar reaktor kemudian dilewatkan absorber untuk dipisahkan menggunakan aseton sebagai solven (U.S. Patent 4.097.520).

$$CH_3CHO_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CH_3CHOOOH_{(g)}$$

c. Sintesis Asam Asetat dan Hidrogen Peroksida

Pada proses ini menggunakan katalis asam sulfat. Reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi reaksi pada suhu 45 – 65 ^oC dan tekanan 1 atm . Rasio perbandingan asam asetat dengan hidrogen peroksida dari 1:1 hingga 1:2. Hasil keluaran reaktor kemudian dipisahkan dengan menara distilasi (European Patent 1.004.576 A1).

$$CH_3COOH_{(l)} + H_2O_{2\,(l)} \leftrightarrows CH_3COOOH_{(l)} + H_2O_{(l)}$$

Tabel 1. 5 Perbandingan proses pembuatan asam perasetat

Parameter	Proses 1	Proses 2	Proses 3
Bahan Baku	Asetaldehid dan oksigen	Asetaldehid dan oksigen	Asam asetat dan hidrogen peroksida
Kondisi operasi	30 – 65 ^{o}C dan 7,7 atm	140 – 180 dan 3,4 atm	45 – 65 ^{o}C dan 1 atm
Fase	Gas – Cair	Gas – Gas	Cair – Cair
Reaktor	Trickle Bed Reactor	Plug Flow Reactor	RATB
Konversi	74,8%	66%	55,3%
Katalis	Besi Asetilasetonat	-	Asam Sulfat
Bahan Tambahan	Aseton dan Xilena	Aseton	-
Keuntungan	- Reaksi berlangsung satu arah - Reaksi berlangsung pada suhu rendah	- Reaksi berlangsung satu arah - Tidak membutuhkan katalis	- Reaksi berlangsung pada suhu dan tekanan rendah
Kekurangan	- Tekanan cukup tinggi	- Reaksi sangat eksotermis dan sulit untuk dikontrol - Dapat terjadi ledakan jika konsentrasi oksigen di atas 10%	- Reaksi berlangsung bolak balik (reversible)

Berdasarkan ketiga proses tersebut, maka dipilih pembuatan asam perasetat dengan proses sintesis asam asetat dan hidrogen peroksida atas pertimbangan teknis dan ekonomi. Proses tersebut secara teknis memerlukan unit operasi yang lebih sederhana dibandingkan 2 proses lainnya. Selain itu, risiko proses tersebut dalam lebih rendah (low risk) yakni pada kondisi operasi 45 – 65 C dan 1 atm. Dari segi ekonomi bahan baku, proses tersebut membutuhkan bahan baku dan katalis yang relatif lebih murah dibandingkan 2 proses lainnya yang membutuhkan bahan baku, katalis, dan bahan tambahan yang relatif lebih mahal.

1.3.2 Kegunaan Produk

Asam perasetat dikenal sebagai agen disinfektan yang berkemampuan untuk mereduksi perkembangan dan pertumbuhan bakteri. Selain itu, asam perasetat dikenal sebagai bahan sterilisasi peralatan di industri, agen bleaching dalam industri tekstil dan kertas, katalisator dalam industri polimerisasi serta oksidan dalam industri sintesa organik, bakterisida dan fungisida. Bahkan asam perasetat juga diaplikasikan pada industri pulp dan kertas sebagai inhibitor pertumbuhan mikroba pada air proses untuk mencegah pembentukan biofilm. (Aksela et al, 2014).

1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

1.4.1 Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan asam perasetat dari asam asetat dan hidrogen peroksida berlangsung secara eksotermis. Persamaan kecepatan reaksi yang digunakan :

$$-\mathrm{r} = k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_D \qquad (1.1)$$

dengan,

r = laju reaksi (mol/L.jam)

k_1 = konstanta laju reaksi ke kanan (L/mol.jam)

k_2 = konstanta laju reaksi ke kiri (L/mol.jam)

C_A = konsentrasi asam asetat (mol/L)

C_B = konsentrasi hidrogen peroksida (mol/L)

C_C = konsentrasi asam perasetat (mol/L)

C_D = konsentrasi air (mol/L)

Tinjauan kinetika dimaksudkan mengetahui pengaruh perubahan temperatur terhadap kecepatan reaksi. Berdasarkan referensi dari penelitian Zhao dkk (2007), konstanta kecepatan reaksi sintesis asam perasetat dari asam asetat dan hidrogen peroksida pada temperatur tertentu dapat ditentukan dengan persamaan:

$$k_1 = 6{,}83 \times 10^8 \, exp\left(-\frac{57846{,}15}{\mathrm{R\,T}}\right) \quad \text{(L/mol.jam)} \qquad (1.2)$$

$$k_2 = 6{,}73 \times 10^8 \, exp\left(-\frac{60407{,}78}{\mathrm{R\,T}}\right) \quad \text{(L/mol.jam)} \qquad (1.3)$$

Dimana :

Mekanisme reaksi adalah reaksi orde 2

E_a dalam J/mol

Berdasarkan persamaan Arrhenius tersebut, maka konstanta kecepatan reaksi pada 55 C adalah sebagai berikut :

$$k_1 = 6{,}83 \times 10^8 \, exp\left(-\frac{57846{,}15}{\mathrm{R\,T}}\right) = 6{,}83 \times 10^8 \, exp\left(-\frac{57846{,}15 \, \frac{J}{mol}}{8{,}314 \, \frac{J}{mol.K} \times 328{,}15 \, K}\right) =$$

$$0{,}422 \, \frac{L}{mol.jam}$$

$$k_2 = 6{,}73 \times 10^8 \, exp\left(-\frac{60407{,}78}{\mathrm{R\,T}}\right) = 6{,}73 \times 10^8 \, exp\left(-\frac{60407{,}78 \, \frac{J}{mol}}{8{,}314 \, \frac{J}{mol.K} \times 328{,}15 \, K}\right) =$$

$$0{,}162 \, \frac{L}{mol.jam}$$

1.4.2 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika berfungsi untuk penentuan sifat reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis. Secara termodinamika reaksi sintesis asam perasetat dapat dilihat dari harga entalpi, energi gibbs dan konstanta kesetimbangannya. Diketahui pada temperatur 298 K:

Tabel 1. 6 Harga ΔH^o_f dan ΔG^o_f masing-masing komponen

Komponen	**ΔH^o_f (kj/mol)**	**ΔG^o_f (kj/mol)**
CH_3COOH	-434,84	-390,2
H_2O_2	-136,3	-120,42
CH_3COOOH	-343,1	-276
H_2O	-241,8	-237,14

Jika ΔH = (-) maka reaksi bersifat eksotermis

Jika ΔH = (+) maka reaksi bersifat endotermis

Berdasarkan data diatas maka dapat dihitung panas pembentukan asam perasetat sebagai berikut:

$\Delta H^o_{298} = \sum \Delta H^o_{f\ produk} - \sum \Delta H^o_{f\ reaktan}$

$= (\Delta H^o_f\ (CH_3COOOH) + \Delta H^o_f\ (H_2O)) - ((\Delta H^o_f\ (CH_3COOH) + \Delta H^o_f\ (H_2O_2))$

= ((-343,1 kj/mol) + (-241,8 kj/mol)) – ((-434,84 kj/mol) + (-136,3 kl/mol)

= -13,76 kj/mol

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, harga ΔH bernilai negatif, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut bersifat eksotermis. Untuk mengetahui reaksi asam perasetat termasuk reaksi *reversible* atau *irreversible*, maka harus dihitung harga tetapan kesetimbangan (K). Nilai energi gibbs diperlukan saat menghitung nilai tetapan kesetimbangan. Nilai energi gibbs untuk reaksi tersebut:

$\Delta G^o_{298} = \sum \Delta G^o_{f\ produk} - \sum \Delta G^o_{f\ reaktan}$

$= (\Delta G^o_f\ (CH_3COOOH) + \Delta G^o_f\ (H_2O)) - (\Delta G^o_f\ (CH_3COOH)) + \Delta G^o_f\ (H_2O_2))$

= ((-276 kJ/mol) + (-237,14 kJ/mol)) – ((-390,2 kJ/mol) + (-120,42 kJ/mol))

= -2,56 kJ/mol

Nilai ΔG^o yang didapatkan negatif, sehingga reaksi diprediksi dapat berjalan secara spontan. Nilai tetapan kesetimbangan menurut Smith Van Ness, (2001), dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\ln K_{298} = -\frac{\Delta G^0}{R\,T} \qquad (1.4)$$

$$ln\left[\frac{K}{K_{298}}\right] = \frac{\Delta H_{298}}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right) \qquad (1.5)$$

Berdasarkan data ΔH^o_{298} dan ΔG^o yang sudah didapatkan, maka dapat dihitung nilai tetapan kesetimbangan pada 328,15 K sebagai berikut:

$$ln\ K_{298} = -\frac{\Delta G^0}{R\,T}$$

$$K_{298} = exp\left(-\frac{\left(-2{,}56\,\frac{kJ}{mol} \times 1000\,\frac{J}{kJ}\right)}{8{,}314\,\frac{J}{mol.K} \times 298{,}15\ K}\right)$$

$$= 2{,}55$$

Nilai K_{298} yang sudah didapatkan kemudian disubstitusi pada persamaan 1.5 untuk mendapatkan nilai K pada suhu operasi:

$$ln\left[\frac{K}{K_{298}}\right] = \frac{\Delta H_{298}}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)$$

$$\frac{K}{K_{298}} = exp\left(-\frac{\left(-13{,}76\,\frac{kj}{mol} \times 1000\,\frac{kj}{mol}\right)}{8{,}314\,\frac{J}{mol.K}} \times \left(\frac{1}{328{,}15} - \frac{1}{298{,}15}\right)\right)$$

$$K = 0{,}602 \times K_{298}$$

$$= 1{,}538$$

Harga konstanta kesetimbangan reaksi >1 dan bernilai kecil maka reaksi berlangsung secara bolak balik (*reversible*) dan ke arah kanan.

Konversi kesetimbangan dapat dihitung menggunakan persamaan 14.33 smith van ness (example 14.8) :

$CH_3COOH_{(l)} + H_2O_{2\,(l)} \leftrightarrows CH_3COOOH_{(l)} + H_2O_{(l)}$

Mula-mula =	1	1	0	0	kmol/jam
Bereaksi =	ε	ε	ε	ε	kmol/jam
Sisa =	1- ε	1- ε	ε	ε	total = 2

$\prod_i (x_i)^{v_i} = K$

Dimana :

Xi = fraksi mol komponen i

K = konstanta kesetimbangan

ε = konversi kesetimbangan

maka:

$$\frac{(X_{produk})^{koef}}{(X_{reaktan})^{koef}} = \frac{(X_{CH3COOOH}.X_{H2O})^{1+1}}{(X_{CH3COOH}.X_{H2O2})^{1+1}} = \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^2}{\left(\frac{1-x}{2}\right)^2} = K = 1{,}538$$

Maka x = 0,5536, dimana konversi tersebut pada kondisi ideal sehingga diambil konversi sebesar 50%.

BAB II
PERANCANGAN PRODUK

2.1 Sifat Fisis dan Kimia Produk

2.1.1 Asam Perasetat (CH_3COOOH)

a. Sifat fisik : (PeroxyChem, 2015)

Rumus molekul	: CH_3COOOH
Bentuk dan warna	: Cair tak berwarna
Berat molekul	: 76,052 g/mol
Titik didih (1 atm)	: 107 ºC
Titik beku (1 atm)	: -44 ºC
Densitas	: 1,1574 g/ml (pada 25 ºC)
Kelarutan dalam air	: Sangat larut
Bau	: Tajam
Kemurnian	: 40 %
Impuritas	: CH_3COOH 28,93%; H_2O_2 1,23% ; H_2O 29,84%

b. Sifat kimia :

1. Bersifat mudah terbakar
2. Bersifat korosif
3. Asam perasetat memiliki pH 2,5
4. Asam perasetat merupakan oksidator kuat.

5. Asam perasetat dapat dihasilkan dari reaksi antara hidrogen peroksida dengan asam asetat.

c. Keselamatan produk

1. Pencegahan

- Kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah
- Jangan menghirup debu/asap/gas/kabut/uap/semprotan dari produk
- Jauhkan dari pakaian/bahan yang mudah terbakar
- Jauhkan dari panas/percikan api/api terbuka/permukaan panas. DILARANG MEROKOK
- Simpan hanya di wadah aslinya
- Jaga tetap sejuk

2. Penyimpanan

- Simpan di tempat yang berventilasi baik. Jaga agar wadah tetap tertutup rapat
- Simpan pada suhu tidak melebihi 30 °C/ 86 °F. Jaga tetap sejuk
- Lindungi dari sinar matahari

2.1.2 Air (H_2O)

a. Sifat fisik : (Yaws, 1999)

Rumus molekul : H_2O

Bentuk dan warna : Cair tak berwarna

Berat molekul : 18,015 g/mol

Titik didih (1 atm) : 100 ºC

Titik beku (1 atm) : 0 ºC

Densitas : 1,027 g/ml (pada 25 ºC)

Bau : Tak berbau

b. Sifat kimia :

1. Merupakan senyawa kovalen polar
2. Bersifat netral (pH=7) dalam keadaan murni
3. Dapat menguraikan garam menjadi asam dan basa
4. Dapat menghidrolisis secara parsial garam dari asam lemah dan basa kuat.

$$CH_3COONa + H_2O \rightarrow CH_3COOH + N_a + \frac{1}{2} H_2$$

2.2 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1 Asam Asetat (CH_3COOH)

a. Sifat fisik (Yaws, 1999)

Rumus molekul : CH_3COOH

Bentuk dan warna : Cair tak berwarna

Berat molekul : 60,05 g/mol

Titik didih (1 atm) : 117,9 ºC

Titik beku (1 atm) : 16,66 ºC

Densitas : 1,043 g/ml (pada 25 ºC)

Kelarutan dalam air : Sangat larut

Bau : Tajam

Kemurnian : 99,8%

Impuritas : 0,02% H_2O

b. Sifat kimia :

1. Bersifat mudah terbakar
2. Bersifat korosif
3. Asam asetat memiliki pH 2
4. Asam asetat glasial bersifat higroskopik
5. Asam asetat dapat membentuk azeotrop dengan *solven benzene*, *pyridine* dan *dioxane.*
6. Asam asetat dengan kadar diatas 32% wt jika bereaksi dengan air akan menghasilkan panas.
7. Reaksi asam asetat dengan hidrogen peroksida akan menghasilkan asam perasetat dan air.

c. Keselamatan bahan

1. Pencegahan

- Jauhkan dari panas, permukaan panas, percikan api, nyala api terbuka, dan sumber penyulutan lainnya. DILARANG MEROKOK
- Kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah

2. Penyimpanan

- Jauhkan dari panas, percikan, dan nyala api. Jauhkan dari kontak dengan bahan pengoksidasi.

- Simpan di tempat yang sejuk, kering, berventilasi baik, dan jauh dari zat yang tidak kompatibel

2.2.2 Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

a. Sifat fisik: (Yaws, 1999)

Rumus molekul	: H_2O_2
Bentuk dan warna	: Cair berwarna biru muda
Berat molekul	: 34,015 g/mol
Titik didih (1 atm)	: 150,2 ºC
Titik beku (1 atm)	: -0,43 ºC
Densitas	: 1,443 g/ml (pada 25 ºC)
Kelarutan dalam air	: Sangat larut
Bau	: Sedikit tajam
Kemurnian	: 50%
Impuritas	: 50% H_2O

b. Sifat kimia:

1. Bersifat korosif
2. Bersifat tidak mudah terbakar
3. Hidrogen peroksida merupakan oksidator kuat
4. Hidrogen peroksida memiliki pH 1 – 4
5. Hidrogen peroksida dapat didisosiasi oleh air membentuk ion HO_2^+ dan H_2O^+

c. Keselamatan produk

1. Pencegahan

- Gunakan hanya di luar ruangan atau di area yang berventilasi baik
- Jangan menghirup kabut, uap atau semprotan dari bahan
- Kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah
- Jauhkan dari panas/percikan api/api terbuka/permukaan panas. DILARANG MEROKOK
- Jauhkan dari pakaian/bahan yang mudah terbakar/mudah terbakar
- Simpan hanya dalam wadah aslinya.

2. Penyimpanan

- Simpan wadah di tempat yang sejuk, tidak terkena sinar matahari langsung dan jauh dari bahan yang mudah terbakar.
- Sediakan ventilasi pembuangan mekanis umum dan/atau lokal untuk mencegah pelepasan uap atau kabut ke lingkungan kerja.
- Wadah harus berventilasi.
- Ruang penyimpanan atau gudang harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar dengan lantai kedap air. Jika terjadi pelepasan, tumpahan harus mengalir ke area yang aman.
- Wadah harus diperiksa secara visual secara teratur untuk mendeteksi adanya kelainan (drum bengkak, peningkatan suhu, dll.).

2.2.3 Katalis Asam Sulfat (H_2SO_4)

a. Sifat fisik : (Yaws, 1999)

Rumus molekul : H_2SO_4

Bentuk dan warna	: Cair tak berwarna
Berat molekul	: 98,08 g/mol
Titik didih (1 atm)	: 336,85 ºC
Titik beku (1 atm)	: 10,31 ºC
Densitas	: 1,833 g/ml (pada 25 ºC)
Kelarutan dalam air	: Sangat larut
Bau	: Tak berbau
Kemurnian	: 98%
Impuritas	: 2% H2O

b. Sifat kimia :

1. Bersifat tidak mudah terbakar
2. Bersifat korosif
3. Asam sulfat bersifat tidak stabil jika terpapar udara yang lembab
4. Asam sulfat bereaksi dengan garam membentuk garam dan asam lain

$$H_2SO_4 + 2NaCL \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

5. Memiliki kemampuan dehidrasi sehingga menyebabkan pembentukan hidrat.

c. Keselamatan bahan

1. Pencegahan
   - Jangan menghirup debu/asap/gas/kabut/uap/semprotan ari bahan
   - Kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah

- Cuci muka, tangan, dan kulit yang terpapar secara menyeluruh setelah menangani bahan
- Gunakan hanya di luar ruangan atau di area yang berventilasi baik
- Simpan hanya di wadah aslinya

2. Penyimpanan
   - Simpan wadah tertutup rapat di tempat yang kering, sejuk dan berventilasi baik.
   - Jauhkan dari air atau udara lembab.

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu usaha untuk mempertahankan kualitas atau mutu produk agar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam pasar dan produk benar-benar bisa memenuhi standar-standar yang direncanakan dan ditetapkan. Usaha ini diupayakan ekonomis dan dapat memenuhi juga memuaskan kebutuhan pelanggan. Pengendalian kualitas dalam industri kimia mencakup keseluruhan proses produksi mulai dari persiapan bahan baku, proses reaksi sampai menghasilkan produk akhir. Pada perancangan pabrik asam perasetat terdapat parameter-parameter yang perlu dikendalikan, yaitu:

2.3.1 Bahan Baku

Bahan baku merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi proses produksi dan pada kualitas produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan pada awal proses sebelum bahan baku memasuki unit proses untuk pengolahan lebih lanjut. Sebelum memasuki unit proses maka dilakukan pengujian

kualitas bahan baku yang diperoleh. Ketersediaan bahan baku juga perlu menyesuaikan dengan kebutuhan kapasitas produksi untuk menghindari kekurangan bahan baku ketika proses produksi. Pengendalian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Ada beberapa parameter yang harus diperhatikan yaitu :

3. Kemurnian bahan baku
4. Kandungan bahan baku
5. Kadar air
6. Kandungan zat pengotor

2.3.2 Produk

Pengendalian kualitas produk merupakan pengendalian kualitas pada proses produksi yang bertujuan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan dari bahan baku hingga menjadi produk. Agar memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan baku yang berkualitas, pengawasan dan pengendalian proses menggunakan sistem kontrol sehingga dihasilkan produk yang berkualitas dan dapat bersaing di pasar. Diperlukan pengujian terhadap produk untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan antara lain dengan melakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, komposisi komponen dari produk dan kemurnian produk.

2.3.3 Alat Proses

Pengendalian kualitas selama proses produksi bertujuan untuk menjaga kualitas produk, dimulai dari bahan baku, proses hingga menjadi produk.

Diperlukan alat kontrol untuk setiap proses yang berlangsung yaitu instrumentasi. Instrumentasi adalah peralatan yang digunakan dalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Instrumen termasuk suatu bagian penting dalam pengendalian proses produksi. Alat-alat instrumen dipasang pada setiap peralatan supaya para engineer dapat mengontrol setiap jalannya proses produksi dan dapat mengambil tindakan langsung jika terjadi kesalahan dalam proses. Tujuan dari pengendalian proses ini untuk meminimalisir error saat proses sehingga dihasilkan produk yang optimal. (Considine, 1985)

Instrumentasi memiliki tiga fungsi antara lain sebagai alat analisa, alat kendali dan alat pengukur. Pada umumnya sistem pengendalian terdiri dari :

1. Sensing elemen (*Primary Element*) : Elemen yang menyatakan adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.
2. Elemen pengukur (*Measurement Element*) : Suatu elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan suhu, tinggi fluida. Perubahan ini merupakan sinyal dari proses yang disampaikan elemen pengukur ke elemen pengantar.
3. Elemen pengontrol (*Controlling Element*) : Suatu elemen yang menerima sinyal kemudian mengatur perubahan-perubahan proses tersebut sesuai dengan set point yang diinginkan.
4. Elemen pengontrol akhir (*Final Control Element*) : Suatu elemen yang akan mengubah masukan yang keluar dari elemen pengontrol ke proses dan variabel yang diukur tetap berada pada batas yang diinginkan dan hasil yang dikehendaki.

Secara umum instrumen yang digunakan pada pabrik yaitu :

1. Suhu

a. *Temperature controller (TC)* adalah instrumen berfungsi untuk mengamati dan mengatur suhu suatu alat sehingga suhu tetap pada range suhu yang ditetapkan.

b. *Temperature indicator (TI)* adalah instrumen yang berfungsi untuk mengamati suhu dari suatu alat.

2. Tinggi Permukaan Cairan

a. *Level controller (LC)* adalah instrumen yang berfungsi untuk mengamati dan mengatur tinggi cairan dalam suatu alat.

b. *Level indicator (LI)* adalah instrumen yang berfungsi untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat.

3. Tekanan

a. *Pressure controller (PC)* adalah instrumen yang berfungsi untuk mengamati dan mengatur tekanan pada suatu alat.

b. *Pressure indicator (PI)* adalah instrumen yang berfungsi untuk mengamati tekanan pada suatu alat.

4. Aliran cairan

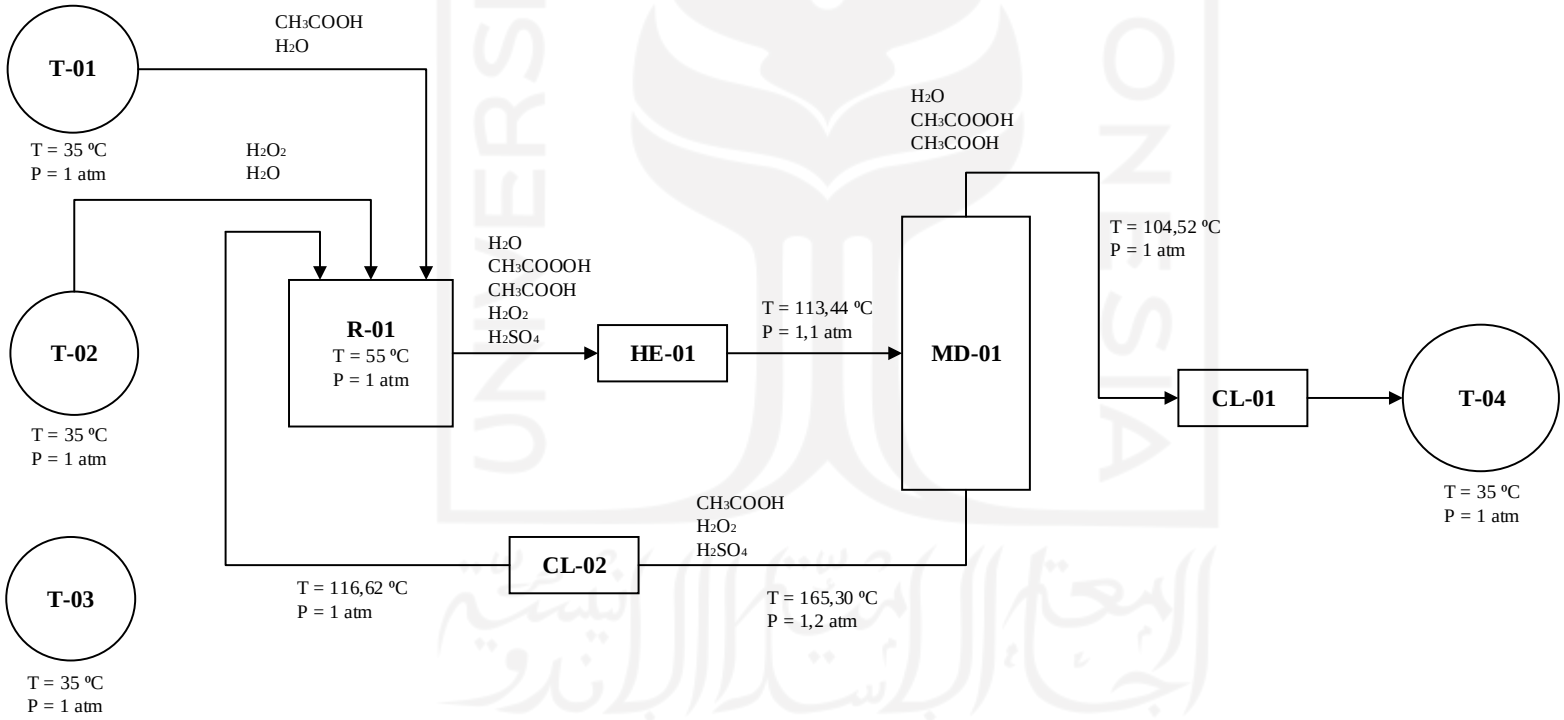
a. *Flow controller (FC)* adalah instrumen yang berfungsi untuk mengamati dan mengatur laju aliran fluida pada suatu alat menggunakan flow meter.

b. *Flow indicator (FI)* adalah instrumen yang berfungsi untuk mengamati laju aliran fluida dalam suatu alat. (Considine, 1985)

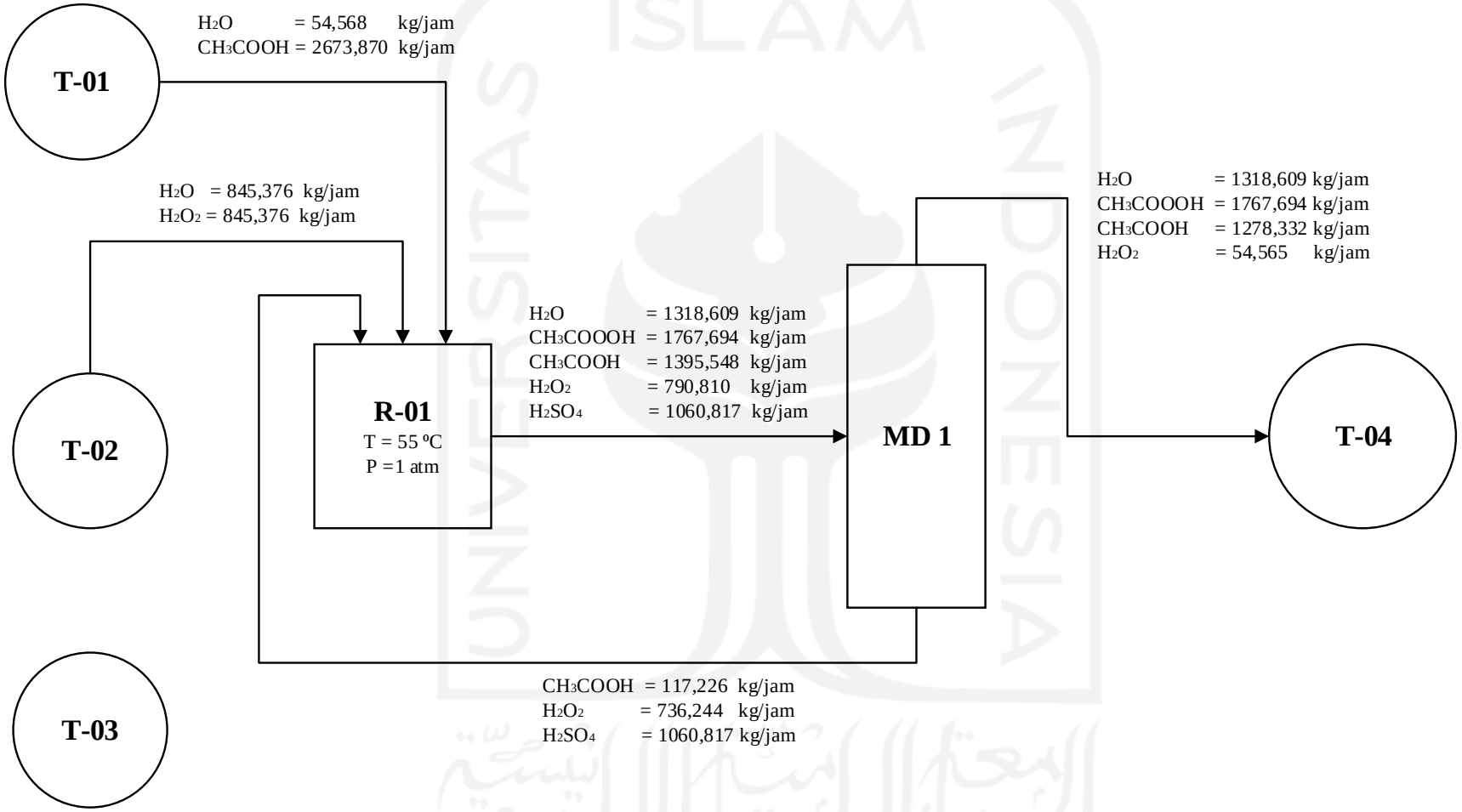
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses dan Material



Gambar 3. 1 Diagram alir kualitatif



Gambar 3. 2 Diagram alir kuantitatif

3.2 Uraian Proses

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Asam asetat berupa cairan disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) dengan kondisi operasi T-01 yaitu suhu 35 ºC dan tekanan 1 atm. Asam asetat dipompa dari tangki T-01 menggunakan pompa (P-04) menuju ke reaktor R-01.

Hidrogen perokida berupa cairan disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) dengan kondisi operasi T-02 yaitu suhu 35 ºC dan tekanan 1 atm. Hidrogen peroksida dipompa dari tangki T-02 menggunakan pompa (P-05) menuju ke reaktor R-01.

Katalis asam sulfat berupa cairan disimpan dalam tangki penyimpanan (T-03) dengan kondisi operasi T-03 yaitu suhu suhu 35 ºC dan tekanan 1 atm. Katalis asam sulfat dialirkan menuju reaktor (R-01) hanya pada saat start-up. Saat pabrik telah berjalan kontinu kebutuhan katalis untuk proses diperoleh dari hasil recycle Menara Distilasi 01 (MD-01). Katalis akan dialirkan lagi jika jumlah katalisnya berkurang yang diketahui dari pengujian sampel keluaran reaktor-01.

3.2.2 Tahap Reaksi

Reaksi antara asam asetat dan hidrogen peroksida dijalankan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Berdasarkan perancangan, waktu tinggal di dalam reaktor adalah 53,34 menit. Reaktan dan produk bersifat korosif, maka bahan konstruksi yang digunakan adalah *Stainless Steel SA 240 Grade M type 316* yang memiliki kelebihan tahan korosi karena mengandung unsur krom (Cr). Asam asetat, hidrogen peroksida dan *recycle* dari MD 1 dan masuk melalui bagian atas

reaktor R-01. Kondisi operasi di reaktor suhu 55 ºC dan tekanan 1 atm . Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut :

$CH_3COOH + H_2O_2 \rightleftharpoons CH_3COOOH + H_2O$

Konversi kesetimbangan reaksi pembentukan asam perasetat pada kondisi ideal mencapai 55,36% maka dipilih konversi reaksi sebesar 50%. Reaksi yang terjadi dalam reaktor bersifat eksotermis, selain itu juga terdapat kelebihan panas dari umpan recycle, sehingga untuk menjaga suhu tetap 55 ºC diperlukan pendingin berupa koil.

3.2.3 Tahap Pemurnian Hasil

Hasil keluaran reaktor kemudian dialirkan menuju heater (HE-01) untuk dinaikkan suhunya menjadi 113,44 ºC dan dengan pompa (P-07) tekanannya sedikit dinaikkan menjadi 1,1 atm. Menara distilasi 01 (MD-01) digunakan untuk memisahkan asam sulfat keseluruhan dari campurannya dengan senyawa lain, dengan asam asetat sebagai *light key component* dan hidrogen peroksida sebagai *heavy key component*.

Hasil bawah MD-01 keluar pada suhu 165,30 ºC dan tekanan 1,2 atm. Komponen sebagai hasil bawah menara yakni asam sulfat keseluruhan, sebagian besar hidrogen peroksida yang terdistribusi dan sebagian kecil asam asetat yang terdistribusi, mengalir menuju *reboiler* 01 (RB-01). Campuran keluaran RB-01 berupa fase uap akan dikembalikan menuju plate bawah MD-01, dan fase cairnya kemudian didinginkan dengan cooler 02 (CL-02) ke suhu 116,62 ºC sebelum d*irecycle* menuju reaktor yang dialirkan menggunakan pompa (P-08).

Hasil atas MD-01 keluar pada suhu 104,52 ºC dan tekanan 1 atm. Komponen hasil atas menara adalah air keseluruhan, asam perasetat keseluruhan, sebagian besar asam asetat yang terdistribusi dan sebagian kecil hidrogen peroksida yang terdistribusi berupa fase uap mengalir menuju *condenser* (CD-01). Campuran keluar *condenser* 01 berupa cairan ditampung di tangki akumulator (ACC-01). Keluaran ACC-01 dialirkan menggunakan pompa (P-09) dengan sebagian menuju *plate* atas MD-01 sebagai *reflux*, sebagian lainnya dialirkan menuju *cooler* (CL-01) untuk diturunkan suhunya menjadi 35 ºC, kemudian dialirkan dengan pompa (P-10) menuju tangki penyimpanan (T-04) sebagai produk.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Reaktor

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor

Kode	R-01
Fungsi	Mereaksikan Asam Asetat (CH3COOH) dan Hidrogen Peroksida (H2O2)
Jenis/Tipe	RATB
Mode Operasi	Kontinyu
Jumlah	1
Harga	$332.215
Kondisi	
Suhu	55 ˚C
Tekanan	1 atm
Kondisi Proses	Non Isotermal dan Non Adiabatis
Konstruksi dan Material	
Bahan	*Stainless Steel SA 167 type II Grade 316*
Diameter Shell	1,704 m
Tebal Shell	0,1875 in
Tinggi Total	3,272 m
Jenis Head	*Torispherical Flanged & Dished Head*
Spesifikasi Khusus	
Tipe Pengaduk	*Turbine with 6 flat blade*
Diameter Pengaduk	0,9 m
Kecepatan Pengaduk	155 rpm
Power Pengaduk	20 Hp

Jumlah *Baffle*	4 Buah
Jenis *coolant*	Air
U_D	1022,722 W/m^2.K
Luas area transfer panas	5,079 m^2
NPS	1 in
Schedule Number	40
Panjang total	48,447 m
Jumlah lilitan	12
Tinggi tumpukan koil	0,1229 m

3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Alat Pendukung Lainnya

1. Menara Distilasi

Tabel 3. 2 Spesifikasi Menara Distilasi

Kode	MD-01
Fungsi	Untuk memisahkan komponen air, asam asetat, dan asam parasetat sebagai keluaran *top* (destilat) dan hidrogen peroksida, asam sulfat sebagai keluaran *bottom*.
Jenis	*Multicomponent Distillation*
Tipe	*Tray*
Material	*Stainless steel* SA 167 *grade* 3 *type* 304
Kondisi Operasi:	
Umpan °C	113,44
Distilat °C	104,52
Bottom °C	165,3
Spesifikasi	
Shell	
Diameter, m	1,1446
Tinggi, m	8,75
Tebal, in	0,1875
Material	*Stainless steel*
Head	
Jenis	*Torispherical dished head*
Tebal, in	0,1875
Material	*Stainless steel*
Tipe *Tray*	
Jenis *Tray*	*Sieve*
Feed Plate	15 dari bawah
Jumlah *Plate* aktual	37
Diameter *hole,* in	0,6
Jumlah *tray*	37
Tray Spacing, m	0,25
Jumlah lubang, buah	3983
Jumlah	1
Harga	$ 53400

2. Akumulator

Tabel 3. 3 Spesifikasi Akumulator

Kode	ACC -01
Fungsi	Menampung keluaran *condenser* (CD-01) pada menara distilasi (MD-01)
Jenis	*Horizontal cylinder*
Jumlah, buah	1
Kondisi Operasi	
Suhu, C	104,52
Tekanan, atm	1
Bahan konstruksi	*Stainless Steel* SA 167 *grade* 3 *type* 304
Kapasitas tangki, m^3	1,122
Diameter *shell*	
Diameter, m	0,863
Panjang, m	1,698
Tebal *shell*, in	0,1875
Dimensi *head*	
Diameter, in	26
Panjang, m	0,1994
Tebal *head*, in	0,1875
Panjang total, m	2,097
Harga, $	1800

3.3.3 Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. *Heater-01*

Tabel 3. 4 Spesifikasi *Heater*

Kode	HE-01			
Fungsi	Untuk menaikkan temperatur keluaran Reaktor-01 dari 55°C menjadi 113,44°C			
Operating Condition				
Position	***Annulus***		***Tube***	
Fluid	*Saturated steam*		*Heavy organics*	
Fluid Type	*Hot*		*Cold*	
	In	*Out*	*In*	*Out*
Liquid flowrate, kg/jam	-	-	6333,48	6333,48
Vapor flowrate, kg/jam	344,508	344,508	-	-

Tabel 3. 4 Spesifikasi Heater (lanjutan)

Temperature, ˚C	250°C	250°C	55°C	113,44°C
Pressure, atm	1,1 atm	1,1 atm	1,1 atm	1,1 atm

Mechanical Design			
Annulus		*Tube*	
Length	15 ft	*Length*	15 ft
Hairpin	5	*Hairpin*	5
ID	2,469 in	ID	1,38 in
		OD	1,66 in
		A	65,25 ft²
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,000247/10 psi	$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,6719/10 psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,00329/0,003	Rd_{cal}/Rd_{min}	0,00329/0,003
Harga	$2.585		

2. Cooler

Tabel 3. 5 Spesifikasi *Cooler*-01

Kode	CL – 01			
Fungsi	Untuk menurunkan temperatur keluaran distilat MD-01 dari 104,52°C menjadi 35°C			
Operating Condition				
Position	***Shell***		***Tube***	
Fluid	*Cooling water*		*Medium organics*	
Fluid Type	*Cold*		*Hot*	
	In	*Out*	*In*	*Out*
Liquid flowrate, kg/jam	13872,552	13872,552	4419,191	4419,191
Vapor flowrate, kg/jam	-	-	-	-
Temperature, ˚C	30°C	45°C	104,52°C	35°C
Pressure, atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm

Mechanical Design			
Shell		***Tube***	
Length	16 ft	*Length*	16 ft
Passes	2	*Passes*	4
ID	12 in	OD	0,75 in
Baffle Space	9,6 in	*Number*	86
		A	270,108 ft²
		BWG	15
		Pitch	Triangular
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	5,2/10 psi	$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,56/10 psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,002985/0,003	Rd_{cal}/Rd_{min}	0,002985/0,003
Harga	$44.068		

Tabel 3. 6 Spesifikasi *Cooler* - 02

Kode	CL-02			
Fungsi	Untuk menurunkan temperatur keluaran bottom MD-01 dari 165,3°C menjadi 116,62°C			
Operating Condition				
Position	***Annulus***		***Tube***	
Fluid	*Heavy organics*		*Cooling water*	
Fluid Type	*Hot*		*Cold*	
	In	*Out*	*In*	*Out*
Liquid flowrate, kg/jam	1914,288	1914,288	3089,366	3089,366
Vapor flowrate, kg/jam	-	-	-	-
*Temperature, ˚*C	165,3°C	116,62°C	30°C	45°C
Pressure, atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm

Mechanical Design			
Annulus		*Tube*	
Length	12 ft	*Length*	12 ft
Hairpin	1	*Hairpin*	1
ID	2,067 in	ID	1,38 in
		OD	1,66 in
		A	10,44 ft²
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,325/10 psi	$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,1515/10 psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,00323/0,003	Rd_{cal}/Rd_{min}	0,00323/0,003
Harga	$2.115		

3. Condenser

Tabel 3. 7 Spesifikasi *Condenser*

Kode	CD – 01			
Fungsi	Untuk mengubah fase keluaran *plate* atas MD-01 dari uap menjadi cair			
Operating Condition				
Position	***Shell***		***Tube***	
Fluid	*Light organics*		*Cooling water*	
Fluid Type	*Hot*		*Cold*	
	In	*Out*	*In*	*Out*
Liquid flowrate, kg/jam	-	5557,528	103091,814	103091,814
Vapor flowrate, kg/jam	5557,528	-	-	-
*Temperature, ˚*C	107,3°C	104,52°C	30°C	45°C
Pressure, atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm

Mechanical Design			
Shell		***Tube***	
Length	6 ft	*Length*	6 ft
Passes	1	*Passes*	2
ID	20 in	OD	0,75 in
Baffle Space	20 in	*Number*	224
		A	263,827 ft²
		BWG	14
		Pitch	Triangular
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	7,63E-05/2 psi	$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	2,81/10 psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,00351/0,003	Rd_{cal}/Rd_{min}	0,00351/0,003
Harga	$55.115		

4. Reboiler

Tabel 3. 8 Spesifikasi Reboiler

Kode	RB – 01			
Fungsi	Untuk mengubah fase keluaran plate bawah MD-01 dari cair menjadi uap			
Tipe	*Kettle*			
Operating Condition				
Position	***Shell***		***Tube***	
Fluid	*Heavy organics*		*Saturated steam*	
Fluid Type	*Cold*		*Hot*	
	In	*Out*	*In*	*Out*
Liquid flowrate, kg/jam	5557,528	5557,528	-	-
Vapor flowrate, kg/jam		-	2342,707	2342,707
*Temperature, ˚*C	163,61°C	165,3°C	250°C	250°C
Pressure, atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm

Mechanical Design			
Shell		***Tube***	
Length	12 ft	*Length*	12 ft
Passes	1	*Passes*	4
ID	42,5 in	OD	1 in
Baffle Space	21,25 in	*Number*	170
		A	534,072 ft²
		BWG	18
		Pitch	Triangular
$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	-	$\Delta P_{cal}/\Delta P_{allow}$	0,0074/2 psi
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,00308/0,003	Rd_{cal}/Rd_{min}	0,00308/0,003
Harga	$107.056		

3.3.4 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

1. Tangki

Tabel 3. 9 Spesifikasi Tangki

Kode Tangki		T-01	T-02	T-03	T-04
Fungsi		Menyimpan bahan baku asam asetat CH_3COOH	Menyimpan bahan baku hidrogen peroksida H_2O_2	Menyimpan Bahan katalis asam sulfat H_2SO_4	Menyimpan produk asam perasetat CH_3COOOH
Lama penyimpanan, hari		10 hari	7 hari	7 hari	7 hari
Fasa		Cair	Cair	Cair	Cair
Jumlah tangki		1	1	1	1
Jenis tangki		Silinder vertikal	Silinder vertikal	Silinder vertikal	Silinder vertikal
Kondisi operasi	Suhu, ˚C	35 ˚C	35 ˚C	35 ˚C	35 ˚C
	Tekanan, atm	1	1	1	1
Spesifikasi	Bahan kontruksi	*Stainless steel*	*Stainless steel*	*Stainless steel*	*Stainless steel*
	Volume tangki, m^3	761,241	278,305	3,6	407,075
	Diameter, m	10,668	7,62	6,096	9,144
	Tinggi, m	9,144	7,315	5,486	9,144
	Jumlah *course*,	5	4	3	6
	Tebal *shell*, m	0,1875	0,1875	0,1875	0,1875
Head Bottom	Jenis *head*	*Conical roof*	*Conical roof*	*Conical roof*	*Conical roof*
	Tebal *head*, in	0,1875	0,1875	0,1875	0,1875
	Jenis *bottom*	*flat*	*flat*	*flat*	*flat*
	Tebal *bottom*, in	0,1875	0,25	0,1875	0,1875
Harga (rupiah)		$405.662	$226.686	$44.303	$332.215

3.3.5 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

1. Pompa

Tabel 3. 10 Spesifikasi Pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05
Fungsi	Untuk mengalirkan bahan baku CH3COOH dari truk pengangkut menuju ke tangki penyimpanan CH3COOH	Untuk mengalirkan cairan CH3COOH dari tangki penyimpanan CH3COOH ke Reaktor-01	Untuk mengalirkan bahan baku H2O2 dari truk pengangkut menuju ke tangki penyimpanan H2O2	Untuk mengalirkan cairan H2O2 dari tangki penyimpanan H2O2 ke Reaktor-01	Untuk mengalirkan H2SO4 dari truk pengangkut menuju ke tangki penyimpanan katalis H2SO4
Jenis Pompa	*Centrifugal Pump*				
Impeller	*Mixed flow*				
Bahan Kontruksi	*Commersial Steel*				
Spesifikasi Pompa					
Viskositas (cp)	0,9703	0,9703	0,8865	0,8865	16,2377
Kapasitas(m^3/jam)	19,2022	3,8062	38,4043	1,9879	32,9180
Pump head (m)	7,644	4,871	5,815	4,313	4,486
Suhu fluida (C)	35	35	35	35	35
Instalasi	*Horizontal*				
Submersibility	*Dry*				
Rate volumetric (ft^3/s)	0,188	0,037	0,376	0,019	0,322
Kecepatan aliran (ft/s)	3,674	2,635	1,876	1,871	1,608

Tabel 3. 9 Spesifikasi Pompa (lanjutan)

NPS (in)	3	2	6	1,25	6
Sch.Number	40	40	40	40	40
Dimensi Daya					
Friction head	0,000080	0,000085	0,000013	0,00000445	0,000017
Efisiensi pompa	40	19	48	20	43
Jenis pompa	*Single Stage*				
Daya motor (HP)	2	0,5	3	0,25	2
Jumlah pompa	2	2	2	2	2
Harga	$19.978	$12.927	$31.729	$11.751	$31.729

Tabel 3. 9 Spesifikasi Pompa (lanjutan)

Kode	P-06	P-07	P-08	P-09
Fungsi	Untuk mengalirkan katalis H2SO4 dari tangki penyimpanan katalis H2SO4 ke Reaktor-01	Untuk mengalirkan cairan dari keluaran Reaktor-01 menuju ke umpan MD-01	Untuk mengalirkan cairan dari Reboiler-01 menuju ke Reaktor-01	Untuk mengalirkan cairan dari tangki Akumulator-01 menuju ke plate atas MD-01 dan Cooler-01
Jenis Pompa	*Centrifugal Pump*			
Impeller	*Mixed flow*	*Mixed flow*	*Axial flow*	*Mixed flow*
Bahan Kontruksi	*Commersial Steel*			
Spesifikasi Pompa				
Viskositas (cp)	16,2377	2,1502	1,8860	0,0794
Kapasitas (m^3/jam)	0,8638	7,4866	1,8895	6,4248
Pump head (m)	2,4849	2,831704	1,21	12,124

Tabel 3. 9 Spesifikasi Pompa (lanjutan)

Suhu fluida (C)	35	55	165,3	104,52
Instalasi	*Horizontal*			
Submersibility	*Dry*			
Rate volumetric (ft^3/s)	0,008	0,073	0,0185	0,063
Kecepatan aliran (ft/s)	2,284	2,207	1,779	2,708
NPS (in)	1	3	1,25	2
Sch.Number	40	40	40	40
Dimensi Daya				
Friction head	0,00016297	0,00006414	0,00020788	0,00015732
Efisiensi pompa	20	22	20	78
Jenis pompa	*Single Stage*			
Daya motor (HP)	0,05	0,333	0,0833	0,5
Jumlah pompa	2	2	2	2
Harga	$8.226	$13.397	$11.751	$15.042

Tabel 3. 9 Spesifikasi Pompa (lanjutan)

Kode	P-10	P-11
Fungsi	Untuk mengalirkan cairan dari Cooler-01 menuju ke tangki produk	Untuk mengalirkan cairan produk dari tangki produk (T-04) ke truk pengangkut
Jenis Pompa	*Centrifugal Pump*	
Impeller	*Mixed flow*	
Bahan Kontruksi	*Commersial Steel*	
Spesifikasi Pompa		
Viskositas (cp)	0,9029	0,9029
Kapasitas (m^3/jam)	5,9067	19,2022
Pump head (m)	8,144	7,644
Suhu fluida (C)	35	35
Instalasi	*Horizontal*	
Submersibility	*Dry*	
Rate volumetric (ft^3/s)	0,057	0,188
Kecepatan aliran (ft/s)	2,490	2,135
NPS (in)	2	4
Sch.Number	40	40
Dimensi Daya		
Friction head	0,00006715	7,6440
Efisiensi pompa	20	40
Jenis pompa	*Single Stage*	
Daya motor (watt)	1,5	2
Jumlah	2	2
Harga	$15.042	$23.973

3.4 Neraca Massa

Tabel 3. 11 Neraca massa Reaktor-01

Komponen	Input			Output
	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 3
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
H_2O	54,5688	845,3765	-	1318,6097
CH_3COOOH	-	-	-	1767,6942
CH_3COOH	2673,8701	-	117,2260	1395,5481
H_2O_2	-	845,3765	736,2446	790,8106
H_2SO_4	-	-	1060,8176	1060,8176
Sub Total	2728,4389	1690,7530	1914,2883	6333,4802
Total	**6333,48019**			**6333,48019**

Tabel 3. 12 Neraca Massa Menara Distilasi-01

Komponen	Input	Output	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
H_2O	1318,6097	-	1318,6097
CH_3COOOH	1767,6942	-	1767,6942
CH_3COOH	1395,5481	117,2260	1278,3220
H_2O_2	790,8106	736,2446	54,5659
H_2SO_4	1060,8176	1060,8176	-
Sub Total	6333,4802	1914,2883	4419,1919
Total	**6333,48019**	**6333,48019**	

Tabel 3. 13 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 5
H_2O	54,5688	845,3765	1318,6097
CH_3COOOH	-	-	1767,6942
CH_3COOH	2673,8701	-	1278,3220
H_2O_2	-	845,3765	54,5659
H_2SO_4	-	-	-
Sub Total	2728,4389	1690,7530	4419,1919
Total	**4419,1919**		**4419,1919**

3.5 Neraca Panas

Tabel 3. 14 Neraca panas Reaktor-01

Komponen	Input (kJ/jam)			Output (kJ/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 3
H_2O	2287,222	35433,523	-	165460,954
CH_3COOOH	-	-	-	113419,064
CH_3COOH	57673,043	-	38275,493	91333,947
H_2O_2	-	21400,328	276677,057	60724,554
H_2SO_4	-	-	225336,079	46150,731
Sub Total	**59960,265**	**56833,851**	**540288,629**	**477089,251**
Q reaksi	320045,693			-
Q Pendingin	-			500039,187
Total	**977128,438**			**977128,438**

Tabel 3. 15 Neraca Panas Menara Distilasi-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
H_2O	487948,086	-	438435,324
CH_3COOOH	352460,716	-	314291,027
CH_3COOH	278160,493	38275,493	227948,378
H_2O_2	183806,608	276677,057	11363,245
H_2SO_4	139475,107	225336,079	-
Panas Kondensor	-	-	5140956,505
Panas Reboiler	5231432,098	-	
Total	**6673283,108**	**6673283,108**	

Tabel 3. 16 Neraca panas *Heater*-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Arus 3a	Arus 3b
H_2O	165460,954	487948,086
CH_3COOOH	113419,064	352460,716
CH_3COOH	91333,947	278160,493
H_2O_2	60724,554	183806,608
H_2SO_4	46150,731	139475,107
Q Pemanas	964761,759	-
Total	**1441851,010**	**1441851,010**

Tabel 3. 17 Neraca panas *Cooler*-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Arus 5a	Arus 5b
H_2O	438435,324	55268,850
CH_3COOOH	314291,027	37174,101
CH_3COOH	227948,378	27572,290
H_2O_2	11363,245	1381,312
Q Pendingin	-	870641,421
Total	**992037,974**	**992037,974**

Tabel 3. 18 Neraca Panas *Cooler*-02

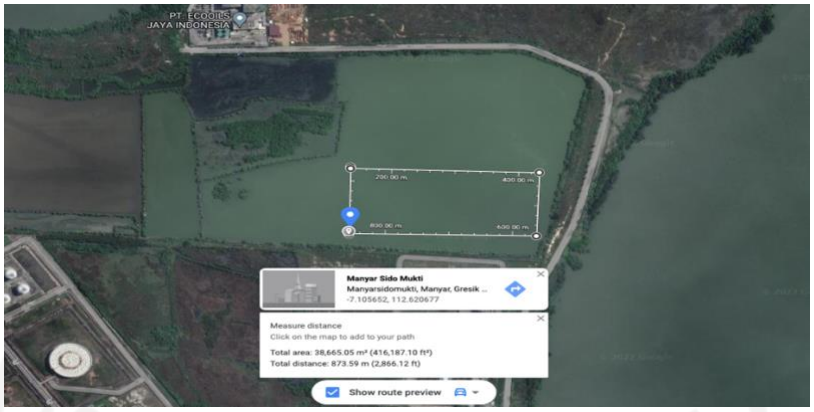
Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
	Arus 4a	Arus 4b
CH_3COOH	38275,493	24249,119
H_2O_2	276677,057	177492,201
H_2SO_4	225336,079	144658,666
Q Pendingin	-	193888,643
Total	**540288,629**	**540288,629**

BAB IV
PERANCANGAN PABRIK

Dalam pendirian pabrik dibutuhkan perhitungan biaya yang terperinci. Untuk membuat perhitungan yang terperinci, diperlukan informasi yang dapat diandalkan tentang data biaya bangunan dan tempat. Ada beberapa syarat penting yang digunakan sebagai perkiraan biaya antara lain adalah sebagai berikut.

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan dan penentuan lokasi pendirian pabrik merupakan salah satu hal yang penting untuk dipertimbangkan. Hal ini menjadi penting karena menyangkut keberlangsungan pabrik baik secara ekonomi maupun operasional mulai dari produksi hingga distribusi dan pemasaran. Beberapa aspek yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik diantaranya ketersediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, lingkungan sekitar, sarana pendukung dan sebagainya. Pabrik asam perasetat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di area persawahan/perkebunan, Manyar Sidomukti, Kec Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61152.



Gambar 4. 1 Rencana lokasi pendirian pabrik

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi proses produk dan distribusi produk(Peters dan Timmerhaus, 1991), yaitu termasuk dalam faktor primer adalah:

a. Penyediaan Bahan Baku

Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan terjaminnya kelangsungan proyek. Pemasaran juga diharapkan untuk membantu dalam mencukupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Untuk daerah pemasaran asam perasetat sebagian besar dipasarkan di pulau Jawa dan untuk distribusi pemasaran ditempuh dengan jalur laut, karena asam perasetat merupakan bahan baku yang dibutuhkan oleh banyak industri terutama di pulau Jawa yang selama ini penyediaannya tergantung pada pemasaran impor.

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Jika pemasaran tepat, maka akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Kebutuhan asam perasetat terus menunjukkan

peningkatan dari tahun ke tahun dengan semakin banyaknya industri yang membutuhkannya. Selain itu, lokasi dekat dengan pelabuhan dan dekat dengan pelabuhan internasional yang menjadikan lokasi pabrik relatif strategis serta menguntungkan untuk pemasaran produk.

c. Utilitas

Dalam proses produksi, sarana pendukung proses atau yang disebut sebagai utilitas merupakan salah satu hal yang penting. Sarana utilitas tersebut antara lain air, listrik, bahan bakar dan lain-lain. Untuk itu, lokasi pabrik yang dekat dengan ketersediaan sarana utilitas yang baik sangat menguntungkan. Pada pabrik ini, air dapat diperoleh dari Sungai Bengawan Solo. Kebutuhan listrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang memiliki pembangkit listrik dengan kapasitas ± 10.000 MW, apabila terjadi gangguan dapat memanfaatkan generator cadangan. Sementara, kebutuhan bakar dapat diperoleh dari PT Pertamina RU IV Cilacap.

d. Transportasi

Sarana transportasi yang memadai juga merupakan faktor penting dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik karena diperlukan untuk penyediaan bahan baku, pengangkutan maupun pemasaran produk. Dari segi sarana transportasi, Kabupaten Gresik relatif strategis karena dilengkapi dengan sarana transportasi darat yang memadai yang menghubungkan berbagai kota besar di Pulau Jawa seperti Surakarta, Semarang dan Surabaya. Selain itu Gresik juga dekat dengan dua pelabuhan yaitu Pelabuhan Gresik yang berada di Kab. Gresik dan Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya sehingga memudahkan pendistribusian bahan baku

maupun produk. Penetapan lokasi kecamatan Manyar, Gresik telah memenuhi kriteria lokasi yang memiliki infrastruktur:

e. Tenaga kerja

Pendirian pabrik di suatu daerah tentu saja akan membuka lapangan pekerjaan yang luas bagi masyarakat sekitar. Namun, kebutuhan akan tenaga kerja yang terampil dan berkualitas menjadi satu hal yang penting bagi kegiatan produksi agar dapat berjalan dengan baik. Tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah, dan tenaga kerja yang berpendidikan sarjana sesuai dengan kebutuhan pabrik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

a. Perluasan pabrik

Pendirian sebuah pabrik hendaknya mempertimbangkan rencana perluasan area pabrik untuk beberapa tahun ke depan. Hal ini dilakukan guna mengantisipasi meningkatnya permintaan akan produk yang dihasilkan. Sehingga pemilihan lokasi pendirian pabrik harus berada di daerah yang mempunyai cukup lahan. Dalam hal ini, Gresik masih mempunyai lahan kosong yang luas yang terletak di pinggiran kota, sehingga memenuhi kriteria tersebut.

b. Kebijakan pemerintah

Pemerintah telah menetapkan Gresik sebagai kawasan industri yang terbuka bagi investor. Hal ini sesuai dengan kebijakan pengembangan industri. Sebagai fasilitator, pemerintah juga telah memberikan berbagai kemudahan terkait hal-hal mengenai pengembangan industri termasuk dalam hal perijinan, pajak, dan hal lain yang berkaitan dengan teknis pendirian pabrik.

c. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Masyarakat sekitar Gresik cukup terbuka dengan perkembangan Kabupaten Gresik sebagai kota industri. Hal ini dikarenakan pendirian sebuah industri akan membuka lapangan pekerjaan yang luas bagi masyarakat dan meningkatkan perekonomian masyarakat secara keseluruhan.

d. Keadaan Iklim dan Tanah

Kabupaten Gresik merupakan wilayah dataran yang berbatasan dengan pantai. Sebagian besar wilayahnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2-12 mdpl. Sebagian besar tanah di wilayah Kabupaten Gresik terdiri dari jenis tanah aluvial, grumosol, mediteran merah, dan litosol. Iklim Kabupaten Gresik diklasifikasikan sebagai tropis. Saat dibandingkan dengan musim dingin, musim panas memiliki lebih banyak curah hujan. Suhu di Kabupaten Gresik rata-rata 27.5 °C dengan curah hujan rata-rata 1.686 mm. (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Gresik). Keadaan iklim yang dipertimbangkan yaitu kelembaban udara, sinar matahari, angin dan lain-lain. Dengan mempertimbangkan keadaan iklim tersebut, maka daerah Gresik dianggap sesuai.

e. Sarana Pendukung

Gresik memiliki sarana dan fasilitas umum yang sangat memadai. Fasilitas-fasilitas yang dimaksud adalah seperti sarana kesehatan, pendidikan, rumah ibadah, perbankan, perumahan dan sebagainya. Sarana

pendukung yang telah disebutkan tersebut telah difasilitasi di Gresik yang merupakan daerah kawasan industri.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik atau *plant layout* merupakan tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada di pabrik. Tata letak pabrik meliputi tempat perkantoran/administrasi, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung proses, fasilitas karyawan serta tempat lainnya yang mendukung keberlangsungan proses produksi pabrik. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar secara ekonomi kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien dan optimal, misalnya lalu lintas barang dan akses karyawan. Selain itu, faktor keamanan juga menjadi hal yang sangat penting. Penempatan alat-alat produksi harus ditata sedemikian rupa agar keamanan dan kenyamanan karyawan selama bekerja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu (Peters and Timmerhaus, 2004):

1. Mengurangi biaya produksi
2. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses.
3. Meningkatkan keselamatan kerja.
4. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga dapat mengurangi *material handling.*
5. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama sebagai berikut.

a. Perkantoran dan Administrasi

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

b. Produksi

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

c. Instalasi dan Utilitas

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

d. Fasilitas Umum

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

e. Keamanan

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

f. Pengolahan Limbah

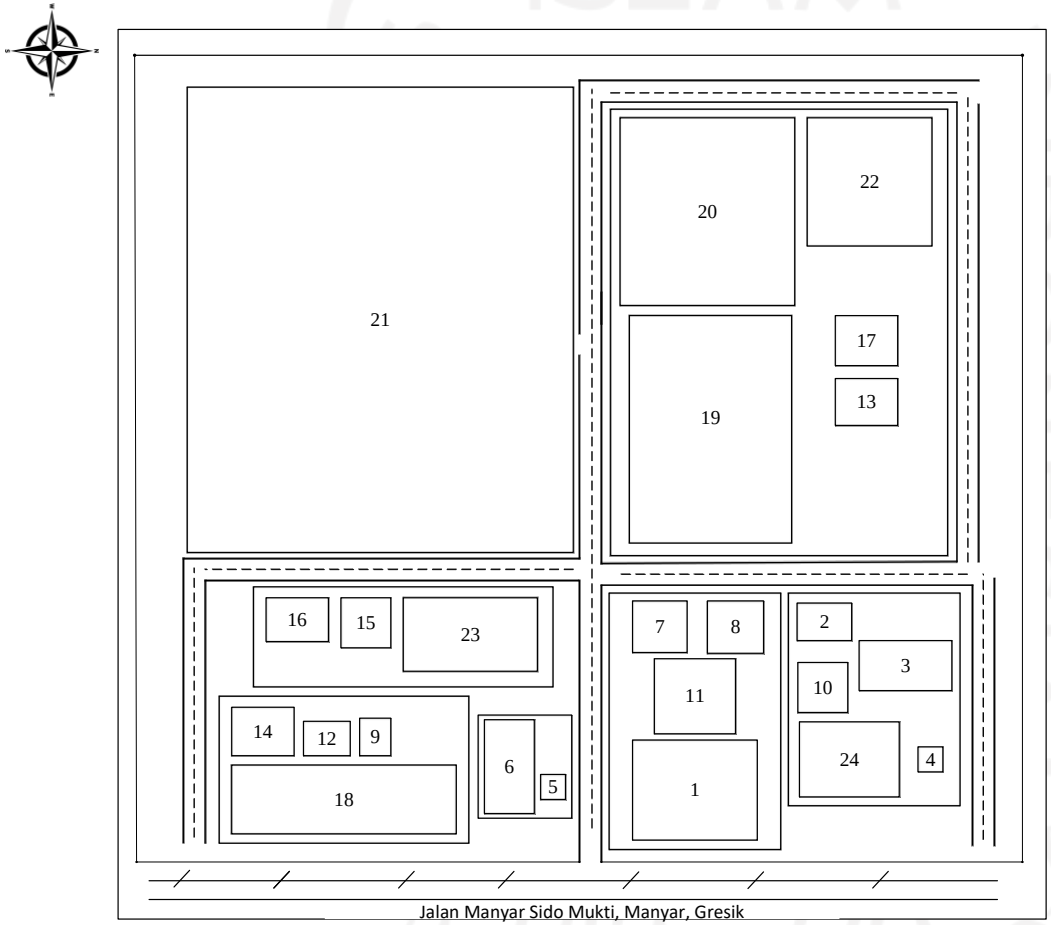
Pendirian suatu pabrik juga harus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Untuk itu perlu adanya daerah khusus yang digunakan sebagai tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian lebih lanjut untuk memastikan batas komponen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

g. Perluasan

Dalam rangka mengantisipasi kemungkinan adanya peningkatan kapasitas produksi yang disebabkan oleh permintaan produk yang meningkat, perlu dipertimbangkan untuk menyediakan lahan kosong sebagai daerah perluasan pabrik apabila dibutuhkan di masa mendatang. Pembangunan pabrik asam perasetat direncanakan akan menggunakan area seluas 40.000 m^2. Luas tata letak pabrik ini harus memungkinkan adanya distribusi bahan dengan baik dan efisien. Adapun rincian nya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Rincian luas area pabrik

Tempat	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas
Perkantoran	50	40	2000
Klinik	28	15	420
Masjid	20	20	400
Kantin	37,3	20	746
Kantor Keamanan	10	10	100
Area Parkir	20	37,5	750
Gedung Diklat & Gedung Pertemuan	22	21	462
Gedung Pertemuan	24	21	500
HSSE	13,3	15	200
Perpustakaan	10	10	100
Taman	33,2	29,4	976,08
Fire station	19	14	266
Fuel strorage	25	19	475
Power station	25	19	475
Bengkel	20	20	400
Laboratorium	25	17	425
Control room	25	20	500
Parkiran truk	90,5	28,4	2570,2
Area proses	65,65	91	5974,15
Area utilitas	70	75	5250
Area pengembangan	133,7	74,7943156	10000
Unit Pengolahan Limbah	50	50	2500
Gudang	54,8	29,4	1611,12
Mess karyawan	40	30	1200
Total			38.300,55



Keterangan:

1. Perkantoran
2. Klinik
3. Masjid
4. Kantin
5. Kantor Keamanan
6. Area Parkir
7. Gedung Diklat
8. Gedung Pertemuan
9. HSSE
10. Perpustakaan
11. Taman
12. Fire Station
13. Fuel Storage
14. Power Station
15. Bengkel
16. Laboratorium
17. Control Room
18. Parkiran Truk
19. Area Proses
20. Area Utilitas
21. Area Pengembangan
22. Unit Pengolahan Limbah
23. Gudang
24. Mess Karyawan
25. ----- = Jalan Umum
26. .-.= Pagar
27. -/-/-/- = Jalan Raya

Skala 1 : 1000

Gambar 4. 2 *Layout* Pabrik Asam Perasetat

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak alat proses atau *machines layout* merupakan pengaturan yang optimum terhadap alat-alat proses pabrik. Perancangan tata letak alat proses yang optimum dapat menguntungkan secara ekonomi karena dapat meminimalisir biaya konstruksi dan kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien. Selain itu, hal ini menjadi penting karena berkaitan dengan keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan selama bekerja. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam mengatur tata letak alat proses sebagai berikut.

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

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

b. Aliran Udara

Sirkulasi udara di dalam dan sekitar area proses harus dipastikan kelancarannya. Sirkulasi udara yang lancar diperlukan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, arah hembusan angin juga perlu menjadi perhatian.

c. Pencahayaan

Pencahayaan atau penerangan di seluruh area pabrik harus memadai terutama pada malam hari karena pabrik bekerja selama 24 jam dalam sehari. Selain itu, pada tempat-tempat tertentu dimana terdapat alat-alat proses yang mempunyai risiko akan bahaya yang tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

d. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Lalu lintas manusia dan kendaraan di area proses harus menjadi perhatian termasuk jarak antar alat, lebar jalan dan kemudahan akses bagi karyawan untuk mencapai alat-alat proses. Hal ini dilakukan agar apabila terjadi gangguan pada alat, karyawan dapat dengan cepat untuk memperbaiki sehingga dapat meminimalisir potensi bahaya yang dapat ditimbulkan. Selain itu, jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat, kendaraan dan alat pemadam kebakaran dapat dengan mudah menjangkau alat tersebut.

e. Jarak Antara Alat Proses

Dalam mengatur tata letak alat proses, jarak antar alat proses harus diperhitungkan secara cermat, terutama pada alat-alat yang beroperasi pada suhu dan tekanan yang tinggi. Alat-alat tersebut harus ditempatkan di lokasi khusus yang terpisah dari alat-alat proses yang lain. Hal ini bertujuan agar apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak langsung membahayakan alat-alat yang lain.

f. Pertimbangan Ekonomi

Penyusunan tata letak alat proses yang tepat dan optimum diharapkan dapat mengurangi biaya operasi sehingga dapat menguntungkan secara ekonomi, namun tetap harus mengedepankan aspek keamanan dan keselamatan.

g. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan (Vibrant, 1959).

Ada tiga macam penyusunan tata letak alat proses, yaitu:

1. Tata Letak Produk atau Garis (*Products Layout/ Line Layout*)

   Yaitu susunan mesin atau peralatan berdasarkan urutan proses produksi. Biasanya digunakan pada pabrik yang memproduksi suatu jenis produk dalam jumlah besar dan mempunyai tipe proses kontinyu. Pabrik asam perasetat yang akan didirikan ini dalam penyusunan tata letak alat prosesnya menggunakan Tata Letak Produk atau Garis (*Products Layout/ Line Layout*).

2. Tata Letak Proses atau Fungsional (*Process*/ *Fungsional Layout*)

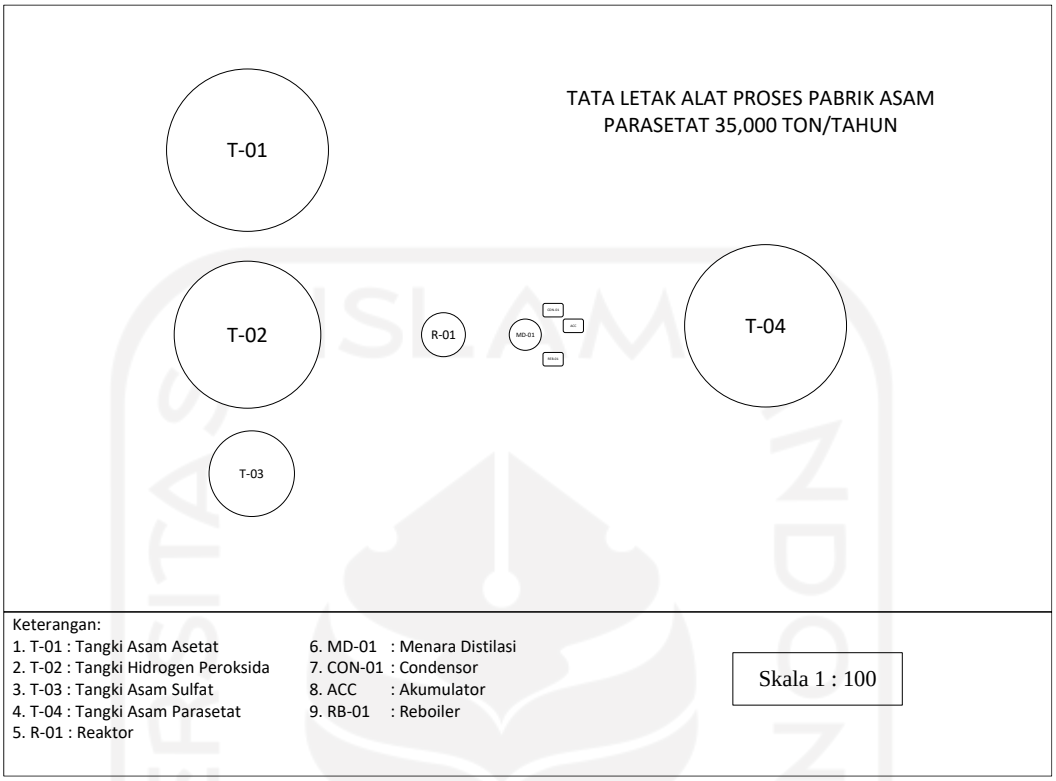
   Yaitu penyusunan mesin atau peralatan berdasarkan fungsi yang sama pada ruang tertentu. Biasanya digunakan pada pabrik yang memproduksi lebih dari satu jenis produk.

3. Tata Letak Kelompok (Group *Layout*)

   Yaitu kombinasi dari *Line Layout* dan *Process Layout*. Biasanya dipakai oleh perusahaan besar yang memproduksi lebih dari satu jenis produk.

h. Kemudahan Pemeliharaan

Kemudahan pemeliharaan alat juga dapat dipertimbangkan dalam penempatan alat-alat proses. Hal ini disebabkan karena pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat beroperasi sebagaimana mestinya dan berumur panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk memperbaiki maupun untuk membersihkan peralatan. Tata letak alat-alat proses (*machines layout*) dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 3 Rencana tata letak alat proses

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

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

1. Mudah Mendapatkan Modal

Dalam perseroan terbatas, modal diperoleh melalui penjualan saham di pasar modal. Modal terbagi dalam saham-saham, sehingga hal ini menjadi mungkin apabila ada orang yang ingin ikut serta menanamkan modal dalam jumlah kecil namun tidak menghalangi pemasukan modal dalam jumlah besar. Sehingga akan memudahkan pergerakan di pasar modal dan pengumpulan modal dengan penjualan saham menjadi efektif.

2. Wewenang dan Tanggung jawab Pemegang Saham Terbatas

Dalam perseroan terbatas, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah modal yang disebutkan dalam tiap-tiap saham tanpa ikut andil dalam mengelola perusahaan. Hal ini membuat kelancaran produksi relatif lebih stabil karena pengelolaan perusahaan hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

3. Pemilik dan Pengurus Perusahaan Terpisah Satu Sama Lain

Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham, sementara pengurus perusahaan adalah direksi beserta jajarannya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.

4. Kelangsungan Hidup Perusahaan Lebih Terjamin

Jika terjadi pergantian pemegang saham dari jabatannya, tidak akan berpengaruh terhadap direksi, staf, maupun karyawan yang bekerja di dalamnya. Hal ini dikarenakan para pemilik saham tidak ikut andil secara langsung dalam mengelola perusahaan.

4.4.2 Struktur Organisasi

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

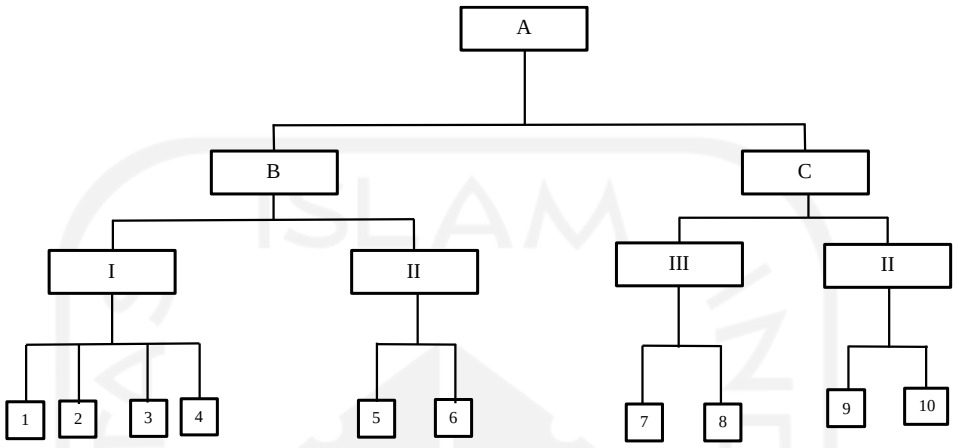
Pada pabrik asam perasetat ini struktur organisasi yang dipilih adalah dengan sistem *line and staff*. Kelebihan sistem ini adalah garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam hal pembagian tugas kerja, seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasan saja.

Dalam menjalankan organisasi, terdapat dua kelompok yang berpengaruh pada sistem ini, yaitu:

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

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

(RUPS) yang merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan. Struktur organisasi perusahaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi

Keterangan:

A: Direktur Utama

B: Direktur Produksi/Teknik
C: Direktur Administrasi/Keuangan
I: Kepala Bagian Produksi
II: Kepala Bagian Teknik
III: Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan
IV: Kepala Bagian Umum
1. Seksi Proses
2. Seksi Laboratorium
3. Seksi Penelitian
4. Seksi Pemeliharaan Alat
5. Seksi Utilitas
6. Seksi Administrasi
7. Seksi Personalia
8. Seksi Keuangan
9. Seksi Hubungan Masyarakat
10. Seksi Kesehatan

4.4.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham

juga merupakan pemilik perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut:

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

2. Dewan Komisaris

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

a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran.
b. Mengawasi tugas-tugas direksi.
c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

3. Direktur Utama

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

a. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan.
b. Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.

c. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
d. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
e. Mengkoordinir kerja sama antara direktorat, bagian dan seksi di bawahnya.

4. Direktur

Direktur merupakan pimpinan pelaksanaan kegiatan perusahaan yang dibawahi oleh direktur utama. Adapun tugas masing-masing direktur adalah:

a. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum

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

b. Direktorat Keuangan dan Pemasaran

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

c. Direktorat Teknik dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan teknik operasi serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Direktorat Teknik dan Produksi membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Utilitas, Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi, serta Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.

5. General Manager

Secara umum tugas general manager adalah mengkoordinir,mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. General Manager ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. General Manager (GM) terdiri dari:

a. GM Produksi

   Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku serta produksi.

b. GM Pemasaran

   Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan penjualan dan pemasaran produk.

c. GM Jasa Teknik dan Pembangunan Usaha

   Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

d. GM Keuangan

   Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pembukuan keuangan.

e. GM Sumber Daya Manusia dan Umum

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

6. Manager

Manager adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para general manager masing-masing. Setiap manager bertanggung jawab terhadap general manager masing-masing sesuai dengan tugasnya.

a. *Manager* Teknik Produksi

Tugas: Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

b. *Manager* Teknik Keandalan dan Jaminan Kualitas

Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yangdihasilkan.

c. *Manager* Pemeliharaan

Tugas: Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

d. *Manager* Inventaris & Hukum

Tugas: mengatur seluruh arus barang mulai dari pembelian hingga penjualan, memastikan bahwa anda selalu memiliki jumlah yang tepat dari barang yang tepat, di lokasi yang tepat, dan pada waktu yang tepat. Tugas *Manager* Hukum mengurus RUPS dan perubahan anggaran dasar perubahan, menjembatani masalahlegalisasi perusahaan dengan pihak ketiga, memperpanjang HGB-HGU atas aset tanah perusahaan, memperpanjang TDP, NPWP dan pembuatan API perusahaan, mendaftarkan *copyright* (hak paten).

e. *Manager* Perencanaan dan Pengembangan Pemasaran

Tugas: Bertanggung jawab atas kegiatan pengadaan produk.

f. *Manager* Akuntansi

Tugas: Bertanggung jawab atas alur keluar masuknya keuangan perusahaan.

g. *Manager* Keuangan

Tugas: bertanggung jawab atas alur keluarnya masuknya keuangan perusahaan.

h. *Manager* SDM

Tugas: mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengankepegawaian.

i. *Manager* Umum

Tugas: menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

j. *Manager* Keamanan

Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

7. Staf Ahli

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

a. Memberikan nasihat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.

b. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.

c. Mempertinggi efisiensi kerja.

8. Petugas Keamanan dan Petugas Kebersihan

Mempunyai tugas untuk menjaga keamanan dan kebersihan pabrik.

9. Karyawan dan Operator

Karyawan dan operator bertugas dalam hal teknis maupun non teknis yang berkaitan langsung dengan pabrik dengan menjaga dan memelihara kondisi alat dalam proses operasinya.

a. *Engineer* Proses Produksi dan Teknisi Proses Produksi.

Tugas: Mengawasi produksi barang di line industri kawasan pabriknya ataupun secara berkala monitoring kerja material untuk pabrik yang dikelola oleh partner subcontractor. Teknisi proses produksi bertugas memeriksa mesin produksi dan memastikan fungsi mesin beroperasi dengan baik, melaporkan keadaan mesin produksi setelah pengecekan kepada manajemen dan tim, dan memastikan keamanan pabrik untuk seluruh pekerja.

b. *Engineer* Utilitas dan Teknisi Utilitas

Tugas: Memperbaiki kerusakan mesin dan instalasinya, melakukan *maintenance* terhadap setiap mesin yang ada agar tetap mampu menyuplai energi dengan optimal, dan melakukan pengadaan *sparepart* mesin yang ada di perusahaan.

c. *Engineer* dan Teknisi Pemeliharaan Alat & Instrumen

Tugas:

- Mematuhi serta melaksanakan kebijakan atau aturan perusahaan yang dituangkan dalam undang-undang, peraturan perusahaan, sistim online, prosedur, dan lain-lain untuk mencapai tujuan perusahaan.
- Melaksanakan pekerjaan pemeliharaan agar permintaan kerja atau perintah kerja yang tertuang dalam sistem yang dipakai oleh manajemen terlaksana sesuai aturan atau SOP. Sistem yang dimaksud seperti misalnya MAXIMO, SAP, CMMS dan sistem manajemen teknik komputerisasi sejenis.
- Melakukan kegiatan pemeliharaan alat-alat instrumen terpasang,melakukan perbaikan serta pengujian.
- Mengatasi masalah (*trouble shooting*), melakukan kalibrasi, serta melakukan testing terhadap sistem kontrol, PLC, DCS, Relay, Pneumatik maupun elektronik.
- Melakukan pemeliharaan preventif dan penanganan masalah di lapangan pada saat pabrik shutdown baik *shutdown* terjadwal maupun *shutdown* yang tidak direncanakan.
- Membantu bagian lain seperti bagian listrik, bagian mekanik, bagian laboratorium, dan bagian bengkel dalam perbaikan alat-alat instrumentasi yang mereka pergunakan.
- Melakukan modifikasi pada sistim kontrol atau loop kontrol sesuai dengan permintaan dan membantu memperbarui semua dokumen terkait sehingga hasil modifikasi tercermin pada dokumen baru.

- Berpartisipasi dalam mencapai target perusahaan dengan mematuhi peraturan keselamatan kerja serta berkontribusi dalam melayani permintaan kerja dari departemen operasi.

d. Engineer Pengolaan Lingkungan

Tugas: menggunakan prinsip-prinsip keteknikan, ilmu tanah, biologi, dan kimia untuk mengembangkan solusi untuk masalah lingkungan, termasuk upaya untuk meningkatkan daur ulang, pembuangan limbah, kesehatan masyarakat, dan pengendalian pencemaran.

e. Engineer Keselamatan Pabrik dan Teknik Keselamatan Pabrik

Tugas: Melakukan supervisi teknis. mesin produksi perusahaan secara ketat berada di bawah pengawasan personel teknik, menjaga kelancaran proses produksi perusahaan, mampu bekerja secara efisien, memeriksa mesin secara teratur, dan bekerja sesuai bidangnya.

f. Analisis Pengendalian Mutu

Tugas: atau quality control berkaitan erat dengan uji coba sebelum produk akhir, sehingga pengendalian mutu ini memiliki tujuan utama untuk melakukan optimisasi dan perbaikan menggunakan segala aspek yang dibutuhkan pada saat berlangsungnya proses produksi.

10. Tenaga Medis.

a. Dokter

Tugas: bertanggungjawab terhadap penyelenggaraan pelayanan kesehatan kerja, khususnya pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja, sebagai akibat kegiatan industri.

b. Perawat

Tugas: Tujuan utama dan Kesehatan Kerja adalah menciptakan tenaga kerja yang sehat dan produktif melalui pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan serta penyelarasan pekerjaan dengan pekerja, dan pekerja terhadap teknologi dan pekerjaannya.

11. Petugas Keamanan dan Petugas Kebersihan

Mempunyai tugas untuk menjaga keamanan dan kebersihan pabrik.

12. Sopir

Seorang sopir dituntut untuk selalu memperhatikan tugas dan kewajiban yang sudah ditentukan oleh perusahaan karena kepatuhan seorang sopir mengenai tugas dan tanggung jawabnya merupakan aset perusahaan itu sendiri, Sopir juga wajib melakukan pengecekan rutin atas kendaraan yang akan digunakan.

12. Sekretaris

Berfungsi sebagai penghubung (liaison officer) antara perusahaan dengan otoritas dan pihak-pihak lain di luar perusahaan termasuk bertugas membantu Direksi dalam penerapan Tata Kelola Perusahaan Yang Baik (GCG) seperti keterbukaan informasi perusahaan kepada seluruh pemangku kepentingan.

4.4.4 Ketenagakerjaan

Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah penggunaan sumber daya manusia yang baik untuk ditempatkan pada pekerjaan yang sesuai dengan keahliannya. Ketenagakerjaan merupakan faktor yang bisa mempengaruhi berjalannya proses produksi dan menjamin kelangsungan perusahaan oleh sebab itu harus dijaga hubungan karyawan dengan perusahaan,

karena hubungan yang baik akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktivitas kerja karyawan dan dampaknya bagi perusahaan akan meningkatkan produktivitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terlaksana jika adanya komunikasi serta fasilitas - fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contohnya adalah sistem penggajian yang sesuai dengan upah minimum regional (UMR). Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda beda tergantung dari status karyawan, jabatan, dan keahlian. Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dibagi menjadi beberapa golongan yaitu:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai kedudukan, keahlian, dan kerja karyawan.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi serta mendapat upah harian.

c. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan adalah karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu perusahaan.

Pabrik ini direncanakan beroperasi setiap hari. Adapun karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua kelompok yaitu karyawan shift dan karyawan non shift.

1) Karyawan shift

Karyawan Shift adalah karyawan yang bekerja pada bagian proses produksi dan bertanggung jawab dengan kelancaran dan keamanan proses produksi. Karyawan shift dibagi menjadi 4 grup (grup A, grup B, grup C, dan grup D) yang bekerja dalam tiga shift.

Pembagian jam kerja shift sebagai berikut:

Shift pagi : 07.00-15.00

Shift sore : 15.00-23.00

Shift malam : 23.00-07.00

Berikut merupakan pengaturan kerja setiap grup, setiap grup mendapat jatah libur dua hari dalam seminggu.

Tabel 4. 2 Rencana Pengaturan Jadwal Kerja Grup

Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
I	A	D	S	B	A	D	C
II	B	A	D	C	B	A	D
III	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

2) Karyawan non *shift*

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan harian yaitu: Direktur, Manajer, Staf ahli, Kepala bagian, dan staff yang berada dikantor. Karyawan non shift dalam seminggu bekerja 5 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Hari Senin-Jum'at : 08.00-17.00

Waktu istirahat setiap jam kerja : 12.00-13.00

Waktu istirahat hari Jum'at : 11.30-13.0

a) Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

1. Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

Tabel 4. 3 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

Jabatan	Pendidikan	Jumlah
Direktur Utama	S2 Teknik Kimia	1
Direktur Produksi dan Utilitas	S2 Teknik Kimia	1
Direktur Bidang Administrasi	S2 Administrasi Bisnis	1
Direktur Bidang Penelitian dan Pengembangan	S2 Kimia/Teknik Kimia	1
Direktur Bidang HSSE	S2 Teknik Industri	1
Manager Bagian Produksi	S1 Teknik Kimia	1
Kepala Divisi proses produksi	S1 Teknik Kimia	1
Kepala Divisi Pengadaan Bahan Baku dan Pendukung	S1 Teknik Kimia	1
Manager Bagian Utilitas	S1 Teknik Kimia	1
Manager Bagian Pemeliharaan Alat dan Instrumentasi	S1 Teknik Mesin	1
Manager Bagian Inventaris & Hukum	S1 Hukum	1
Manager Bagian Pemasaran dan Penjualan	S1 Manajemen	1
Manager Bagian Humas	S1 Ilmu Komunikasi	1
Kepala Bagian Keselamatan Pabrik	S1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1
Kepala Bagian kesehatan dan kebersihan Lingkungan	S1 Teknik Lingkungan	1
Engineer Proses Produksi	S1 Teknik Kimia	6
Engineer Utilitas	S1 Teknik Kimia	6
Engineer Pemeliharaan Alat dan Instrumen	S1 Teknik Mesin	6
Engineer Penglolaan Lingkungan	S1 Teknik Lingkungan	5
Engineer Keselamatan Pabrik	S1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	4
Analis Pengendalian Mutu	D3 Analis Kimia	2

Tabel 4. 3 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan (lanjutan)

Teknisi Proses Produksi	D3 Teknik Kimia	15
Teknisi Utilitas	D3 Teknik Kimia	33
Teknisi Pemeliharaan Alat dan Instrumen	D3 Teknik Mesin	12
Teknisi Keselamatan Pabrik	D3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	12
Dokter	Dokter Umum	2
Perawat	D3 Keperawatan	2
Staff Bagian Inventaris dan Hukum	S1 Hukum	2
Staff Bagian Pemasaran dan Penjualan	S1 Manajemen	3
Staff bagian Keuangan	S1 Akuntansi	3
Staff Bagian Humas	S1 Ilmu Komunikasi	3
Staff Bagian Pelatihan dan Pengembangan	S1 Teknik Industri	3
Staff Laboratorium	D3 Analis Kimia	3
Staff Laboratorium Mutu Bahan dan Produksi	D3 Analis Kimia	3
petugas Keamanan	SMA/SMK sederajat	10
Petugas Kebersihan	SMP sederajat	10
Sopir	SMP sederajat	6
Sekretaris	S1 semua jurusan	4
Total		172

2. Sistem Gaji Pegawai

Tabel 4. 4 Perincian Gaji Pegawai

Jabatan			**Jumlah**	**Gaji Per Bulan**
Direktur Utama			1	Rp50,000,000.00
Direktur Bidang				
Direktur Produksi dan Utilitas			1	Rp30,000,000.00
	Manager Bagian Produksi		1	Rp20,000,000.00
		Kepala Divisi Proses Produksi	1	Rp12,000,000.00

Tabel 4. 4 Perincian Gaji Pegawai (lanjutan)

		Kepala Divisi Pengadaan Bahan Baku dan Pendukung	1	Rp12,000,000.00
	Manager Bagian Utilitas		1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Pemeliharaan Alat dan Instrumentasi		1	Rp20,000,000.00
Direktur Bidang Administrasi			1	Rp30,000,000.00
	Manager Bagian Inventaris & Hukum		1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Pemasaran dan Penjualan		1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Keuangan		1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Kepegawaian		1	Rp20,000,000.00
	Manager Bagian Humas		1	Rp20,000,000.00
Direktur Bidang Penelitian dan Pengembangan			1	Rp30,000,000.00
Direktur Bidang HSSE			1	Rp30,000,000.00
	Kepala Bagian Keselamatan Pabrik		1	Rp20,000,000.00
	Kepala Bagian Kesehatan dan Kebersihan Lingkungan		1	Rp20,000,000.00

Tabel 4. 4 Perincian Gaji Pegawai (lanjutan)

Engineer/Ana-lis				
	Engineer Proses Produksi		6	Rp8,000,000.00
	Engineer Utilitas		6	Rp8,000,000.00
	Engineer Pemeliharaan		6	Rp8,000,000.00
	Alat dan Instrumen			
	Engineer Pengelolaan Lingkungan		5	Rp8,000,000.00
	Engineer Keselamatan Pabrik		4	Rp8,000,000.00
	Analis Pengendalian Mutu		2	Rp8,000,000.00
Teknisi				
	Teknisi Proses Produksi		32	Rp6,000,000.00
	Teknisi Utilitas		24	Rp6,000,000.00
	Teknisi Pemeliharaan Alat dan Instrumen		16	Rp6,000,000.00
	Teknisi Keselamatan Pabrik		12	Rp6,000,000.00
Tenaga Medis				
	Dokter		2	Rp10,000,000.00
	Perawat		2	Rp4,400,000.00
Staff				
	Staff Bagian Inventaris dan Hukum		2	Rp5,000,000.00
	Staff Bagian Pemasaran dan Penjualan		3	Rp5,000,000.00
	Staff Bagian Keuangan		3	Rp5,000,000.00
	Staff Bagian Humas		3	Rp5,000,000.00

Tabel 4. 4 Perincian Gaji Pegawai (lanjutan)

	Staff Bagian Pelatihan dan Pengembangan		3	Rp5,000,000.00
	Staff Laboratorium Penelitian		3	Rp5,000,000.00
	Staff Laboratorium Mutu Bahan dan Produksi		3	Rp5,000,000.00
Petugas Keamanan			10	Rp4,400,000.00
Petugas Kebersihan			10	Rp4,400,000.00
Sopir			6	Rp4,400,000.00
Sekretaris			4	Rp4,400,000.00
Total			**184**	Rp533,600,000.00

b) Kesejahteraan Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkat pendidikan, status pekerja dan tingkat golongan. Upah minimum pekerja tidak kurang dari upah minimum kota yang diberlakukan oleh pemerintah (Upah Minimum Regional) dan pelaksanaannya sesuai ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan dan prestasi kerja.

c) Fasilitas Karyawan

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

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian Kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, helm *safety*, sepatu *safety*, dan juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

c. Makan dan Minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh kantin perusahaan.

d. Koperasi

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

e. Tunjangan Hari Raya dan Bonus Tahunan

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang Hari Raya Idul Fitri dan akhir tahun dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. BPJS Ketenagakerjaan

Merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan Kerohanian

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

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktivitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi setiap hari yang penyerahnya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

   Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.

2. Cuti Massal

   Setiap tahun diberikan cuti serentak untuk karyawan bertepatan dengan hari raya idul fitri selama 4 hari kerja.

3. Cuti Hamil

   Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selam 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan kedua minimal 2 tahun.

4.4.5 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk proses 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 pengendalian adalah mengusahkan 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.

1. Perencanaan Produksi

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

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 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, yaitu:

- 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 pada tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- Material (Bahan Baku)

  Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai 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 keterampilan meningkat.

- Mesin (Peralatan)

  Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan 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.

2. Pengendalian Produksi

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

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi, atau kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa bagian laboratorium pemeriksaan.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan bak, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

4.5 Resiko Pabrik

Pendirian suatu pabrik kimia harus memperhitungkan tingkat risiko pabrik tersebut, berikut beberapa parameter yang menilai tingkat risiko pabrik kimia :

Tabel 4. 5 Resiko pabrik asam perasetat

No	Paremeter Resiko	Deskripsi	Risk	
			Low	High
1	Kondisi Operasi	Suhu maksimal yang digunakan 165 °C		√
		Tekanan maksimal yang digunakan 1,2 atm	√	
2	Bahan baku yang digunakan			
	Asam Asetat	Toksitas: Dapat menyebabkan luka serius atau permanen		√
		Special hazard : -	√	
		Flamability: Mudah terbakar		√
		Reaktivitas : Stabil	√	

	Hidrogen Peroksida	Toksitas: Dapat menyebabkan luka serius atau permanen		√
		Special hazard: Oxidizer (dapat terbakar tanpa udara)		√
		Flamability: Tidak mudah terbakar	√	
		Reaktivitas: Dapat meledak pada suhu tinggi atau terkena guncangan		√
	Asam Sulfat	Toksitas: Dapat menyebabkan luka serius atau permanen		√
		Special hazard: Oxidizer (dapat terbakar tanpa udara), bereaksi dengan air (dengan cara yang tidak biasa atau berbahaya)		√
		Flamability: Tidak mudah terbakar	√	
		Reaktivitas: Mengalami perubahan kimia yang hebat pada suhu dan tekanan tinggi, bereaksi hebat dengan air, atau dapat membentuk campuran yang mudah meledak dengan air		√
3	Sifat produk yang dihasilkan			
	Asam Perasetat	Toksitas: Dapat menyebabkan luka serius atau permanen		√
		Special hazard: Oxidizer (dapat terbakar tanpa udara)		√
		Flamability: Mudah terbakar		√
		Reaktivitas: Mengalami perubahan kimia yang hebat pada suhu dan tekanan tinggi, bereaksi hebat dengan air, atau dapat membentuk campuran yang mudah meledak dengan air		√
4	Regulasi Pemerintah	Produk Asam perasetat ini tidak diatur penggunaannya dari pemerintah	√	
		Kebijakan pemerintah dalam bidang investasi, pemerintah masih membuka kesempatan investasi dalam industri asam parasetat di Indonesia. Hal ini terlihat dalam **Daftar Negatif Investasi (DNI) yang tertuang dalam Keppres No. 96 tahun 1998,** bahwa asam parasetat tidak termasuk dalam bidang usaha yang tertutup mutlak bagi penanam		

		modal, sehingga masih terbuka peluang investasi PMDN maupun PMA		
5	Keberadaan pabrik	Pabrik Asam Parasetat belum pernah didirikan di indonesia, namun banyak didirikan negara lain, beberapa di antaranya yaitu: 1. Solvay Roermond, Belanda 2. Kemira Chemicals, Oulu, Findland 3. Evonik, Fairmont, USA 4. Mitsubishi chemical, Yamakita, Japan	√	

Berdasarkan parameter resiko pabrik pada tabel 4.5, pabrik asam perasetat dikategorikan sebagai pabrik dengan resiko tinggi (*high risk*)

BAB V
UTILITAS

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik asam perasetat 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 Penyediaan Udara Tekan *(Instrument Air System)*
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

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

5.1.1 Unit Penyediaan Air

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

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

Dalam perancangan pabrik asam perasetat ini sumber air yang digunakan adalah air laut dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Air laut dapat diperoleh dalam jumlah besar.
b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
c. Lokasi pabrik dekat dengan laut.

Secara umum, kebutuhan air pada pabrik asam perasetat ini digunakan untuk keperluan sebagai berikut.

a. Air Domestik (*Domestic Water*)

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

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

b. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Service water merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, klinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain-lain. Kriteria *service water* yang digunakan sama seperti *domestic water.*

c. Air Pendingin (*Cooling Water*)

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

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

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

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

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

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

- Zat yang menyebabkan korosi

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

- Zat yang menyebabkan kerak

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

e. Air Proses

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

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

5.1.2 Unit Pengolahan

Pengolahan air dimaksudkan untuk menghasilkan air yang dapat digunakan baik untuk menunjang proses produksi maupun kebutuhan-kebutuhan lainnya di seluruh area pabrik. Air baku dari air laut harus mengalami beberapa tahap pengolahan baik secara fisik maupun kimia agar dapat digunakan. Tahapan-tahapan pengolahan air di pabrik asam perasetat ini adalah sebagai berikut.

a. Penyaringan (*Screening*)

Screening adalah proses memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara kotoran-kotoran yang lebih kecil masih terikut dengan aliran air dan akan dipisahkan pada tahapan selanjutnya. Pada

screener terdapat pembilas yang berfungsi untuk membersihkan *screener* dari kotoran-kotoran yang tersangkut agar tidak menghalangi aliran air.

b. Desalinasi

Air laut merupakan air murni yang di dalamnya mengandung berbagai zat padat dan gas. Zat terlarut meliputi garam organik, gas terlarut dan garam-garam anorganik yang berwujud ion-ion. Banyaknya kandungan garam pada air laut mengharuskan adannya proses desalinasi. Desalinasi adalah proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air laut untuk mendapatkan air yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Metode yang digunakan pada proses desalinasi merupakan metode reverse osmosis yang telah banyak digunakan di berbagai industri. Metode ini menggunakan membran semi permeable yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Hasil pemisahan berupa retentate atau disebut konsentrat (bagian dari campuran yang tidak melewati membran). Proses pemisahan pada membran merupakan perpindahan materi secara selektif yang disebabkan oleh gaya dorong berupa perbedaan tekanan.

c. Tangki Penampung Air Bersih (*Filtered Water Storage Tank*)

Air bersih dari *sand filter* atau disebut biasa disebut *filtered water* ditampung di dalam tangki penampungan sementara. Air bersih ini kemudian akan didistribusikan dan diolah lebih lanjut untuk dapat digunakan sebagai air domestik (*domestic water*), air layanan umum (*service water*), air pendingin *(cooling water)*, air umpan *boiler* (*boiler feed water*), dan air proses.

d. Klorinasi

Untuk dapat digunakan sebagai air minum pada perkantoran maupun perumahan, air bersih *(filtered water)* harus melalui tahap klorinasi. Klorinasi adalah proses penambahan klorin dalam bentuk kaporit pada air yang berfungsi untuk membunuh kuman, bakteri, jamur, dan mikroorganisme lain sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan. Selanjutnya, air yang telah mengalami klorinasi akan ditampung di dalam tangki penyimpanan air bersih.

e. Cooling Tower

Cooling tower merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan air dingin yang dapat digunakan sebagai pendingin pada alat-alat proses. Proses yang terjadi pada *cooling tower* adalah pengolahan air panas menjadi air dingin menggunakan udara sebagai media pendinginnnya. *Initial water* ke *cooling tower* berasal dari *filtered water storage tank* dengan suhu sekitar 38°C yang dialirkan ke atas *cooling tower* melalui distributor. Air akan mengalami evaporasi, sehingga air akan dialirkan ke bawah melalui lubang saluran *(swirl).* Bersamaan dengan proses ini, terjadi pelepasan panas laten, sehingga sebagian air akan menguap ke atmosfer. Untuk itu, dibutuhkan *make-up water* sebagai kompensasi terjadinya *evaporation loss. Make-up water* juga berasal dari *filtered water storage tank.* Air yang mengalami evaporasi di *cooling tower* akan sama jumlahnya dengan *flow make-up water* yang masuk, sehingga kesetimbangan perpindahan panas antara udara dan air akan tetap stabil. Suhu air yang telah melalui proses pendinginan

akan turun menjadi 30◦C. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu ditambahkan bahan-bahan kimia seperti *corrosion inhibitor, scale inhibitor, non-oxidizing biocide, dispersant,* pH *control dan oxidizing biocide*

f. Demineralisasi

Air yang digunakan sebagai air umpan *boiler* untuk memproduksi *steam water* tidak cukup hanya air bersih saja, tetapi juga harus air murni yang terbebas dari kandungan mineral-mineral terlarut. Untuk itu, perlu dilakukan proses demineralisasi. Demineralisasi adalah proses menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* dengan jalan penukaran ion. Proses demineralisasi terjadi di alat-alat berikut berikut.

- Kation *Exchange*

  Kation *exchanger* merupakan unit yang berisi resin yang digunakan untuk menukar ion-ion positif atau kation. Kation yang terkandung dalam air seperti kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{+}), natrium (Na^{+}), potassium (K^{+}), mangan (Mn^{2+}), besi (Fe^{2+}) dan aluminum (Al^{3+}) diganti dengan ion H^{+} atau Na^{+} dari resin. Kation-kation tersebut harus digantikan karena dapat menyebabkan *fouling* (kerak) pada *boiler* yang dapat mengganggu operasi. Reaksi penukaran kation yang terjadi dalam kation *exchanger* adalah sebagai berikut:

$$R\text{-}SO_2\text{-}SO_3Na + Mg_2{+} \rightarrow Mg(RSO_3)_2{+}\ 2Na^{+} \qquad (5.1)$$

Kation resin ini perlu diregenerasikan kembali dengan NaCl apabila dalam waktu tertentu telah mengalami jenuh. Dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$Mg(RSO_3)_2 + 2NaCl \rightarrow MgCl_2 + 2RSO_3Na \quad (5.2)$$

- Anion *Exchange*

Anion *exchanger* merupakan unit yang berisi resin yang digunakan untuk menukar ion-ion negatif atau anion. Anion yang terkandung dalam air seperti bikarbonat (HCO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}), klorida (Cl^-), nitrat (NO_3^-), dan silika (SiO_2^-), diganti dengan resin yang memiliki sifat basa dan mempunyai formula RCl. Anion-anion tersebut harus digantikan karena dapat menyebabkan korosi pada *boiler* yang dapat mengganggu operasi. Reaksi penukaran anion yang terjadi dalam anion *exchanger* adalah sebagai berikut:

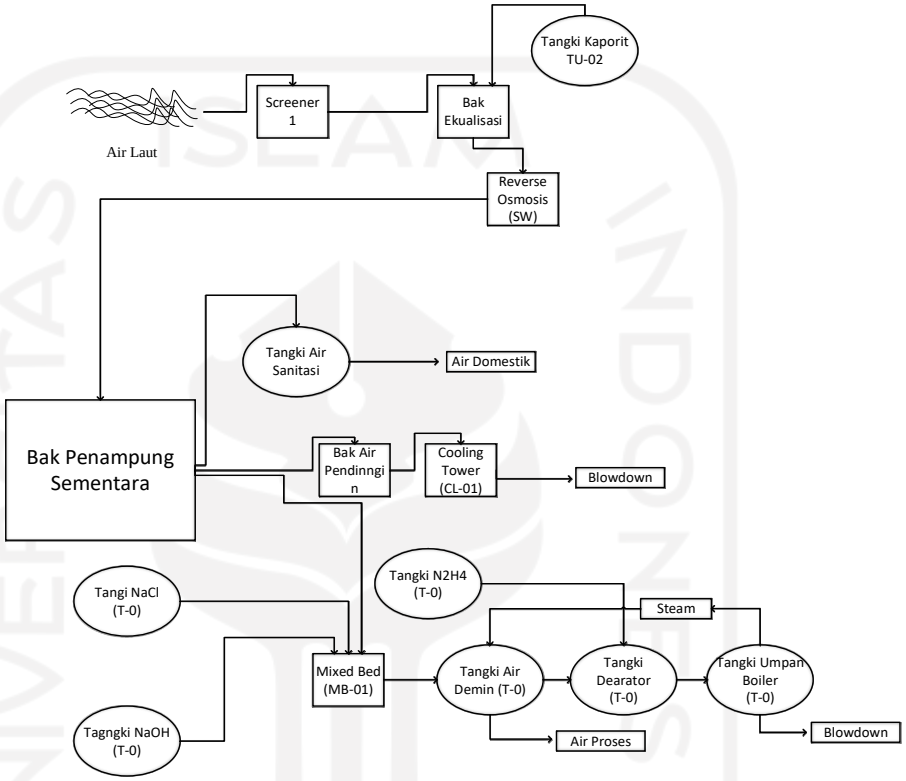
$$NO_3^- + RCl \rightarrow RNO_3 + Cl \quad (5.3)$$

- *Deaerator*

Air umpan *boiler* yang telah mengalami demineralisasi *(demin water)* pada kation *exchanger* dan anion *exchanger* akan mengalami proses deaerasi pada *deaerator*. Daerasi adalah proses pembersihan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). *Demin water* dipompakan menuju *deaerator* kemudian diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_4) yang berfungsi untuk mengikat oksigen (O_2) sehingga dapat

mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$N_2H_4 + O_2 \leftrightarrow N_2 + 2H_2O \quad (5.4)$$



Gambar 5. 1 Diagram Alir Pengolahan Air

5.1.3 Kebutuhan Air

Rincian kebutuhan air pada pabrik asam perasetat ini adalah sebagai berikut.

a. Kebutuhan Air Domestik (*Domestic Water*)

Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan air karyawan dan kebutuhan air perumahan.

- Kebutuhan Air Karyawan

Jumlah karyawan	= 172 orang
Kebutuhan air setiap karyawan	= 100 L/hari
Total kebutuhan air karyawan	= 16.813,08 kg/hari

- Kebutuhan Air Perumahan

Jumlah rumah	= 20
Jumlah orang tiap unit	= 2 orang
Kebutuhan air setiap orang	= 200 L/hari
Total kebutuhan air perumahan	= 8184,103 kg/hari
Total kebutuhan air domestik	= 24997,184 kg/hari
	= 1041,549 kg/jam

b. Kebutuhan Air Layanan Umum (*Service Water)*

Untuk kebutuhan *service water* diasumsikan sekitar 500 kg/jam. Asumsi kebutuhan air ini kemudian digunakan untuk konsumsi umum seperti laboratorium, masjid, pemadam kebakaran, kantin, bengkel, dan lain-lain.

c. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor -01	R-01	4878,116
Condenser-01	CD-01	81914,54
Cooler-01	CL-01	13872,55
Cooler-02	CL-02	3089,367
Total		103754,57

Dengan memilih over design 20%, maka kebutuhan air pendingin sebesar 124505,489 kg/jam. Untuk mengganti air yang menguap pada *cooling tower* dibutuhkan air *make up* sebesar 2539,91 kg/jam.

d. Kebutuhan Air Umpan *Boiler* (*Boiler Feed Water*)

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Untuk Pembangkit *steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater-01	HE-01	344,509
Reboiler-01	RB-01	1868,102
Total		2212,610

Dengan memilih *over design* sebesar 20% maka jumlah kebutuhan air untuk pembangkit *steam* adalah sebesar 2.655,13 kg/jam. Sedangkan untuk kebutuhan *make up* air untuk *steam* dengan *overdesign* 20% sebesar 637,23 kg/jam.

Tabel 5. 3 Total Kebutuhan Air

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	*Domestic Water*	1041,55
2	*Service Water*	500
3	*Cooling Water*	103754,57
4	*Boiler Feed Water*	2212,61
Total		**107508,73**

5.2 Unit Pembangkit Steam

Unit Pembangkit *Steam* bertugas menyediakan kebutuhan *steam* yang akan digunakan sebagai media pemanas dalam proses produksi. Jenis *steam* yang digunakan adalah *saturated steam* suhu 250°C dan tekanan 3977,6 kPa. Alat yang digunakan untuk menunjang kebutuhan *steam* pada pabrik asam perasetat ini adalah *boiler* dengan spesifikasi:

Kapasitas = 2655,132 kg/jam

Jenis = *Water tube boiler*

Jumlah = 1

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah *unit economizer safety valve system* dan pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *filtered water storage tank* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu mengalami proses demineralisasi dan deaerasi. Selain itu air juga perlu diatur pH-nya menjadi sekitar 10,5-11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya juga tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran yang keluar dari *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 3977,6 kPa, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Unit Pembangkit Listrik bertugas menyediakan kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat proses, alat utilitas, elektronik, penerangan, dan fasilitas lainnya di seluruh area pabrik. Sumber listrik utama yang digunakan pada pabrik asam perasetat ini berasal dari PLN. Namun, pabrik ini juga dilengkapi dengan pembangkit listrik mandiri berupa sebuah generator. Generator berfungsi untuk menjadi sumber listrik cadangan apabila sumber listrik dari PLN mengalami gangguan atau pemadaman secara tiba-tiba. Adapun generator yang digunakan adalah jenis generator diesel dengan arus bolak-balik dengan kapasitas 1.125,291 kW. Jenis ini dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut.

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
2. Tegangan dapat dinaikkan dan diturunkan sesuai kebutuhan.

Rincian kebutuhan listrik pada pabrik asam perasetat ini adalah sebagai berikut.

5.3.1 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Jumlah	Daya	
			Hp	Watt
Reaktor	R-01	1	20	7.457,00
Pompa-01	P-01	2	2	1491,4
Pompa-02	P-02	2	0,5	372,85
Pompa-03	P-03	2	3	2237,1
Pompa-04	P-04	2	0,25	186,425
Pompa-05	P-05	2	2	1491,4
Pompa-06	P-06	2	0,05	37,285
Pompa-07	P-07	2	0,333	248,57

Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Alat Proses (lanjutan)

Pompa-08	P-08	2	0,083	62,14
Pompa-09	P-09	2	0,5	372,85
Pompa-10	P-10	2	1,5	1118,55
Pompa-11	P-11	2	2	1491,4
Total		23	12,217	9109,968

5.3.2 Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	**Kode Alat**	**Jumlah**	**Daya**	
			Hp	**Watt**
Blower Cooling Tower	BL-01	1	20	14914
Kompresor Udara	CP-01	1	5	3728,5
Pompa Utilitas-01	PU-01	2	4	2982,8
Pompa Utilitas-02	PU-02	2	15	11185,5
Pompa Utilitas-03	PU-03	2	1	745,7
Pompa Utilitas-04	PU-04	2	20	14914
Pompa Utilitas-05	PU-05	2	0,5	372,85
Pompa Utilitas-06	PU-06	2	0,0833	62,142
Pompa Utilitas-07	PU-07	2	20	14914
Pompa Utilitas-08	PU-08	2	10	7457
Pompa Utilitas-09	PU-09	2	10	7457
Pompa Utilitas-10	PU-10	2	3	2237,1
Pompa Utilitas-11	PU-11	2	0,05	37,285
Pompa Utilitas-12	PU-12	2	3	2237,1
Pompa Utilitas-13	PU-13	2	20	14914
Pompa Utilitas-14	PU-14	2	0,5	372,85
Pompa Utilitas-15	PU-15	2	0,5	372,85
Total		**32**	132,633	98904,676

5.3.3 Kebutuhan Listrik Lainnya

- Kebutuhan listrik untuk AC dan penerangan masing- masing sebesar 30 kW dan 100 kW.

- Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel sebesar 75 kW dan listrik instrumentasi sebesar 50 kW.

Kebutuhan penunjang alat listrik secara lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.6 sebagai berikut

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik

Keperluan	**Kebutuhan (kW)**
Kebutuhan *Plant*	
Proses	9,11
Utilitas	98,9
Kebutuhan kantor	
Penerangan	100
AC	30
Laboratorium dan bengkel	75
Instrumentasi	50
Total	**363,014**

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan digunakan untuk menjalankan instrumentasi seperti untuk menggerakkan *control valve* serta untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara instrumen bersumber dari udara di lingkungan pabrik namun tekanannya harus dinaikkan menggunakan *compressor* dan didistribusikan ke alat *control* melalui pipa-pipa. Pada dasarnya, proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 37,382 m^3/jam dengan tekanan 6,35 bar.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit Penyediaan Bahan Bakar bertugas menyediakan kebutuhan bahan bakar pabrik. Bahan bakar yang disediakan pada unit ini adalah kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah solar. Kebutuhan bahan bakar untuk boiler sebesar 216,22 L/jam dan generator sebesar 132,25 L/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Pabrik asam perasetat ini menghasilkan limbah buangan baik yang berasal dari proses produksi, utilitas maupun kegiatan-kegiatan lain. Untuk itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah-limbah tersebut sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah yang dihasilkan dari pabrik asam perasetat ini terdiri limbah cair dan padatan. Pengolahan limbah tersebut harus disesuaikan dengan jenis limbahnya. Proses pengolahan limbah pada pabrik ini adalah sebagai berikut.

5.6.1 Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan berasal dari air utilitas dan sanitasi. Pengolahan limbah cair harus memperhatikan parameter air buang yang sesuai dengan peraturan pemerintah, yaitu:

- COD : maks. 100 mg/l
- BOD : maks. 20 mg/l
- TSS : maks. 80 mg/l
- Oil : maks. 5 mg/l

- pH : 6,5 - 8,5

Pengolahan untuk masing-masing limbah tersebut adalah sebagai berikut.

a. Limbah Utilitas

Air sisa regenerasi pada proses demineralisasi pada unit utilitas dinetralkan dengan menambahkan asam sulfat (H_2SO_4) jika pH air buangan lebih dari 7,0. Namun jika pH buangannya kurang dari 7,0 maka perlu ditambahkan NaOH. Air hasil dari proses penetralan kemudian dialirkan ke kolam penampungan akhir.

b. Limbah Sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal perkantoran, perumahan, toilet dan lain-lain pengolahannya tidak memerlukan penanganan khusus, yaitu dengan cara diolah pada unit stabilisasi menggunakan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi klorin.

5.6.2 Limbah Padat

Limbah padat berasal dari proses proses pengolahan air (*water treatment system*) pada unit utilitas. Limbah padat tersebut berupa lumpur yang banyakmengandung padatan yang sering disebut *sludge*. Lumpur tersebut dapat diolah menjadi abu dengan kadar 0,3% melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

- Pengentalan atau pemekatan lumpur (*sludge thickening*)
- Stabilisasi lumpur (*sludge stabilization*)
- Pengeluaran air (*sludge dewatering*)
- Pengeringan lumpur (*sludge drying*)

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Spesifikasi Pompa Utilitas

Tabel 5. 7 Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalir kan air laut ke *screener*	Mengalirkan air dari *screener* ke BU-01	Mengalirkan air Dari BU-01 ke SWRO	Mengalikan air dari SWRO ke BU-02	Mengalir-kan air dari BU-02 ke TU-02
Jenis Pompa	*Centrifugal pumps*				
Impeller	*Axial flow*				
Bahan Kontruksi	*Commercial steel*				
Kapasitas (m^3/jam)	156,257	156,257	156,257	156,257	1,279
Pump head (m)	48,601	56,895	45,913	58,681	4,171
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30
Instalasi	Horizontal				
submersibility	*Dry*				
Rate volumetric(ft^3/s)	1,533	1,533	1,533	1,533	0,013
Kecepatan aliran (ft/s)	14,022	14,022	14,022	14,022	1,205
Daya motor (HP)	4	15	1	20	0,5

Tabel 5.7 Pompa Utilitas (lanjutan)

Kode	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari TU-2 ke pipa kebutuhan air sanitasi	Mengalirkan air dari BU-02 ke BU-03	Mengalirkan air dari BU-03 ke *Cooling tower*	Mengalirkan air dari *cooling Tower* ke BU-4	Mengalirkan air dari BU-04 ke Pipa kebutuhan air pendingin
Jenis Pompa	*Centrifugal pumps*				
Impeller	*Axial flow*				
Bahan Kontruksi	*Commercial steel*				
Kapasitas (m^3/jam)	1,279	151,239	151,239	151,239	151,239
Pump head (m)	1,326	57,146	46,645	45,657	40,222
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30
Instalasi	Horizontal				
submersibility	*Dry*				
Rate volumetric(ft^3/s)	0,013	1,484	1,484	1,484	1,484
Kecepatan aliran (ft/s)	1,205	13,572	13,572	13,572	13,572
Daya motor (HP)	0,083	20	10	10	3

Tabel 5.7 Pompa Utilitas (lanjutan)

Kode	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14	PU-15
Fungsi	Mengalirkan keluaran T-07 Ke *mixed bed*	Mengalir kan air Dari BU-02 ke *mixed bed*	Mengalir kan air dari *mixed bed* ke TU-03	Mengalirkan air dari TU- 03 ke TU-04	Mengalir- kan air dari TU- 04 ke TU-05
Jenis Pompa	*Centrifugal pumps*				
Impeller	*Axial flow*				
Bahan Kontruksi	*Commercial steel*				
Kapasitas (m^3/jam)	0,587	3,153	3,153	3,153	3,153
Pump head (m)	1,308	5,062	17,432	3,377	4,057
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30
Instalasi	Horizontal				
submersibility	*Dry*				
Rate volumetric(ft^3/s)	0,006	0,031	0,031	0,031	0,031
Kecepatan aliran (ft/s)	0,959	1,329	0,111	1,329	1,329
Daya motor (HP)	0,05	3	20	0,5	0,5

2. Spesifikasi bak penampung

Tabel 5. 8 Spesifikasi bak penampung

Kode	**BU-01**	**BU-02**	**BU-03**	**BU-04**
Fungsi	Menampung air laut untuk kemudian diinjeksi dengan klorin untuk membunuh mikroorganisme dan pertumbuhan ganggang	Menampung air yang keluar dari (SWRO).	Menampung kebutuhan air pendingin yangakan didinginkan di *cooling tower*	Menampung air make up dan air pendingin proses yang sudah didinginkan
Jenis	Bak persegi	Bak persegi	Bak persegi	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang
Jumlah	1	1	1	1
Volume (m^3)	1024	154,698	3712,76	1024
Tinggi (m)	16	3,381	9,7547	16
Panjang (m)	8	6,763	9,7547	8
Lebar (m)	8	6,763	19,5093	8
Harga, $				

3. *Screener*

Fungsi : Menyaring kotoran kotoran air

Jenis : Rake Screener

Jumlah air yang disaring : 133193,2319 kg/jam

Luas area filter : 0,0361 m^2

4. Rangkaian *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO)

Fungsi : Proses desalinasi air laut dengan membrane sebagaimedia penyaringnya.

Jenis : *Single stage sea water reverse osmosis system*

Bahan : *spiral wound*

Tekanan :50 atm

Permeate volumetris : 59936,9543 L/jam

Flux RO :15 L/m^2/jam

Recovery :45%

Area per elements :40 ft^2

5. Tangki Kaporit (TU-01)

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 0,8360 meter

Tinggi : 0,8360 meter

Volume : 0,4586 m^3

Jumlah :1

6. Tangki Air Sanitasi (TU-02)

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan umum

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 3,42 meter

Tinggi : 3,42 meter

Volume : 31,402 m^3

Jumlah : 1

7. Tangki Air Demin (TU-03)

Fungsi : Menampung air bebas mineral untuk kebutuhan air umpan boiler

Jenis : tangki silinder tegak

Volume : 77,3918 m^3

Diameter : 4,6196 meter

Tinggi : 4,6196 meter

Jumlah : 1

8. Tangki Deaerator (T-04)

Fungsi : Menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam air.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 3,22 m^3

Diameter : 1,60 meter

Tinggi : 1,60 meter

Jumlah : 1

9. Tangki Umpan Boiler (TU-05)

Fungsi : Menampung kondensat sirkulasi dan air *make up* umpan *boiler* sebelum dibangkitkan sebagai *steam* dalam boiler.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 3,2247 m^3

Diameter : 1,6015 meter

Tinggi : 1,6015meter

Jumlah : 1

10. Tangki NaOH (T-06)

Fungsi : Menampung larutan NaOH yang akan digunakanuntuk meregenarasi anion *exchanger*.

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 3,38 meter

Tinggi : 0,8985meter

Volume : 0,8985m^2

Jumlah : 1

11. Tangki NaCl (TU-07)

Fungsi : Menampung larutan NaCl yang akan digunakanuntuk meregenarasi kation *exchanger*.

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 1,1251 meter

Tinggi : 1,1251 meter

Volume : 1,1181 m^2

Jumlah : 1

12. Tangki N2H4 (TU-08)

Fungsi : Menyimpan larutan N_2H_4

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 1,6103 meter

Tinggi : 1,6103 meter

Volume : 3,2778 m^3

Jumlah : 1

13. Cooling Tower (CT-01)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakaidalam proses pabrik

Tinggi : 5,35 meter

Panjang : 6,2042 meter

Lebar :6 ,2042 meter

Luas Area : 20,27 m^2

Jumlah : 1

14. Blower Cooling Tower (BL-01)

Fungsi : Untuk menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang didinginkan

Kebutuhan udara : 3903986,656 ft^3/jam

Power Blower : 20 HP

15. Mixed Bed/Tangki Kation dan Anion Exchanger (MB-01)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation dan anion

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi :1,52 meter

Diameter : 0,52919 meter

Volume : 0,2792 m^3

BAB VI
EVALUASI EKONOMI

Dalam pra rancangan pabrik asam perasetat, diperlukan evaluasi ekonomi untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak. Evaluasi ekonomi dapat meninjau kebutuhan modal investasi, besar keuntungan yang diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan, dan titik terjadinya impas yaitu total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Sehingga dapat menjadi suatu dasar kelayakan untuk mendirikan suatu pabrik. Faktor yang mempengaruhi evaluasi ekonomi diantaranya, yaitu:

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

Namun, ada beberapa hal yang perlu diperkirakan sebelum melakukan analisis terhadap ke lima faktor di atas, seperti:

1. Penentuan modal industri (*fixed capital investment*), yang meliputi:
    a. Modal tetap (*fixed capital investment*)
    b. Modal kerja (*working capital investment*)
2. Penentuan total biaya produksi (*Total production cost*), yang meliputi:
    a. Biaya pembuatan (*manufacturing cost*)
    b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan Modal

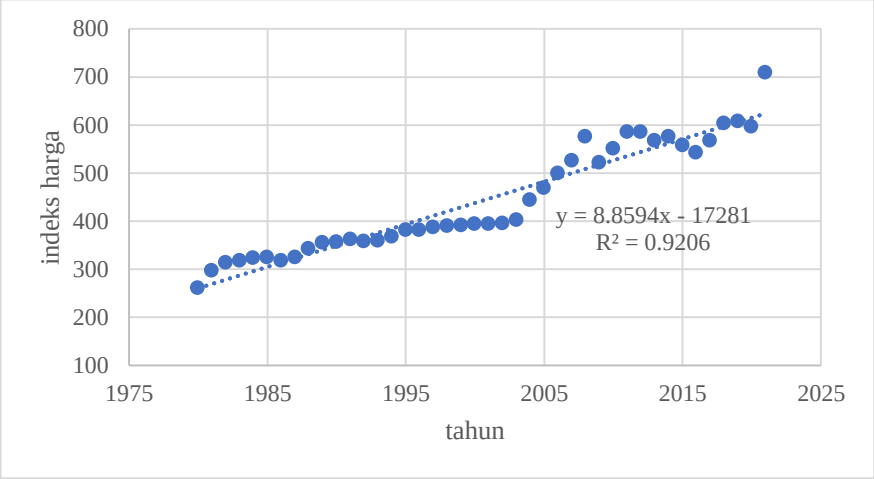
   Perkiraan yang perlu dilakukan untuk mengetahui titik impas, adalah sebagai berikut:

   a. Biaya tetap per tahun (*fixed cost annual*)
   b. Biaya variabel per tahun (*variable cost annual*)
   c. Biaya mengambang (*regulated cost annual*)

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, untuk mengetahui harga peralatan diperlukan metode atau cara untuk memperkirakan harga alat tertentu. Harga peralatan proses produksi pada tahun rencana pendirian pabrik yaitu pada tahun 2027 ditentukan menggunakan indeks harga alat pada tahun tersebut.

Untuk mengetahui harga alat pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2027, maka dicari indeks pada tahun tersebut. Harga indeks tahun 2027 dapat diperkirakan dengan data indeks dari tahun-tahun sebelumnya. Pada analisis ini digunakan data indeks harga dari tahun 1980 sampai 2021 didapatkan dari chemengonline.com/pci yang kemudian dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier. Grafik hubungan antara tahun dan indeks harga ditunjukkan pada Gambar 6.1



Gambar 6. 1 Grafik Hubungan antara Tahun dan Indeks Harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data di atas maka didapatkan persamaan berikut:

$$y = 8{,}8594x - 17.281 \qquad (6.1)$$

Dimana:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

Dari persamaan di atas didapat harga indeks pada tahun 2027 adalah 666,296. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga (Aries dan Newton, 1955).

$$Ex = Ey\frac{Nx}{Ny} \qquad (6.2)$$

Dimana:

Ex: Harga pembelian pada tahun ke 2027

Ey: Harga pembelian pada tahun referensi

Nx: Indeks harga pada tahun ke 2027

Ny: Indeks harga pada tahun referensi

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas pabrik	= 35.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Tahun pendirian pabrik	= 2027
Kurs mata uang	= 1 US$ = Rp 15.500 (Nov 2022)
Harga bahan baku (asam asetat)	= Rp 918.392.534.229 / tahun
Harga bahan baku (hidrogen peroksida)	= Rp 227.642.986.417 / tahun
Harga katalis (asam sulfat)	= Rp 108.246.692 / tahun
Harga produk utama (asam perasetat)	= Rp 2.115.750.000.000 / tahun

6.3 Perhitungan Biaya

6.3.1 Capital Investment

Capital investment merupakan jumlah pengeluaran yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikan pabrik. *Capital investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed capital investment merupakan biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas suatu pabrik.

b. *Working Capital Investment*

Working capital investment merupakan biaya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

6.3.2 Total production cost

- ***Manufacturing Cost***

Manufacturing cost merupakan biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi suatu produk. *Manufacturing cost* merupakan jumlah dari *direct, indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan proses pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton, *manufacturing cost* meliputi:

a. *Direct Cost*

   Direct cost merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan langsung dalam proses pembuatan suatu produk.

b. *Indirect Cost*

   Indirect cost merupakan biaya pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi suatu pabrik.

c. *Fixed Cost*

   Fixed cost merupakan biaya pengeluaran yang bersifat tetap, tidak dipengaruhi oleh tingkat produksi dan waktu atau pengeluaran ketika pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi.

- ***General Expenses***

General Expenses atau pengeluaran umum merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan dan tidak termasuk *manufacturing cost*.

6.4 Analisa Kelayakan

Analisa atau evaluasi kelayakan suatu perancangan pabrik dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh. Studi kelayakan dari pabrik asam perasetat

dapat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah :

6.4.1 Return On Investment (ROI)

Return on investment adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung p*ercent return on investment* adalah:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan}}{Fixed\ Capital} \text{ x}100\% \qquad (6.3)$$

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian hutang selama pembangunan pabrik. Pabrik dengan risiko rendah mempunyai minimum ROI before tax sebesar 11%, sedangkan pada pabrik dengan risiko tinggi mempunyai minimum ROI before tax sebesar 44%.

6.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay out time merupakan waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui berapa tahun modal investasi yang dilakukan akan kembali. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *pay out time* adalah

$$\text{POT} = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{\text{Keuntungan Tahunan+Depresiasi}} \qquad (6.4)$$

Pada pabrik dengan risiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

6.4.3 Break Event Point (BEP)

Break even point merupakan titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Pada kondisi ini kapasitas produksi pada saat-sales sama dengan *total cost*. Pabrik akan mengalami kerugian apabila beroperasi di bawah nilai BEP, dan akan mengalami keuntungan apabila beroperasi di atas nilai BEP. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar antara 40% - 60%. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *break even point* adalah:

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fa}+0{,}3\text{Ra}}{(\text{Sa}-\text{Va}-0{,}7\text{Ra})} \text{ x } 100\% \qquad (6.5)$$

Keterangan:

Fa = *Annual fixed manufacturing cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual regulated expenses* pada produksi maksimum

Sa = *Annual variable value* pada produksi maksimum

Va = *Annual sales value* pada produksi maksimum

6.4.4 S*hut Down Point* (SDP)

Shut down point merupakan titik dimana suatu kegiatan produksi dihentikan. Penghentian ini bisa terjadi karena keputusan manajemen yang dikarenakan kegiatan produksi yang tidak ekonomis, atau bisa juga diakibatkan oleh *variable cost* yang terlalu tinggi. Dalam setahun, persen kapasitas minimum pabrik bisa mencapai kapasitas produk yang diinginkan. Namun jika pabrik tersebut dalam setahun tidak bisa mencapai kapasitas minimum yang diinginkan maka operasi pabrik harus dihentikan. Hal tersebut diakibatkan karena biaya yang akan dikeluarkan untuk melanjutkan proses operasi akan lebih mahal dibandingkan

dengan biaya yang digunakan untuk membayar *fixed cost* dan menutup pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menentukan *shut down point* adalah:

$$\text{SDP} = \frac{0{,}3\text{Ra}}{(\text{Sa}-\text{Va}-0{,}7\text{Ra})} \text{ x } 100\% \qquad (6.6)$$

6.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Discounted cash flow rate of return merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *discounted cash flow rate of return* adalah:

$$(\text{FC} + \text{WC})(1 + \text{i})^{\text{n}} = \sum_{\text{n}=0}^{\text{n}=\text{n}-1}(1 + \text{i})^{\text{n}} + \text{WC} + \text{SV} \qquad (6.7)$$

Keterangan:

FC = *Fixed capital*

WC = *Working capital*

SV = *Salvage value*

C = *Cash flow*

= (keuntungan setelah pajak + depresiasi + *finance*)

n = Umur pabrik

i = Nilai DCFR

6.5 Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik asam perasetat ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah pabrik ini layak untuk didirikan atau tidak. Hasil perhitungan akan disajikan pada Tabel 6.1 sampai dengan Tabel 6.13.

Tabel 6. 1 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Purchased Equipment Cost*	51.315.485.389	3.310.676
2	*Delivered Equipment Cost*	12.828.871.347	827.669
3	*Installation Cost*	8.478.642.457	547.009
4	*Piping Cost*	28.421.329.883	1.833.634
5	*Instrumentation Cost*	6.423.540.034	414.422
6	*Insulation Cost*	1.982.267.540	127.888
7	*Electrical Cost*	5.131.548.539	331.068
8	*Building Cost*	95.220.871.200	6.143.282
9	*Land & Yard Improvement*	89.075.805.000	5.746.826
Physical Plant Cost (PPC)		**298.878.361.389**	**19.282.475**

Tabel 6. 2 *Direct Plant Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Engineering and Construction*	59.775.672.278	3.856.495
Total DPC + PPC		**358.654.033.667**	**23.138.970**

Tabel 6. 3 *Fixed Capital Investment*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Plant Cost*	358.654.033.667	23.138.970
2	*Contractor's Fee*	28.692.322.693	1.851.118
3	*Contingency*	53.798.105.050	3.470.845
Fixed Capital Investment (FCI)		**441.144.461.410**	**28.460.933**

Tabel 6. 4 *Direct Manufacturing Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	1.146.143.767.338	73.944.759
2	*Labor Cost*	6.403.200.000	413.110
3	*Supervisory Cost*	768.384.000	49.573
4	*Maintenance Cost*	8.822.889.228	569.219
5	*Plant Supplies Cost*	1.323.433.384	85.383
6	*Royalty and Patents Cost*	63.472.500.000	4.095.000
7	*Utilities Cost*	18.933.206.381	1.221.497
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**1.245.867.380.332**	**80.378.541**

Tabel 6. 5 *Indirect Manufacturing Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Payroll Overhead*	960.480.000	61.966
2	*Laboratory*	640.320.000	41.311
3	*Plant Overhead*	5.122.560.000	330.488
4	*Packaging & Shipping*	105.787.500.000	6.825.000
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		**112.510.860.000**	**7.258.765**

Tabel 6. 6 *Fixed Manufacturing Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depresiation*	44.114.446.141	2.846.093
2	*Property Taxes*	8.822.889.228	569.219
3	*Insurance*	4.411.444.614	284.609
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		**57.348.779.983**	**3.699.921**

Tabel 6. 7 *Manufacturing Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Manufacturing Cost (DMC)*	1.245.867.380.332	80.378.541
2	*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*	112.510.860.000	7.258.765
3	*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*	57.348.779.983	3.699.921
Manufacturing Cost (MC)		**1.415.727.020.315**	**91.337.227**

Tabel 6. 8 *Working Capital*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material Inventory*	24.312.140.519	1.568.525
2	*In Process Inventory*	2.145.040.940	138.390
3	*Product Inventory*	30.030.573.158	1.937.456
4	*Extended Credit*	44.879.545.455	2.895.455
5	*Available Cash*	128.702.456.392	8.303.384
Working Capital (WC)		**230.069.756.464**	**14.843.210**

Tabel 6. 9 *General Expenses*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Administration*	70.786.351.016	4.566.861
2	*Sales Expense*	283.145.404.063	18.267.445
3	*Research*	99.100.891.422	6.393.606
4	*Finance*	13.424.284.357	866.083
General Expenses (GE)		**466.456.930.858**	**30.093.996**

Tabel 6. 10 *Total Production Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost (MC)*	1.415.727.020.315	91.337.227
2	*General Expenses (GE)*	466.456.930.858	30.093.996
Total Production Cost (TPC)		**1.882.183.951.174**	**121.431.223**

Tabel 6. 11 *Fixed Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	44.114.446.141	2.846.093
2	*Property Taxes*	8.822.889.228	569.219
3	*Ansurance*	4.411.444.614	284.609
Fixed Cost (Fa)		**57.348.779.983**	**3.699.921**

Tabel 6. 12 *Variable Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	1.146.143.767.338	73.944.759
2	*Packaging & Shipping*	105.787.500.000	6.825.000
3	*Utilities*	18.933.206.381	1.221.497
4	*Royalty & Patent*	63.472.500.000	4.095.000
Variabel Cost (Va)		**1.334.336.973.720**	**86.086.256**

Tabel 6. 13 *Regulated Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Labor Cost*	6.403.200.000	413.110
2	*Payroll Overhead*	960.480.000	61.966
3	*Supervision*	768.384.000	49.573
4	*Plant Overhead*	5.122.560.000	330.488

5	*Laboratory*	640.320.000	41.311
6	*General Expense*	466.456.930.858	30.093.996
7	*Maintenance*	8.822.889.228	569.219
8	*Plant Supplies*	1.323.433.384	85.383
Regulated Cost (Ra)		**490.498.197.471**	**31.645.045**

6.6 Hasil Analisis Keuntungan

Total penjualan = Rp 2.115.750.000.000 / tahun

Total production cost = Rp 1.882.183.951.174 / tahun

Keuntungan sebelum pajak = Rp 233.566.048.826 / tahun

Pajak pendapatan = Rp 58.391.512.207 / tahun

Keuntungan setelah pajak = Rp 175.174.536.620 / tahun

6.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

a. Return On Investment

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

ROI sebelum pajak = 52,95%

ROI setelah pajak = 39,71%

b. *Pay Out Time* (POT)

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

POT sebelum pajak = 1,59 tahun

POT setelah pajak = 2,01 tahun

c. *Break Event Point* (BEP)

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

BEP = 46,68%

d. *Shut Down Point* (SDP)

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

SDP = 33,59%

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

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

Umur pabrik = 10 tahun

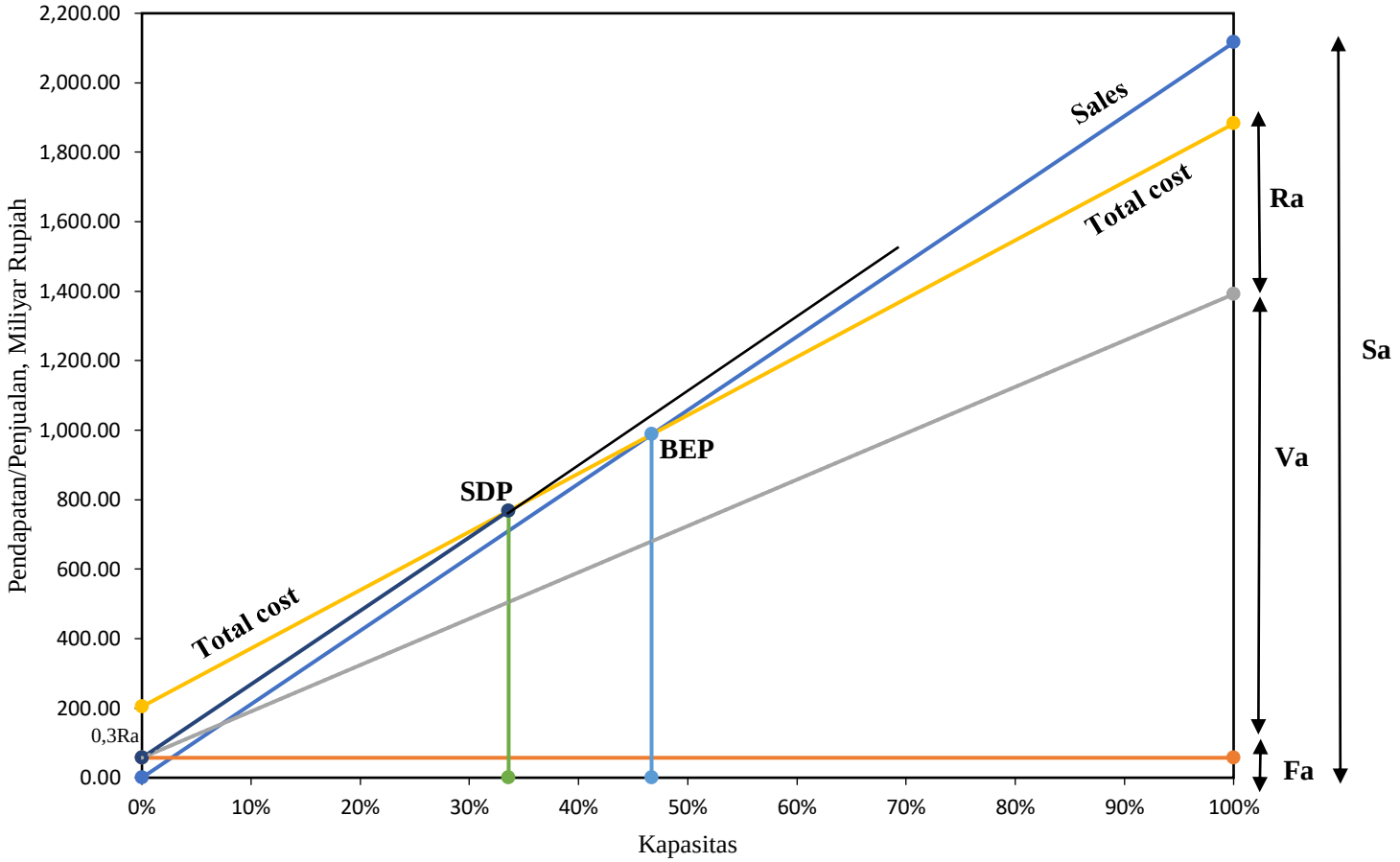
Fixed capital investment (FC) = Rp 441.144.461.410

Working capital (WC) = Rp 230.069.756.464

Salvage (SV) = Rp 44.114.446.141

Cash flow (C) = Rp 232.713.267.118

DFCR = 35,63%



Gambar 5. 2 Grafik Analisis BEP dan SDP

BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan pabrik asam perasetat ini adalah sebagai berikut:

1. Pabrik asam perasetat ini tergolong pabrik dengan risiko tinggi (*high risk)* dikarenakan MSDS komponen yang terlibat dianggap berbahaya meskipun kondisi operasinya berisiko rendah.
2. Pabrik asam perasetat ini didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan terhadap impor, dan membantu memperbaiki perekonomian negara.
3. Pabrik asam perasetat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku asam asetat sebesar 21609,24 ton/tahun dan hidrogen peroksida 13390,76 ton/tahun.
4. Luas tanah yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik asam perasetat sebesar 40.000 m^2.
5. Pabrik akan didirikan di Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangkan ketersediaan bahan baku, kemudahan sarana utilitas seperti sumber air, tenaga kerja, ketersediaan listrik dan akses transportasi serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena berlokasi di kawasan industri.

6. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:

a. Keuntungan yang diperoleh:

   Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 233.566.048.826 /tahun, dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 175.174.536.620 /tahun.

b. *Return On Investement (ROI):*

   Persentase ROI sebelum pajak sebesar 52,95% dan ROI setelah pajak sebesar 39,71%. Minimal ROI untuk pabrik kimia risiko tinggi adalah 44%

c. *Pay Out Time (POT):*

   POT sebelum pajak 1,59 tahun sedangkan sesudah pajak adalah 2,01 tahun. Maksimal POT untuk pabrik kimia risiko tinggi adalah 2 tahun

d. *Break Event Point (BEP)* pada 46,68% dan *Shut Down Point* (SDP) pada 33,59 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%-60%.

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 35,63%. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sebesar 1,5 x suku bunga pinjaman bank.

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi ekonomi di atas maka pabrik asam perasetat dari asam asetat dan hidrogen peroksida dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan memenuhi syarat untuk didirikan.

7.2 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 atau alat penunjang 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 asam perasetat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat melihat pesatnya kebutuhan masyarakat saat ini.
4. Pendirian pabrik asam perasetat dapat menjadi solusi pemerintah untuk mendorong tumbuhnya industri kimia di dalam negeri, agar menjadi sektor penggerak perekonomian nasional.

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, Chemical Engineering Cost Estimation, Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York.

Badan Pusat Statistik. 2020. Statistic Indonesia. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 5 September 2022

Bloomfield, Stephen, el al. 1998. Process for producing peracetic acid (EP 1 004 576 A1). European Patent Office.

Brown, G.G. 1978. Unit Operations. John Wiley and Sons Inc. New York

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

Coulson, J. M. Richardson, J.F., & Sinnott. R.K., 1999, Chemical Engineering Design, Volume 6, 3rd ed., Butterworth Heinemann, Great Britain.

Fogler, H. Scott. 2016. Elements of Chemical Reaction Engineering, 5th ed. Prentice Hall Internasional. Michigan, USA.

Slattery, Gerald, H. 1978. Preparation Of Peracetic Acid By Oxidation Of Acetaldehyde (U.S. Patent 4,097,520). FMC Corporation. Philadelphia.

Kern, D.Q. 1950. Process Heat Transfer. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.

Matche. 2014. *equipment cost.* http://www.matche.com/. Diakses pada tanggal 3 November 2022

Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. Chemical Engineers Handbook, 7th ed. McGraw Hill Companies Inc. USA.

Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. 2003. Plant Design and Economics for Chemical engineers, 4th ed, McGraw - Hill Book Company, Singapore.

Smith, J.M., Van Ness, H.G., and Abbott, M., 1997, “Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics”, 6th ed., New York: Mc Graw Hill Book Companies, Inc

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

Walas, S.M., 1988, Chemical Process Equipment, 3rd ed, Butterworths Series in Chemical Engineering, USA.

Yaws, C.L. 1999. Chemical Properties Handbook. Mc Graw Hill Handbooks. New York.

Zhao, Xuebing, et al. "Preparation of peracetic acid from hydrogen peroxide: Part I: Kinetics for peracetic acid synthesis and hydrolysis." *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 271.1-2 (2007): 246-252.

Zhang, Tengyun, et al. "Peracetic acid synthesis by acetaldehyde liquid phase oxidation in trickle bed reactor." *Chinese Journal of Chemical Engineering* 15.3 (2007): 320-325.

LAMPIRAN

Perancangan Reaktor

Fungsi : Untuk mereaksikan asam asetat dengan hidrogen peroksida menjadi asam parasetat

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Sifat reaksi : Eksotermis (Zhao, 2007)

Kondisi operasi : Tekanan (P) = 1 atm

Suhu (T) = 55 °C (Bloomfield, 1998)

Perbandingan mol : CH_3COOH : H_2O_2 = 1 : 1 (Bloomfield, 1998)

A. Neraca Massa Reaktor

Input Reaktor

Arus 1

Komponen	BM	kg/jam	Fraksi berat	kmol/jam	Fraksi mol
CH_3COOH	60	2673,870	0,98	44,564	0,936
H_2O	18	54,568	0,02	3,031	0,063
Total		2728,438	1	47,596	1

Arus 2

Komponen	BM	kg/jam	Fraksi berat	kmol/jam	Fraksi mol
H_2O_2	34	845,376	0,5	24,864	0,346
H_2O	18	845,376	0,5	46,965	0,653
Total		1690,753	1	71,829	1

Arus 4

Komponen	BM	kg/jam	Fraksi berat	kmol/jam	Fraksi mol
CH_3COOH	60	117,226	0,061	1,953	0,056

H_2O_2	34	736,244	0,384	21,654	0,628
H_2SO_4 (katalis)	98	1060,817	0,554	10,824	0,314
Total		1914,288	1	34,432	1

Output Reaktor

Arus 3

Komponen	BM	kg/jam	Fraksi berat	kmol/jam	Fraksi mol
H_2O	18	1318,610	0,208	73,256	0,476
CH_3COOOH	76	1767,694	0,279	23,259	0,151
CH_3COOH	60	1395,548	0,220	23,259	0,151
H_2O_2	34	790,811	0,125	23,259	0,151
H_2SO_4	98	1060,818	0,167	10,825	0,070
Total		6333,480	1,000	153,858	1,000

Menghitung Laju Alir Volumetrik Masuk (vo) dan Densitas Campuran

Rumus :

$$F_{io} = C_i . v_o$$

FiO = Laju alir molar komponen i masuk reaktor (mol/s) , (kmol/jam)

Ci = Konsentrasi komponen i (mol/dm3) , (kmol/m3)

vo = Laju alir volumetrik masuk (dm3/s) , (m3/jam)

Komponen	F_{i0} (kmol/jam)	ρ (kg/m^3)	vo = m / ρ (m^3/jam)	fraksi massa (x)	ρ * x
CH_3COOH	46,518	1011,221	2,760	0,440	445,634
H_2O_2	46,518	1407,907	1,123	0,249	351,588
H_2SO_4	10,824	1795,838	0,590	0,167	300,791
H_2O	49,997	999,567	0,900	0,142	142,031
Total	153,858		5,374	1	1240,04

Konsentrasi umpan

Konsentrasi CH_3COOH (CAO)

$= \frac{FAO(kmol/jam)}{vo\ (m3/jam)} = \frac{46{,}5182659}{5{,}374550} = 8{,}655286615$

Konsentrasi H_2O_2 (CBO)

$= \frac{\text{FBO(kmol/jam)}}{\text{vo (m3/jam)}} = \frac{46{,}5182659}{5{,}374550} = 8{,}655286615$

Rasio mol umpan masuk (M)

$= \frac{\text{Konsentrasi H2O2 (CBO)}}{\text{Konsentrasi CH3COOH (CAO)}} = \frac{8{,}655286615}{8{,}655286615} = 1$

B. Optimasi Reaktor

Persamaan neraca molar/massa

$$-\mathrm{r} = k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_D$$

Koefisien stoikiometri semua komponen yang terlibat semuanya bernilai 1 maka perbandingan stoikiometri dapat diabaikan.

$A + B \leftrightarrow C + D$

$Rin - Rout + Rgen = Acc$

$F_{A0} - F_A + r_A.V = 0$

$F_{A0} - F_{A0}(1 - X_A) = -r_A.V$

$F_{A0} - (F_{A0} - F_{A0}X_A) = -r_A.V$

$F_{A0}X_A = -r_A.V$

$V = \frac{F_{A0}X_A}{-r_A}$

$V = \frac{F_{A0}(X_{out} - X_{in})}{(-r_A)_{out}}$

Untuk konsentrasi maka disusun persamaan :

- $C_A = C_{A0}(1 - X)$

  $C_A = C_{A0} - C_{A0}.X$

- $C_B = C_{B0} - C_{A0}.X$

  $M = \left(\frac{C_{B0}}{C_{A0}}\right)$

  $C_B = M.C_{A0}$

  $C_B = M.C_{A0} - C_{A0}.X$

  $C_B = C_{A0}(M - X)$

- $C_C = C_D = C_{A0}X$

Dimana:

r : kmol/l.jam

ca, cb : (kmol/m^3)^2

k : m^3/(kmol.jam)

c : kmol/m^3

vo : m^3/jam

massa : m

densitas : m/v

(fase cair, laju alir konstan (v = vo)

- Reaktor 1 buah (n=1)

$$V_1 = \frac{F_{A0}X_A}{-r_A} = \frac{F_{A0}(X_{A1} - X_{A0})}{k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_D}$$

$$= \frac{F_{A0}(X_{A1} - X_{A0})}{k_1 C_{A0}(1 - X_{A1}) C_{A0}(M - X_{A1}) - k_2 (C_{A0}X_{A1})^2}$$

- Reaktor 2 buah (n=2)

$$V_1 = V_2$$

$$V_2 = \frac{F_{A0}(X_{A2} - X_{A1})}{k_1 C_{A0}(1 - X_{A2}) C_{A0}(M - X_{A2}) - k_2 (C_{A0} X_{A2})^2}$$

- Reaktor 3 buah (n=3)

$$V_1 = V_2 = V_3$$

$$V_3 = \frac{F_{A0}(X_{A3} - X_{A2})}{k_1 C_{A0}(1 - X_{A3}) C_{A0}(M - X_{A3}) - k_2 (C_{A0} X_{A3})^2}$$

- Reaktor 4 buah (n=4)

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4$$

$$V_4 = \frac{F_{A0}(X_{A4} - X_{A3})}{k_1 C_{A0}(1 - X_{A4}) C_{A0}(M - X_{A4}) - k_2 (C_{A0} X_{A4})^2}$$

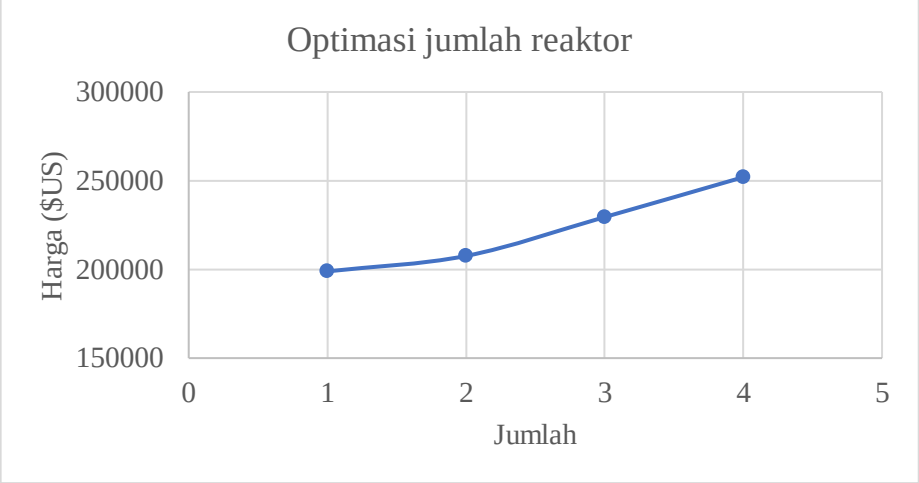
Dengan cara trial dengan solver add-in untuk memperoleh konversi masing – masing reaktor yang disusun seri, maka diperoleh :

n	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{A4}	Total
1	0,500	-	-	-	0,5
2	0,353	0,147	-	-	0,5
3	0,271	0,147	0,083	-	0,5
4	0,219	0,136	0,087	0,057	0,5

Optimasi reaktor dengan menentukan jumlah reaktor yang digunakan, harga reaktor diperoleh dari www.matche.com

n	Konversi	Volume	Volume	V over design	Harga (US$)	
		(L)	(gallon)	(gallon)	Unit	Total
1	50,0%	4778,09	1262,23	1515	198900	198900
2	35,3%	1401,82	370,32	444	104000	208000
	14,7%	1401,82	370,32	444	104000	
3	27,1%	789,93	208,67	250	77000	

	14,7%	789,93	208,67	250	77000	230100
	8,3%	789,93	208,67	250	77000	
4	21,9%	545,69	144,15	173	63200	252800
	13,6%	545,69	144,15	173	63200	
	8,7%	545,69	144,15	173	63200	
	5,7%	545,69	144,15	173	63200	



Maka, jumlah reaktor yang optimum untuk mendapatkan harga perancangan reaktor yang minimum adalah sebanyak 1 buah

C. Perancangan reaktor

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Kondisi isothermal

Volume cairan dalam reaktor

V_{cairan} = 1262,2390 gal = 4,778 m^3

Volume design reaktor:

Over design = 20%

$V_{reaktor}$= 5733,7133 L = 5,7337 m^3 = 202,484 ft^3

1. **Menentukan dimensi**

Dipilih : RATB silinder tegak *torisperichal dished heads* dengan D:H= 3:2

$V_{shell} = \frac{\pi.D^2.H}{4}$

V_{head} = 0,000049D3 ; v = ft^2, D=inch

(Brownell press 5.11)

V_{head} = 0,0833D3 ; v = ft^2, D=ft

$V_{reaktor} = V_{shell + 2,} V_{head}$

$V_{reaktor} = V_{reaktor} = \frac{\pi.1,5D^3}{4} + 0{,}000098.(0{,}0833D)^3$

Maka

D = 5,560 ft = 1,696 m = 66,730 inch

H = 8,341 ft = 2,542 m = 100.,095 inch

2. **Menentukan waktu tinggal**

$$t = \frac{V1}{V0}$$

$t = \frac{5{,}7337\ l}{5{,}3745\frac{l}{jam}}$ = 0,889 jam = 53,341 menit

3. **Menentukan tebal dinding**

Dipilih : Bahan stainless steel SA – 167 Grade 11 type 316

Spesifikasi:

Max allowable stress, f = 18570 psi

Efesiensi pengelasan = 0,8 %

Faktor korosi = 0,125 inch

Densitas campuran, ρ camp = 1218,211kh/jam^3 = 76,094 lb/ jam^3

Tekanan, p = 1 atm = 14,696 psi

$P_{hidrostatis} = \frac{\rho(H-1)}{144}$; ρ=lb/ft^3, H=ft, Ph=psi

$P_{hidrostatis} = \frac{62{,}37\frac{lb}{ft^3}(8{,}341ft-1)}{144} = 3{,}179\ psi$

$P_{operasi}$ = P + $P_{hidrostatis}$

$P_{operasi}$ = 14,7 *psi* + 3,179 *psi* = 17,879 *psi*

P_{design} = 1,1. $P_{operasi}$

P_{design} = 1,1 . 17,879 *psi* = 19,667 *psi*

$ts = \frac{(pd.ri)}{(f.E)-(0{,}6.pd)} + c$

$ts = \frac{(17{,}879\,psi\ .33{,}365)}{(18750\,psi\ .80\$\%)-(0{,}6.\ 17{,}879)} + 0{,}125 = 0{,}168\ inch$

ts standart = 0,1875 *inch*

OD shell = ID + 2 . *ts standar*

OD shell = 66,731 + 2 . 0,1875 *inch* = 67,1055 *inch*

Dari Tabel 5.7 hal.91 Brownell & Young, OD standar yang mendekati perhitungan adalah 72 in

= 4,5720 m

Koreksi ID

ID = OD - 2 x t shell standar

= 72 - 2 x 0,1875 in

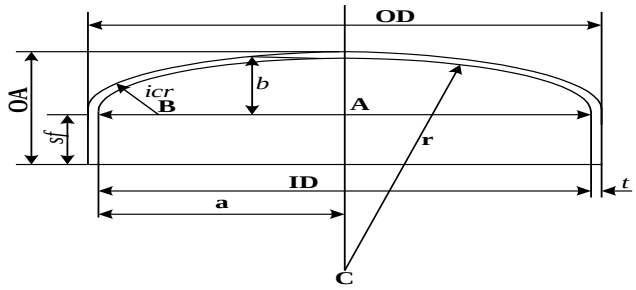
= 71,6250 in

= 1,819 m

4. Perancangan Head dan Bottom Tangki

Jenis head yang dipilih adalah Torispherical Flanged and Dished Head. Dikarenakan tekanan operasi yang dirancang yaitu 1 atm (15 psig) termasuk

kedalam rentang tekanannya yaitu dari 15 psig - 200 psig dan harganya lebih ekonomis.



Ketebalan Torispherical Head

$$th = \frac{0{,}885\,.p\,.\,r}{f\,.\,E - 0{,}1\,.P} + c$$ (pers 13.12, Brownell,1959 : 258)

Keterangan :

th = Tebal head (in)

r = Jari-jari dalam Shell

f = Allowable strees untuk Plate Steel SA-167 tipe : 309

E = Efisiensi sambungan

P = Tekanan desain

C = Corrosion allowance c p x 0,1fxE r x p x 0,885

Maka, Ketebalan Torisherical Head

$$th = \frac{0{,}885\,.p\,.\,r}{f\,.\,E - 0{,}1\,.P} + c$$

th = 0,208 inch

Dipakai tebal head (th) standar 1/4 in = 0,25 in

Tinggi Head

ID koreksi = 71,6250 in

OD = ID koreksi + 2 x thead standar

= 71,6250 in + 2 x 0,25 in

= 14,376 in

Dengan nilai OD standar 72 in (Brownell and Young, tabel 5.7 halaman 90)

Maka diperoleh :

r = 72 in

icr = 4,375 in

Berdasarkan tebal head standar (1/4), maka dipilih straight flange (Sf) antara 1 1/2 - 2 1/4 in dengan straight flange (Sf) maksimal 2 in. (Tabel 5.8 hal.93 Brownell- Young).

Dipilih Sf = 2 in

= 0,0508 m

AB = (ID/2) - icr

= 71,6250 in / 2 – 4,375 in

= 31,4375 in

BC = r - icr

= 72 in - 4,375 in

= 67,625 in

AC = $\sqrt{BC^2 - AB^2}$

= 59,8734 in

b = rc - AC

= 12,1266 in

Maka tinggi head (OA) = th standar + b + Sf

= 14,376 in

5. Menentukan Tinggi Total Reaktor

Tinggi total reaktor = Tinggi shell + 2 x Tinggi head

= 2,542 + 2 x 0,365 m

= 3,2728 m

Menentukan Tinggi Larutan dalam Reaktor

A = $(\pi/4)$ x ID koreksi^2

= 0,7857 x 1,819 m^2

= 2,598 m^2

Diameter dalam reaktor (ID) = 71,625 in

Volume head bawah (VH) = Volume head atas (VH)

= 0,509 m^3

Volume larutan = 4,778 m^3

Volume larutan dibagian shell (VL) = Volume larutan – Volume head bawah

= 4,268 m^3

Tinggi larutan dalam bagian shell (HL,S) = VL / A

= 1,642 m

Tinggi larutan dalam shell dan head bawah (HL) = HL,S +OA

= 2,001 m

6. Desain Sistem Pengaduk

Pengaduk yang akan digunakan dalam reaktor dipiih berdasarkan viskositas fluida pada temperatur = 55 °C

Menghitung viskositas pada suhu operasi (55°)

Dengan rumus $\log_{10} n_{liq} = A + B/T + C\,T + D\,T^2$ μ dlm cp; T dlm kelvin)

T= 328,15

Untuk CH3COOOH ➔ In μ = A + (B/T) + C In(T) + DT^E (μ dlm kg/m.s; T dlm kelvin)

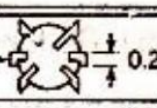
Ln T= 5,793470821

Komponen	**A**	**B**	**C**	**D**	E	μ, cP	μ, kg/m.s
CH_3COOH	-3,8937	7,8482E+02	6,6650E-03	-7,5606E-06	-	0,742893	0,0007
CH_3COOOH	20,2050	-1,2949E+02	-4,6627E+00	0	0	0,744482	0,0007
H_2O_2	-1,6150	5,0380E+02	3,5010E-04	-1,1680E-06	-	0,811682	0,0008
H_2SO_4	-18,7045	3,4962E+03	3,3080E-02	-1,7018E-05	-	9,385048	0,0094
H_2O	-10,2158	1,7925E+03	1,7730E-02	-1,2631E-05	-	0,506528	0,0005

Menghitung Viskositas Campuran

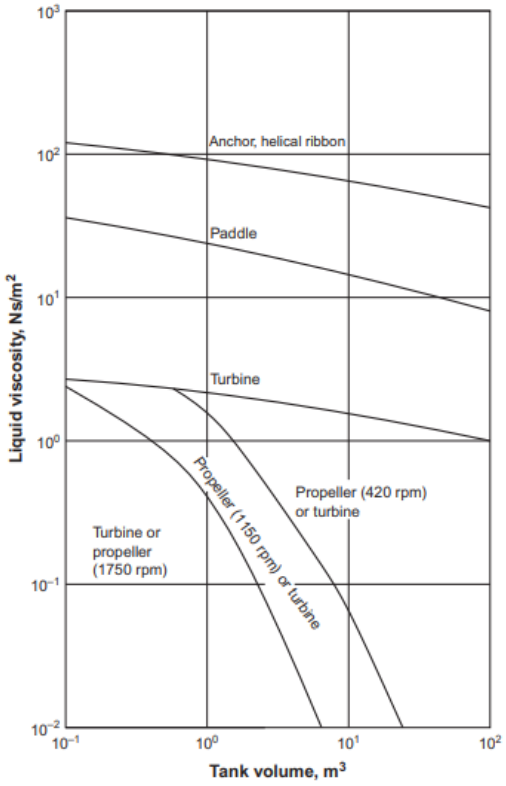
komponen	f.massa (x)	μ, cP	μ.x
CH_3COOH	0,22034	0,74289	0,16369
CH_3COOOH	0,27910	0,74448	0,20779
H_2O_2	0,12486	0,81168	0,10135
H_2SO_4	0,16749	9,38505	1,57194
H_2O	0,20820	0,50653	0,10546
Total	1,00000	12,19063	**2,15022**

Jenis pengaduk dipilih berdasarkan viskositas fluida yang diaduk (Holland, F.A dan F.S., Chapman, Liquid Mixing and Processing in Strirred Tanks, Reinhold New York , 1966).

Type of Impeller	$\frac{D_t}{D_i}$	$\frac{Z_1}{D_i}$	$\frac{Z_i}{D_i}$	Baffles No.	Baffles w/D_i	No.	Ref.
Turbine with 6 flat blades. 	3	2.7 - 3.9	0.75 - 1.3	4	0.17	1	7

D_i = diameter of impeller, D_t = diameter of tank, n = revolutions per second, w = width of baffle, Z_i = elevation of impeller above tank bottom, Z_l = height of liquid in tank.

Untuk viskositas 2,150221 cP maka jenis pengaduk yang dipilih adalah propeller atau Flat blade Turbines Impellers. (Howard F.Rase, Fig 8.4 Halaman 341).



Dipilih Flat Blade Turbines Impeller karena dapat menghasilkan pengadukan yang baik dan biasanya digunakan untuk reaktor dengan proses continu. (Howard F. Rase, Halaman 344)

Menurut Brown, 1978, hlm. 507 disebutkan bahwa pada jenis pengaduk turbin dengan 6 buah sudut (flat blade turbines impellers):

Diameter impeller (Di)	=	1/3*Diameter tangki (Dt)	
	=	0,606425	m
	=	1,989583	ft
$\frac{\text{Tinggi impeller dari dasar (Zi)}}{\text{Diameter impeller (Di)}}$	=	0,75-1,3	diambil 1
Tinggi impeller dari dasar (Zi)	=	Diameter impeller (Di)	
	=	0,606425	m
	=	1,989583	ft
Lebar blade impeller (h)	=	0,2 Di	
	=	0,121285	m
	=	0,397917	ft
Panjang Blade Impeller (L)	=	0,25 Di	
	=	0,151606	m
	=	0,497396	ft
Jumlah baffle	=	4	buah
Lebar baffle (Wb)	=	0,17 Di	
	=	0,103092	m
	=	0,338229	ft

Menghitung Kecepatan Pengaduk

dari persamaan 8.8 Rase :

$$\frac{WELH}{2.D_i} = \left[\frac{\pi.D_i.N}{600}\right]^2 \rightarrow N = \frac{600}{\pi.D_i}\sqrt{\frac{WELH}{2D_i}}$$

WELH = Water Equivalent liquid Height

Tinggi larutan (Zl) = 2 m

rho campuran = 1218,211 kg/m^3

rho air = 1000 kg/m^3

WELH = 2,438 m

= 7,999 ft

Maka, kecepatan putar pengaduk (N) = $\frac{600}{3,14 .1,989}\sqrt{\frac{8}{2.1,989}}$

N = 136,178 rpm

IMPELLER SPEEDS

With 1750 rpm electric motors, standard impeller speeds (Paul et al., 2004, p. 352) are 4, 5, 6, 7.5, 9, 11, 13.5, 16.5, 20, 25, 30, 37, 45, 56, 68, 84, 100, 125, 155, 190, 230, 280, 350, and 1750. In addition, 1200 rpm electric motors are readily available.

Dari walas hal 279, diambil standar N = 155 rpm

= 2,583 rps

Menghitung daya pengaduk

Dari Brown, fig.477 diperoleh : $N_{re} = \frac{D_i^2.N.\rho}{\mu}$

$$N_{re} = \frac{(0,606420\ m)^2 \times\ 2,583\ \text{rps} \times 1218,21102\ kg/m^3}{0,002150221\ N.s/m^2}$$

Nre = 538237,645

Np = 7

Dari Brown, pers.461 diperoleh :

$$pg_c = \phi\rho n^3 D_i^5 \qquad (461)$$

$$P = \frac{7 \times 76,049\ lb/ft^3 \times 538237,645 \times (1,989583\ \text{ft})^5}{32,2}$$

P = 8885,6493 ft-lb force /sec = 16,155 HP

Dari tabel 3.1 towler, efisiensi (η) = 90 %

Efisiensi motor pengaduk, diperoleh dari tabel 3.1 Towler, halaman 111 :

Tabel 3.1. Approximate Efficiencies of Electric Motors

Size (kW)	Efficiency (%)
5	80
15	85
75	90
200	92
750	95
>4000	97

P = 17,95 HP

Digunakan motor pengaduk standar, diperoleh dari Ludwig, E.F., Applied Process design for Chemical and Petrochemical Plants ed 3rd, hal 628 :

General purpose: $^1/_2$, $^3/_4$, 1, 1 $^1/_2$, 2, 3, 5, 7 $^1/_2$, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, and 500.

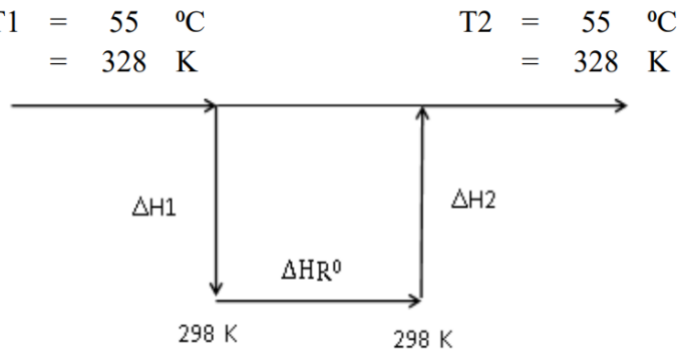
Large motors: 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1,000, 1,250, 1,500, 1,750, 2,000, 2,250, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 4,500, 5,000 and up to 30,000.

P standar = 20 HP

7. Perancangan pendingin

Neraca Panas Reaktor

Treferensi = 25˚C = 298,15 ˚K



a.) INPUT : (Arus 1)

Tin = 35˚C = 308,15 ˚K

Komponen	kmol/jam	∫CpdT	Q=m ∫CpdT
CH_3COOH	44,564	1294,147	57673,042
H_2O	3,031	754,460	2287,222

Total	47,596		**59960,265**

b.) INPUT : (Arus 2)

Tin = 35˚C = 308,15 ˚K

Komponen	kmol/jam	∫CpdT	Q=m ∫CpdT
H_2O_2	24,864	860,694	21400,327
H_2O	46,965	754,460	35433,522
Total	71,829		**56833,850**

c.) INPUT : (Arus 4)

Tin = 116,62˚C = 389,765 ˚K

Komponen	kmol/jam	∫CpdT	Q=m ∫CpdT
CH_3COOH	1,953	12411,467	24249,118
H_2O_2	21,654	8196,643	177492,201
H_2SO_4	10,824	13363,795	144658,665
Total	34,432		**346399,985**

d.) OUTPUT : (Arus 3)

Tout = 55˚C = 328,15 ˚K

Komponen	kmol/jam	∫CpdT	Q=m ∫CpdT
H_2O	73,256	2258,664	165460,954
CH_3COOOH	23,259	4876,323	113419,064
CH_3COOH	23,259	3926,799	91333,947
H_2O_2	23,259	2610,783	60724,553
H_2SO_4	10,824	4263,477	46150,731
Total	153,858		**477089,25**

NP Total disekitar R-01

Komponen	Input (kJ/jam)			Output (kJ/jam)
	(Arus 1)	(Arus 2)	(Arus 4)	(Arus 3)
H_2O	2287,222	35433,522	-	165460,954
CH_3COOOH	-	-	-	113419,064
CH3COOH	57673,042	-	24249,118	91333,947
H_2O_2	-	21400,327	177492,201	60724,553
H_2SO_4	-	-	144658,665	46150,731
Sub Total	**59960,265**	**56833,850**	**346399,986**	**477089,250**
Q reaksi	320045,693			-
Q Pendingin	-			306150,544
Total	**783239,794**			**783239,794**

Kebutuhan air pendingin :

Beban Pendingin = 306150,544 kJ/jam

T in = 303,15 K = 30 C

T out = 318,15 K = 45 C

Cp air = 1 Kkal/kg.K = 4,184 kJ/kg.K

Massa Air Pendingin = $\frac{Q}{\text{Cp.(Tout}-\text{Tin)}}$

Massa Air Pendingin = $\frac{306150,544}{4,184.(318-303)}$

Massa Air Pendingin = 4878,115 kg/jam

Menghitung Dimensi Pendingin Reaktor

Menghitung LMTD

suhu fluida panas reaktor = 55 °C = 131 F

suhu fluida dingin masuk = 30 °C = 86 F

suhu fluida dingin keluar = 45 °C = 113 F

	Fluida Panas		Fluida Dingin	Δt
Higher temp	131	(T1) - (t2)	113	18
Lower temp	131	(T2) - (t1)	86	45

$$\Delta T \text{ LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{ln\left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}\right)} = \frac{45-18}{\ln\left(\frac{45}{18}\right)} = 29,46 \text{ °F}$$

Menghitung Luas Transfer Panas

untuk fluida panas Heavy organics dan fluida dingin air, UD = 5 – 75 Btu/ft².°F.jam

(tabel 8 Kern hal.840)

diambil harga UD = 50 Btu/ft².°F.jam

Luas Transfer Panas yang pendingin butuhkan :

Q = 306150,544 kJ = 290190,089 Btu

A = Q/ (UD*ΔT)

= 196,961 ft^2 = 18,297 m^2

Menghitung Luas Selimut Reaktor

A = Luas permukaan shell + head bottom (setengah bola)

= π x D x L + 2 x π x OA^2

= 14,444 m^2

karena luas transfer panasnya lebih besar dari luas selubungnya maka digunakan pendingin koil. Dipakai koil pendingin jenis helix.

Memilih dimensi pipa koil

digunakan pipa standart (Tabel 11 Kern)

Spesifikasi Pipa Koil :

D nominal = 1 in = 0,083 ft = 0,0254 m

Diameter Pipa Luar (OD) = 1,32 in = 0,11 ft = 0,0335 m

Diameter Pipa Dalam (ID) = 1,049 in = 0,0874 ft = 0,0266 m

Schedule Number = 40

Flow Area per Pipe (At) = 0,864 in^2 = 0,006 ft^2 = 0,0006 m^2

Surface area per linier ft (Ao) = 0,344 ft^2/ft outside = 0,274 ft^2/ft inside

Menghitung Konduktivitas Termal Komponen Organik

$\log k = A + B (1-T/C)^{2/7}$ T = 55 °C 328 K

komponen	A	B	C	D	k, W/(m.K)	k,Btu/ft.hr.oF
CH_3COOH	-1,2836	0,5893	592,71	-	0,1529	0,0884
CH_3COOOH	0,32929	-0,000437	0	0	0,1860	0,1075

Menghitung Konduktivitas Termal Komponen inorganik

$k = A + BT + CT^2$

komponen	A	B	C	D	k, W/(m.K)	k,Btu/ft.hr.oF
H_2O_2	0,4425	-1,8406E-04	-3,8824E-07	-	0,3404	0,1967
H_2SO_4	0,1553	1,0699E-03	-1,2858E-06	-	0,3679	0,2126
H_2O	-0,2758	4,6120E-03	-5,5391E-06	-	0,6410	0,3704

komponen	Fraksi massa	k, Btu/ft.hr.oF	k.x
CH_3COOH	0,220345	0,0884	0,0195
CH_3COOOH	0,279103	0,1075	0,0300
H_2O_2	0,124862	0,1967	0,0246
H_2SO_4	0,167494	0,2126	0,0356
H_2O	0,208197	0,3704	0,0771
Total	1,000000		**0,1867**

Menghitung ho

rotasi pengaduk, N = 155 rpm = 9300 rph

densitas (ρ) = 1218,211 kg/m3 = 76,049 lb/ft3

viskositas, μL = 2,1502 cP = 5,203 lb/ft.jam

Konduktifitas termal, k = 0,1867 Btu/(hr) (ft²) (°F/ft)

panas spesifik, c = 0,5927 Btu/(lb).(F)

diameter inside reaktor, D = 1,704 m = 5,592 ft

diameter impeller, L = 0,606 m = 1,989 ft

$$\frac{ho.D}{k} = 0{,}87 \left(\frac{L^2.N.\rho}{\mu}\right)^{2/3} \left(\frac{c.\mu}{k}\right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu w}\right)^{0{,}14}$$ (Kern pers 20.4)

ho = 489,433 BTU/(jam.ft^2.°F).

Menghitung kecepatan aliran pendingin

Untuk aliran dalam koil/tube, batasan kecepatan antara 1,5-2,5 m/s. (Culson pg, 527)

$$G = \frac{\text{massa pendingin reaktor}}{\text{luas area pipa}} = \frac{10754{,}223\,\frac{\text{lb}}{\text{jam}}}{0{,}006\ \text{ft}^2} = 1792370{,}571\,\frac{\text{lb}}{\text{ft}^2.\text{jam}}$$

$$v = \frac{G}{\rho} = \frac{17292370{,}571\,\frac{\text{lb}}{\text{ft}^2.\text{jam}}}{63{,}836\ \text{lb/ft3}} = 28077{,}734\,\frac{\text{ft}}{\text{jam}} = 2{,}37\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Kecepatan pendingin masih masuk dalam batasan

Menghitung hi dan hio

T rata-rata pendingin = 37,5 C = 310,65K

maka didapatkan data :

densitas (ρ) = 1023,013 kg/m^3 = 63,836 lb/ft^3

viskositas, μ = 0,797 cP = 1,929 lb/ft.jam

Konduktifitas termal, k = 0,6194 Btu/(hr.ft.°F)

panas spesifik, c = 4,1480 kJ/kg.K = 0,9905 = Btu/lb.F

D inside pipe = 0,0874 ft

$$Re = \frac{D.G}{\mu} = \frac{0{,}0874\ \text{ft} .1792370\,\frac{\text{lb}}{\text{ft}^2.\text{jam}}}{1{,}9292\ \text{lb/ft.jam}} = 81215{,}587$$

jH = 230 dari fig.24 (Kern, 1950 : 834)

$$hi = jH\ x\frac{k}{D}\ x\left(\frac{c.\mu}{k}\right)^{1/3} x\left[\frac{\mu}{\mu_w}\right]^{0{,}14} = 2276{,}575\ \text{BTU/(jam.ft}^2.\text{°F)}$$

$$hio = hi\ x\ \frac{ID}{OD} = 1550{,}732 \times \frac{0{,}087\ \text{ft}}{0{,}11\ \text{ft}} = 1809{,}1878\ \text{BTU/(jam.ft}^2.\text{°F)}$$

Untuk koil, harga hio harus dikoreksi dengan faktor koreksi

$$\text{hio}_{\text{koil}} = \text{hio}_{\text{pipa}}\left(1 + 3{,}5\frac{\text{OD}_{\text{koil}}}{\text{D}_{\text{spiral koil}}}\right) \qquad \text{(Kern, pg. 721)}$$

Diambil : D spiral koil = 75% * D tangki

D spiral koil = 53,7188 inch = 4,4766 ft

$$\text{hio}_{\text{koil}} = 1809{,}187\left(1 + 3{,}5\frac{0{,}11\text{ ft}}{4{,}4766\text{ ft}}\right) = 1964{,}784\ \text{BTU/(jam.ft}^2\text{.°F)}$$

Menghitung Ud dan Uc

$$Uc = \frac{ho.hio}{ho\ +\ hio} = 391{,}827\ BTU/(jam.ft^2.°F)$$

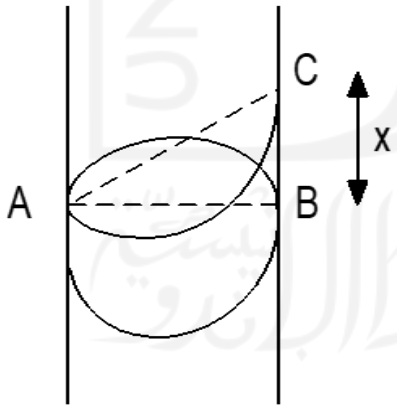
$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_C} + R_d \rightarrow \frac{1}{U_D} = \frac{1}{391{,}827} + 0{,}003$$

Ud = 180,11 Btu/ft^2.hr.^{o}F

Menghitung A aktual

$$A = \frac{Q}{Ud.\Delta T} = \frac{290190{,}089\ BTU/jam}{180{,}11\frac{BTU}{ft^2.jam.°F}.29{,}47°F} = 54{,}678\ ft^2$$

Merancang struktur koil



Diambil jarak antara 2 lengkungan koil, BC = 1/3 x OD = 0,0112 m

AB = 0,75 x ID reaktor = 1,2784 m

AC = (AB^2 + BC^2)^{0,5} = 1,2784 m

Panjang koil yang dibutuhkan (Lc) :

$$\text{Lc} = \frac{\text{A}}{\text{A}_\text{o}} = \frac{54{,}678\ \text{ft}^2}{0{,}344\ \text{ft}^2/\text{ft}} = 158{,}947\ \text{ft} = 48{,}447\ \text{m}$$

Sehingga dapat dihitung volumenya :

Vc = π/4 x $(OD)^2$ x Lc

Vc = 1,509 ft^3 = 0,042 m^3

Volume = volume cairan pada sheel + volume coil = 4,27 + 0,042 = 4,311 m^3

Tinggi cairan dalam shell (setelah ditambah koil) :

$$h = \frac{4.V}{\pi.D^2} = \frac{4\ \times\ 4{,}311\text{m}^3}{3{,}14 \times 1{,}704\ m} = 1{,}89\ m$$

Panjang koil tiap lilitan = π x AC = 4,0142 m = 13,17 ft

$$\text{N lilitan } = \frac{\text{Lc}}{\text{Panjang koil tiap lilitan}} = \frac{48{,}447\ \text{m}}{4{,}0142\ \text{m}} = 12{,}07\ \text{m}$$

jumlah lilitan ≈ 12 lilitan

Tinggi tumpukan koil = (N lilitan - 1) * BC = 0,1229 m

Jarak koil dari dasar sheel = 0,1 x D reaktor = 0,1704 m

Tinggi puncak koil = H tumpukan koil + Jarak koil dari dasar sheel = 0,293 m

Menentukan Pressure Drop

$$Faktor\ friksi,\ f = 0{,}0035 + \frac{0{,}264}{Re^{0{,}42}} = 0{,}0101$$

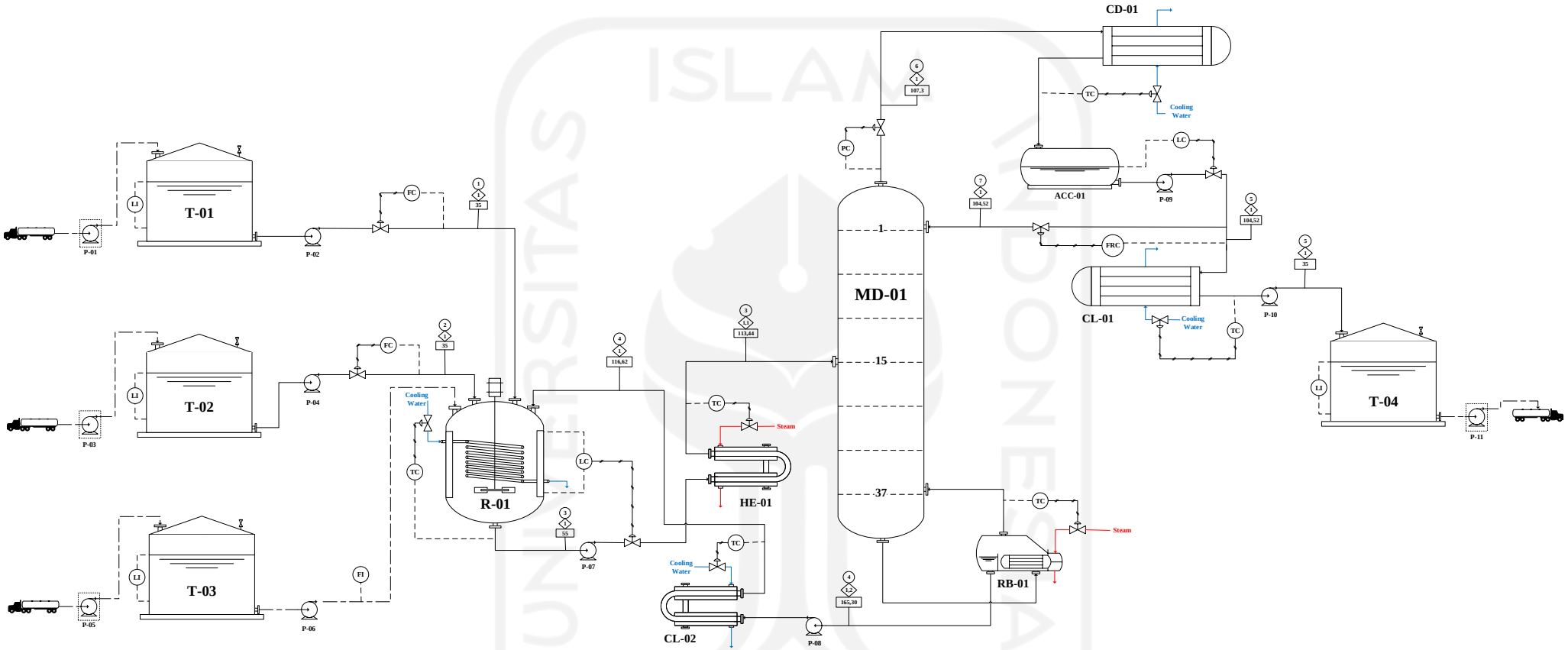
Karena yang mengalir dalam tube adalah air, s (spesific gravity) = 1, pendingin termasuk non viscous dan perbedaan suhu tidak terlalu besar, sehingga bisa diasumsikan μ=μw, maka θt=1.

$$\Delta\,\text{Pt} = \frac{\text{f x v}^2\ \text{x L}}{5{,}22\ \text{x}\ 10^{10}\ \text{x ID x s x}\ \theta\text{t}} = 2{,}16.10^{-08}$$

ΔPt < 2 psi maka desain dapat diterima

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DARI ASAM ASETAT DAN HIDROGEN PEROKSIDA KAPASITAS 35000 TON/TAHUN



Komponen	Arus (kg/jam)						
	1	2	3	4	5	6	7
H_2O	54,57	845,38	1318,61	-	1318,61	1658,27	339,66
CH_3COOOH	-	-	1767,69	-	1767,69	2223,03	455,34
CH_3COOH	2673,87	-	1395,55	117,23	1278,32	1607,60	329,28
H_2O_2	-	845,38	790,81	736,24	54,57	68,62	14,06
H_2SO_4	-	-	1060,82	1060,82	-	-	-
Total	2728,44	1690,75	6333,48	1914,29	4419,19	5557,53	1138,34

Keterangan					
R	Reaktor		Nomor Arus	FC	Flow Control
MD	Menara Distilasi		Tekanan	LC	Level Control
HE	Heater		Suhu	TC	Temperature Control
CL	Cooler		Arus proses	LI	Level Indicator
CD	Condensor		Arus backup	FI	Flow Indicator
RB	Reboiler		Control Valve	FRC	Flow Ratio Control
ACC	Accumulator		Sinyal Pneumatic		
T	Tangki		Sinyal Electric		
P	Pompa				

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DARI ASAM ASETAT DAN HIDROGEN PEROKSIDA KAPASITAS 35000 TON/TAHUN

Disusun oleh :
Muhammad Fahrianto 18521150
Muh. Wahyu Prasetyo 18521157

Dosen Pembimbing :
Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.
Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Fahrianto
   No. MHS : 18521150
2. Nama Mahasiswa : Muh. Wahyu Prasetyo
   No. MHS : 18521157

Judul prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DARI ASAM ASETAT DAN HIDROGEN PEROKSIDA

Mulai bimbingan : 13 Mei 2022

Batas Akhir Bimbingan : 9 Mei 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf dosen
1	28 Jun 22	Penentuan kapasitas pabrik	
2	4 Jul 22	Pemilihan proses	
3	20 Jul 22	Diagram blok, dan neraca massa	
4	27 Jul 22	Neraca massa dan perancangan reaktor	
5	10 Ags 22	Revisi reaktor	
6	29 Sep 22	Menara Distilasi	
7	6 Okt 22	PEFD dan Tangki	
8	10 Nov 22	Neraca panas, alat penukar panas, dan pompa	
9	17 Nov 22	Naskah	

Dosen Pembimbing 1

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Fahrianto
   No. MHS : 18521150
2. Nama Mahasiswa : Muh. Wahyu Prasetyo
   No. MHS : 18521157

Judul prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK ASAM PERASETAT DARI ASAM ASETAT DAN HIDROGEN PEROKSIDA

Mulai bimbingan : 13 Mei 2022

Batas Akhir Bimbingan : 9 Mei 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf dosen
1	18 Jun 22	Cara penentuan kapasitas pabrik	
2	21 Jul 22	Diagram alir dan neraca massa	
3	26 Okt 22	Lokasi, tata letak pabrik, dan struktur organisasi	
4	1 Nov 22	Lokasi, tata letak pabrik, dan struktur organisasi	
5	4 Nov 22	Utilitas	
6	9 Nov 22	Utilitas	
7	11 Nov 22	Evaluasi Ekonomi	
8	16 Nov 22	Evaluasi Ekonomi	

Dosen Pembimbing 2

16/11 22

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