

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DIHIDRAT DARI
GLUKOSA DAN ASAM NITRAT DENGAN KAPASITAS 10.000
TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Juliastri Farahumaina R. Gani

Nama : Ditamara Husadany

NIM : 17521065

NIM : 17521078

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

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DIHIDRAT DARI
GLUKOSA DAN ASAM NITRAT DENGAN KAPASITAS 10.000
TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Juliastri Farahumaina R.Gani Nama : Ditamara Husadany
No. Mhs : 17521065 No.Mhs : 17521078

Yogyakarta, 03 Agustus 2021

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

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



Juliastri Farahumaina R.Gani



Ditamara Husadany

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DIHIDRAT DARI GLUKOSA DAN
ASAM NITRAT DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Juliastri Farahumaina R.Gani
No. Mhs : 17521065

Nama : Ditamara Husadany
No.Mhs : 17521078

Yogyakarta, 03 Agustus 2021

Pembimbing I

PembimbingII



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



Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DIHIDRAT DARI GLUKOSA DAN
ASAM NITRAT DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Juliastri Farahumaina R.Gani Nama : Ditamara Husadany
No. Mhs : 17521065 No.Mhs : 17521078

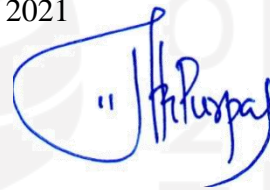
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 10 Agustus 2021

Tim Penguji

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.
Ketua Penguji

Agus Taufiq, Ir., M.Sc.
Penguji I

Lucky Wahyu Nuzulia Setyaningsih, S.T., M.Eng.
Penguji II



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Tekonologi Industri



Dr. Suharno Rusdi

NIP 845210102

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Asam Oksalat Dari Glukosa dan Asam Nitrat menggunakan dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya yang senantiasa memberikan kemudahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti-hentinya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
5. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman – teman Teknik Kimia 2017 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.

8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 03 Agustus 2021



Juliastri Farahumaina R.Gani



Ditamara Husadany

LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Risno Gani dan Ibu Astuti Djumati serta adik-adik saya dan juga keluarga gani dan keluarga husein yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luar biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Ditamara Husadany sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

H&M Grup dan teman terdekat saya dari mahasiswa baru sampai saat ini. Terima kasih telah menerima segala suka duka selama perkuliahan. Terima kasih telah menjadi rekan hebat yang bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepan nya.

Teknik Kimia UII 2017, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Juliastri Farahumaina R.Gani)

LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Rustam dan Ibu Endang Widyawati serta adik-adik saya yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luas biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Juliastri Farahumaina R.Gani sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

H&M Grup dan teman terdekat saya dari jaman mahasiswa baru sampai saat ini. Terima kasih telah menerima segala suka duka selama perkuliahan. Terima kasih telah menjadi wanita hebat yang bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepannya.

Teknik Kimia UII 2017, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Ditamara Husadany)

ABSTRAK

Asam oksalat dihidrat memiliki peran cukup penting dalam dunia industri seperti industri pengolahan logam dan industri tekstil. Indonesia merupakan negara pengimpor asam oksalat dihidrat dengan kebutuhan yang relatif meningkat setiap tahunnya. Hal ini disebabkan karena belum adanya pabrik yang memproduksi asam oksalat dihidrat di Indonesia. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirancanglah pabrik asam oksalat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun menggunakan bahan baku glukosa sebanyak 1118,5 kg/jam dan asam nitrat sebanyak 6990,6 kg/jam. Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2026 berlokasi di Lampung Selatan. Pabrik didirikan untuk memenuhi kebutuhan asam oksalat dihidrat dalam negeri serta untuk ekspor ke luar negeri. Reaksi antara glukosa dan asam nitrat memerlukan katalis V_2O_5 berlangsung pada fase cair-cair, bersifat eksotermis dengan suhu operasi $58^\circ C$, tekanan 1 atm dan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Unit utilitas pada pabrik diperlukan untuk menyediakan keperluan seperti air pendingin, air proses, steam, listrik, bahan bakar, udara tekan dan lain-lain. Kebutuhan utilitas meliputi air sebanyak 167,313 kg/jam dan kebutuhan listrik sebesar 83 kW. Pabrik ini memerlukan modal tetap Rp152.772.363.228, modal kerja Rp332.621.332.947, dan biaya produksi Rp358.958.096.364. Berdasarkan evaluasi ekonomi yang dilakukan, pabrik ini tergolong low risk dengan nilai Pay Out Time (POT) sebelum pajak adalah 2,4 tahun dan POT setelah pajak adalah 3 tahun, Return On Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 33,41% dan ROI setelah pajak sebesar 25,06%, dan Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 8,54% pertahun. Berdasarkan analisa ekonomi yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik Asam Oksalat dari Asam Nitrat dan Glukosa dengan kapasitas 10.000 ton per tahun ini menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata-kata kunci : asam oksalat dihidrat, glukosa, asam nitrat

ABSTRACT

Oxalic acid dihydrate has a fairly important role in the industrial world such as the metal processing industry and the textile industry. Indonesia is an importer country of oxalic acid dihydrate with relatively increasing needs annually due to the absence of factories producing oxalic acid dihydrate in Indonesia. Based on the background, the oxalic acid dihydrate factory is designed with a capacity of 10.000 tons/year using glucose raw materials as much as 1118,5 kg/hour and nitric acid as much as 6990,6 kg/hour. The plant will be established in 2026 located in South Lampung to fulfill the needs of domestic oxalic acid dihydrate as well as for export to overseas. The reaction between glucose and nitric acid requires the V_2O_5 catalyst to take place in the liquid-liquid phase, extermis with operating temperature $58^{\circ}C$, pressure 1 atm, and using continuous stirred tank reactor (CSTR). Utility units on the plant are required to provide purposes such as cooling water, water process, steam, electricity, fuel, air press, and others. Utility needs include water as much as 167,313 kg/hour and electricity needs of 83 kW. This plant requires a fixed capital of Rp152.772.363.228, working capital of Rp332.621.332.947, and production cost of Rp358.958.096.364. Based on the economic evaluation conducted, this factory is relatively low risk with the value of Pay Out Time (POT) before tax is 2.4 years and POT after tax is 3 years, Return On Investment (ROI) before tax of 33,41% and ROI after tax amounted to 25,06%, and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) amounted to 8,54% per year. Based on the economic analysis done, it can be concluded that the oxalic acid from nitric acid and glucose with a capacity of 10.000 tons per year is economically interesting and worth to be studied further.

Keywords : oxalic acid dehydrate, glucose, nitric acid

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.1.2 Tujuan.....	1
1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.2.1 Kebutuhan asam oksalat dalam negeri	2
1.2.2 Kapasitas Pabrik Asam Oksalat di Dunia.....	3
1.3 Tinjauan Pustaka	4
1.3.1 Oksidasi Karbohidrat dengan Asam Nitrat.....	4
1.3.2 Proses Ethylene Glicol.....	5
1.3.3 Proses Propilena	5
BAB II.....	9
PERANCANGAN PRODUK.....	9
2.1 Spesifikasi Produk.....	9
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	10
2.2.1 Bahan Baku.....	10
2.2.2 Bahan Pendukung	11
2.3 Pengendalian Kualitas	12
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	12
2.3.2 Pengendalian Proses Produksi	12
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	13
BAB III	14
PERANCANGAN PROSES.....	14

3.1	Uraian Proses.....	14
3.2	Spesifikasi Alat	16
3.3	Perencanaan Produksi	27
3.3.1	Analisa Kebutuhan Bahan Baku.....	27
3.3.2	Analisa Kebutuhan Peralatan Proses	27
BAB IV		28
PERANCANGAN PABRIK.....		28
4.1	Lokasi Pabrik.....	28
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	30
4.3	Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Mechines Layout</i>).....	33
4.4	Alir Proses dan Material.....	35
4.5	Neraca Massa Total	36
4.6	Neraca Massa per Alat	38
4.7	Neraca Panas per Alat	40
4.8	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	43
4.9	Organisasi Perusahaan.....	55
4.10	Evaluasi Ekonomi	71
BAB V		84
PENUTUP.....		84
5.1	Kesimpulan.....	84
5.2	Saran.....	84
DAFTAR ISI.....		86
LAMPIRAN.....		88
LAMPPIRAN A		88
LAMPPIRAN B		107

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Asam Oksalat di Indonesia	2
Tabel 1. 2 Daftar Pabrik dan Kapasitas Produksi	3
Tabel 1. 3 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Oksalat.....	6
Tabel 1. 4 Keuntungan dan Kerugian Proses Pembuatan Asam Oksalat	7
Tabel 2.1 Spesifikasi Asam Oksalat Dihidrat	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Nitrogen Monoksida.....	10
Tabel 2.3 Spesifikasi Glukosa dan Asam Nitrat	10
Tabel 2.4 Spesifikasi Bahan Pendukung.....	11
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Bahan Baku	16
Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor-01 dan Reaktor-02	17
Tabel 3.3 Spesifikasi Crystalizer (CR-01)	18
Tabel 3. 4 Spesifikasi <i>Crystalizer</i> (CR-01).....	19
Tabel 3. 5 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	19
Tabel 3. 6 Spesifikasi Mixer	20
Tabel 3. 7 Spesifikasi Bin (B-01)	20
Tabel 3. 8 Spesifikasi Conveyer	21
Tabel 3. 9 Spesifikasi Belt Elevator.....	21
Tabel 3. 10 Spesifikasi Silo	22
Tabel 3. 11 Spesifikasi Blower (BL-01)	22
Tabel 3. 12 Spesifikasi Pompa.....	23
Tabel 3. 13 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	24
Tabel 3. 14 Kebutuhan Bahan Baku	27
4. 1 Rincian area bangunan pabrik asam oksalat	31
4. 2 Neraca Massa Total.....	37
4. 3 Neraca Massa pada Mixer (M-01)	38
4. 4 Neraca Massa pada Reaktor 1 (R-01)	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Asam Oksalat Dihidrat di Indonesia	3
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik	28
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Asam Oksalat Skala 1:1000	32
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Skala 1:1000	34
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif	35
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif	36
Gambar 4. 6 Diagram Alir Utilitas	54
Gambar 4. 7 Struktur Organisasi	57
Gambar 4. 8 Korelasi Kapasitas Produksi terhadap Nilai Ekonomi Pabrik.	83



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memproduksi gula tebu. Pada industri pengolahan gula tebu terdapat produk samping berupa glukosa. Glukosa merupakan bahan baku utama pada produksi asam oksalat. Asam oksalat mempunyai rumus $C_2H_2O_4$ yang berbentuk kristal, tidak berwarna dan transparan, tidak berbau dan higroskopis. Asam oksalat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku utama maupun bahan pendukung industri-industri tertentu. Kebutuhan asam oksalat digunakan antara lain sebagai *metal treatment*, *oxalate coating*, pembersih tenun dan zat warna, pewarnaan wool dan sebagainya. (Faisol Asip, 2015)

Indonesia merupakan negara yang masih ketergantungan terhadap beberapa bahan-bahan kimia sebagai bahan baku utama maupun pendukung yang diimpor dari luar negeri. Salah satu contohnya adalah asam oksalat. Untuk itu, perlu dilakukan usaha dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri dan untuk mengurangi konsumsi bahan kimia dari luar negeri.

Industri-industri di Indonesia belum sepenuhnya dapat memenuhi sendiri kebutuhan asam oksalat sehingga masih bergantung pada negara lain dengan mengimpor dari luar negeri. Dimana untuk keperluan impor produk luar negeri akan membutuhkan pengeluaran yang lebih tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut maka terdapat peluang untuk membangun pabrik asam oksalat sehingga dapat mengurangi konsumsi produk-produk impor dari luar negeri. Dengan didirikannya pabrik asam oksalat, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan asam oksalat dalam negeri dan dapat memenuhi kebutuhan ekspor luar negeri.

1.1.2 Tujuan

Prarancangan pabrik asam oksalat dari glukosa dan asam nitrat bertujuan:

1. Untuk memenuhi kebutuhan asam oksalat dalam negeri
2. Untuk meningkatkan pendapatan negara pada sektor industri.
3. Untuk mendapatkan keuntungan dari pabrik yang didirikan.
4. Untuk meningkatkan perkembangan industri-industri baru yang menggunakan asam oksalat sebagai bahan baku utama maupun bahan pendukung.

5. Untuk menciptakan lapangan pekerjaan dan turut serta berupaya dalam mengurangi angka pengangguran.

1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas pabrik asam oksalat ada beberapa pertimbangan, yaitu prediksi kebutuhan asam oksalat di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik yang sudah digunakan.

1.2.1 Kebutuhan asam oksalat dalam negeri

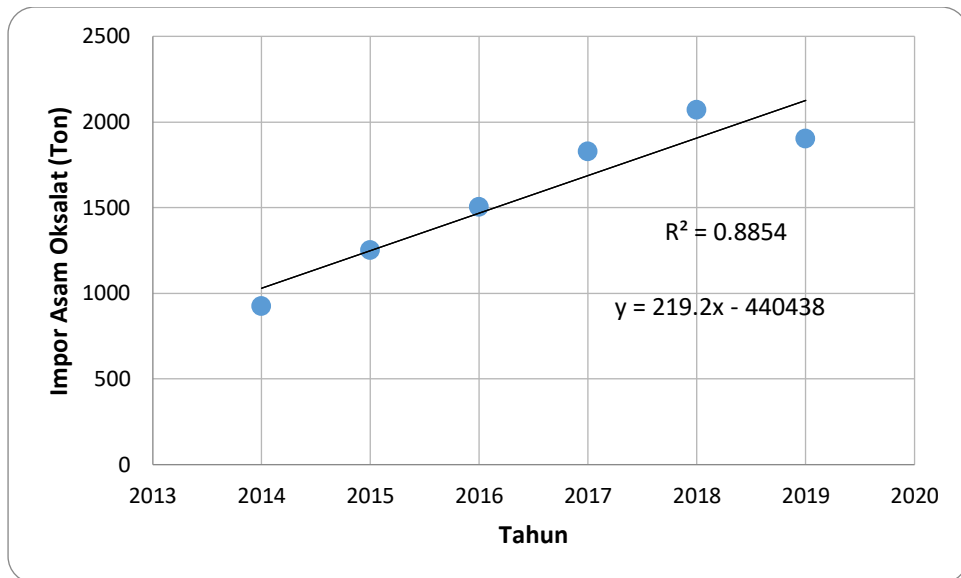
Data kebutuhan asam oksalat dalam negeri pada tahun 2014-2019 berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia ditunjukkan pada Table 1.1

Tabel 1. 1 Data Impor Asam Oksalat di Indonesia

Tahun	Data Impor (ton)
2014	921
2015	1.250
2016	1.502
2017	1.826
2018	2.068
2019	1.900

(Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia, 2020)

Berdasarkan Tabel 1.1, maka dapat diproyeksikan besarnya kebutuhan impor asam oksalat di Indonesia pada tahun 2026 dengan menggunakan metode regresi linear. Hasil regresi linear dari data impor tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.1 dengan persamaan $y = 219.2x - 440438$ dan $R^2 = 0.8854$. Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka didapatkan proyeksi kebutuhan impor asam oksalat di Indonesia pada tahun 2026 sebesar 3661.2 ton.



Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Asam Oksalat Dihidrat di Indonesia

1.2.2 Kapasitas Pabrik Asam Oksalat di Dunia

Tabel 1.2 Menunjukkan daftar pabrik asam oksalat yang ada di dunia beserta kapasitas produksinya.

Tabel 1. 2 Daftar Pabrik dan Kapasitas Produksi

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Indian Oxalate Limited & S.R.Drugs PVD. Ltd.	7.200
Shijiazhuang Taihe Chemical Co.,Ltd.	20.000
Fujian Shaowu Fine Chemical Factory	55.000
HeFei DongFeng General Chemicals Plant	60.000

(Sumber : website masing-masing pabrik)

Kapasitas produksi asam oksalat yang akan didirikan pada tahun 2026 diambil berdasarkan proyeksi kebutuhan asam oksalat dalam negeri yaitu sebesar 3.661 ton dan dengan mempertimbangkan kapasitas minimal pabrik yang sudah ada yaitu sebesar 7.200 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka diambil kapasitas pabrik yang akan digunakan dalam perancangan pabrik ini adalah sebesar 10.000 ton/tahun.

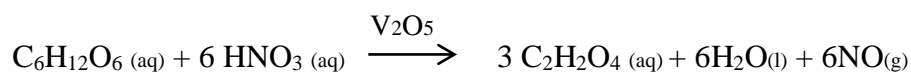
1.3 Tinjauan Pustaka

Asam oksalat mempunyai nama lain asam etanadioat merupakan suatu senyawa yang termasuk di dalam kelompok asam dikarboksilat. Asam oksalat merupakan senyawa organik bervalensi dua dan mengandung dua gugus karboksilat. Asam ini merupakan senyawa organik yang keras dan bersifat toksin. Asam oksalat memiliki struktur kristal anhidrous, berbentuk piramida rombig, tidak berbau, higroskopis, dan berwarna putih. Asam oksalat banyak digunakan dalam industri sebagai bahan baku pembuatan seluloid, rayon, bahan peledak, penyamakan kulit, pemurnian gliserol dan pembuatan zat warna selain itu asam oksalat juga dapat digunakan sebagai pembersih peralatan dari besi, katalis, reagen laboratorium. (Pamilia Coniwanti, dkk, 2008)

Dalam proses produksi asam oksalat, bahan baku utamanya adalah glukosa hasil pengolahan dari gula tebu. Asam oksalat disintesa untuk pertama pada tahun 1776 oleh Schleele dengan oksidasi gula dan asam nitrat. Beberapa proses dalam pembuatan asam oksalat diuraikan dalam bagian berikut ini:

1.3.1 Oksidasi Karbohidrat dengan Asam Nitrat

Asam oksalat diproduksi dengan cara mengoksidasi karbohidrat dengan menggunakan asam nitrat. Biasanya bahan baku yang digunakan dalam proses ini yaitu gula, glukosa, fruktosa, tepung jagung, tepung gandum, pati, tepung kentang, tongkol jagung, tapioka dan molasse. Tergantung pada ketersediaan, ekonomi, serta optimalisasi proses reaksi. Misalnya untuk bahan baku molasse atau limbah pertanian lainnya harus melalui tahap preparasi (*pemurnian*) lebih lanjut, karena molasse sebagai residu produksi dari pemurnian gula memiliki banyak senyawa yang mengandung nitrogen yang sebagian besar harus dihilangkan selama akan memasuki proses oksidasi menggunakan asam nitrat. Dan jika bahan baku berupa pati maka harus dihidrolisis menjadi glukosa. Oksidasi terjadi sesuai dengan persamaan berikut :

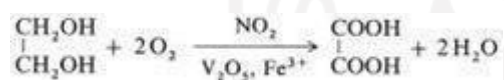


Reaksi oksidasi berlangsung pada tekanan 1 atm dan temperatur 70°C. Konsentrasi larutan glukosa yang digunakan antara 55-56 % berat di masukkan ke dalam reaktor. Asam nitrat 90 % ditambahkan secara perlahan-lahan dan dikontrol suhunya sampai $\pm 70^\circ\text{C}$, reaksinya eksotermis, sehingga perlu didinginkan. Cara ini ditemukan oleh “Scheele” pada

tahun 1776. Asam oksalat diproduksi dengan mengoksidasi karbohidrat seperti glukosa, sukrosa, *starch*, *dextrin* dan selulosa dengan menggunakan asam nitrat, biasanya untuk proses ini bahan yang digunakan adalah bahan yang banyak mengandung karbohidrat, misalnya glukosa. (Avira Afrianti,2015)

1.3.2 Proses Ethylene Glicol

Oksidasi etilen glikol dengan asam nitrat adalah proses satu langkah. Oksidasi dilakukan dengan adanya garam vanadium pentoksida dan besi (III), pada suhu 50 - 70°C dan tekanan atmosfer. Hanya CO₂ yang terbentuk sebagai produk sampingan. Proses asli ini telah diperbaiki oleh Mitsubishi Gas Company di Jepang. Proses yang telah dikembangkan beroperasi pada sekitar 10 bar dalam reaktor tekanan, yang mana konsentrasi asam nitrat kurang lebih 60%, asam sulfat pada suhu 80°C, dan pada tekanan dengan oksigen pada 3 - 10 bar. Etilen glikol kemudian terus dipompa masuk dengan suhu dan tekanan dipertahankan serta dengan penambahan oksigen. Persamaan keseluruhan ideal untuk reaksi ini adalah:



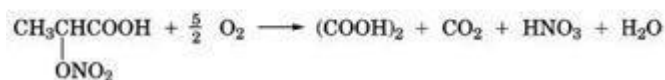
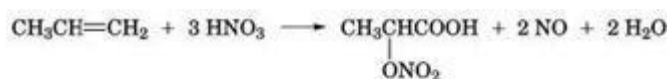
Reaksi eksotermik harus dipertahankan pada suhu 50 - 70°C dengan pendinginan yang efektif. Hasil asam oksalat, berdasarkan etilena glikol, adalah 90 - 94% dari nilai teoritis. Asam nitrat dapat digunakan kembali. Ini menunjukkan nitrogen oksida dan asam nitrat hanya bertindak sebagai katalis dan oksidasi yang sebenarnya telah dipengaruhi oleh oksigen. (Avira Afrianti,2015)

1.3.3 Proses Propilena

Pembuatan asam oksalat dengan oksidasi propylene, menggunakan gas bersih dari stok umpan pada operasi cracking minyak bumi. Oksidasi propilena dengan asam nitrat terjadi dua tahap proses. Pada tahap pertama, propilena bereaksi dengan NO₂ cair untuk menghasilkan asam intermediate, α-nitratolaktat. Tahap kedua, zat antara kemudian dioksidasi pada suhu yang lebih tinggi untuk membentuk asam oksalat. (Kirk Othmer, 2007)

Rhone-Poulenc (Prancis) mengembangkan versi modifikasi dari proses pembuatan asam oksalat atau asam laktat, atau keduanya, dari propilena. Pada tahun 1978, 65.000 ton/tahun asam oksalat diproduksi di seluruh dunia dengan menggunakan proses ini, walaupun pada tahun 1990an proses ini hanya dioperasikan oleh Rhone-Poulenc (Kirk Othmer, 2007).

Reaksi oksidasi proses Rhone-Poulenc adalah sebagai berikut :



Pada tahap pertama, propilena dicampurkan pada 10-40 ° C menjadi asam nitrat, konsentrasinya dijaga pada 50-75 wt% dan rasio molar terhadap propilena pada 0,01-0,5, sehingga terkonversi menjadi asam α -nitratolaktat dan asam laktat.

Pada tahap kedua asam α -nitratolaktik dioksidasi oleh oksigen dengan adanya katalis pada 45-100°C untuk menghasilkan asam oksida dihidrat. Secara keseluruhan dengan konsentrasi propylene lebih besar dari 90% untuk menghasilkan konversi propylene 77,5% (Kirk & Othmer, 2007).

Berikut merupakan penjelasan perbandingan proses pembuatan asam oksalat yang akan dijelaskan pada Table 1.3.

Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Oksalat

Proses/Perbandingan	Bahan Baku	Kondisi Operasi	Katalis	Sumber Kondisi
Oksidasi Karbohidrat	Glukosa	T = 71 °C P = 0,3 - 1,7 atm Y = 63-65 %	V ₂ O ₅	Kirk-Othmer
	Asam Nitrat			Glukosa.patent
	Asam Sulfat			Kirk-Othmer
	V ₂ O ₅			
	Ferric (iii) sulfate			
Etilen Glikol	Etilen Glikol	T = 80° C P = 2,9608 atm Y = 90 %	V ₂ O ₅	Sawada-Murakami
	Asam Nitrat			
	Asam Sulfat			
	V ₂ O ₅			
	NO ₂			

Propilen	Propilen	T = 10-40° C (1) ; 40-100 ° C (2) X = 77,5 % Y = 90 %	V ₂ O ₅	Sawada- Murakami
	Asam Nitrat			
	V ₂ O ₅			
	NO ₂			

Berikut juga penjelasan mengenai keuntungan dan kerugian pada tiap-tiap proses yang dijelaskan pada table 1.4

Tabel 1. 4 Keuntungan dan Kerugian Proses Pembuatan Asam Oksalat

Metode	Keuntungan	Kerugian
1.Oksidasikarbohidrat	* Dihasilkan asam oksalat dalam jumlah yang cukup besar (yield 65%)	*Diperlukan katalis V ₂ O ₅ /Fe ³⁺ .
	*Bahan baku mudah didapat	
2. Etilen glikol	*Dihasilkan asam oksalat dengan yield >90%	*Diperlukan katalis V ₂ O ₅ /Fe ³⁺ .
		*Menggunakan bahan baku (etilen glikol) yang mahal
3. Proses propilen	* Dihasilkan asam oksalat dengan konversi 75%	* Proses yang digunakan cukup sulit

Dari beberapa proses pembuatan asam oksalat diatas, proses oksidasi karbohidrat dengan asam nitrat merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam industri, karena dari aspek teknis proses ini lebih baik dibandingkan proses lainnya. Untuk skala industri, aspek ini dipilih dengan penimbangan bahwa secara teknik ditinjau dari kondisi operasinya, reaksi berlangsung pada tekanan dan suhu yang relatif rendah, sehingga dapat memperkecil kebutuhan energi, selain itu proses ini lebih ekonomis dengan bahan baku yang mudah didapat dan lebih murah.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Produk yang akan dihasilkan berupa asam oksalat dihidrat dengan spesifikasi yang akan dijelaskan pada table 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Spesifikasi Asam Oksalat Dihidrat

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	$C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$
Berat molekul	126 gr/mol
Wujud	Padatan Kristal (T = 30°C & P = 1 atm)
Warna	Putih
ΔH_f (18°C)	-1422 kJ/mol
Densitas	1,653 gr/cm ³
Titik leleh	101,5 °C
Kemurnian	99% (1% impuritas H ₂ O)
pH (0,1 M)	1,3
Kelarutan (25°C)	Larut dalam 14,3 gr/100 ml air

Produk samping yang juga akan dihasilkan berupa gas nitrogen monoksida, berikut merupakan spesifikasi dari nitrogen monoksida yang akan dijelaskan pada tabel 2.2:

Tabel 2.2 Spesifikasi Nitrogen Monoksida

Komponen	Keterangan
Rumus molekul	NO
Berat molekul	30 gr/mol
Wujud	Gas (T = 70°C & P = 1 atm)
Warna	Jernih (tidak berwarna)
ΔH_f	90,29 kJ/mol
Densitas	1,3402 gr/cm ³
Kelarutan (20°C)	Larut dalam 0,0056 gr/100 ml air

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Bahan Baku

Dalam proses pembuatan asam oksalat bahan utama yang digunakan yaitu glukosa yang direaksikan dengan asam nitrat, berikut Tabel 2.3 menjelaskan tentang spesifikasi glukosa dan asam nitrat :

Tabel 2.3 Spesifikasi Glukosa dan Asam Nitrat

Spesifikasi	Bahan Baku	
	Glukosa	Asam Nitrat
Rumus Molekul	C ₆ H ₁₂ O ₆	HNO ₃
Wujud	Cair	Cair
Berat Molekul	180,16 g/mol	63,01 g/mol
Kemurnian	80%	65%
Densitas	1033,0215 kg/m ³	1500,6008 kg/m ³
Kapasitas Panas	485,0654 kJ/kmol.K	110,9239 kJ/kmol.K
Viskositas	1,54 cP	0,7602 cP
Titik Didih	104 °C	120,5 °C

2.2.2 Bahan Pendukung

Bahan pendukung yang digunakan dalam pembuatan asam oksalat yaitu katalis vanadium pentoksida (V_2O_5), berikut spesifikasi katalis yang akan dijelaskan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Spesifikasi Bahan Pendukung

Spesifikasi	Bahan Pendukung	
	Asam Sulfat	Katalis
Rumus Molekul	H_2SO_4	V_2O_5
Wujud	Cair	Padat
Berat Molekul	98,08 g/mol	181,88 g/mol
Kemurnian	93%	98%
Densitas	1826,9712 kg/m ³	3357 kg/m ³
Kapasitas Panas	140,6841 kJ/kmol.K	133,8569 kJ/kmol.K
Viskositas	19,7219	2,07 cP
Titik Didih	288 °C	1.750 °C

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas bertujuan untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan yang telah ditentukan. (Sofjan Assauri, 1998).

Pengendalian kualitas yang dilaksanakan dengan baik akan memberikan dampak terhadap kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Standar kualitas meliputi persiapan bahan baku, proses produksi sampai pada produk akhir dan disesuaikan dengan standar yang ditetapkan (M.N. Nasution, 2005). Adapun pengendalian yang dilakukan:

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas produksi asam oksalat dengan bahan baku utama berupa glukosa, asam nitrat dan vanadium pentoksida sebagai katalis dilakukan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada proses produksi. Oleh karena itu, diperlukan pengujian seperti densitas, viskositas, kemurnian dan kadar komposisi bahan baku.

2.3.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan sistem kontrol.

2.3.2.1 Alat sistem kontrol

Pengendalian proses produksi dilakukan dengan alat sistem kontrol secara otomatis maupun secara manual yang menggunakan indikator. Apabila terdapat penyimpangan indikator pada saat proses produksi maka dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan berupa bunyi alarm maupun nyala lampu. Berikut ini alat- alat kontrol yang digunakan antara lain:

a) Temperature Control (TC)

Pengendali suhu berfungsi untuk mengontrol suhu dalam alat proses, yang apabila belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan atau terjadi penyimpangan akan menimbulkan masalah dan akan ditandai dengan isyarat berupa bunyi alarm dan nyala lampu.

b) Flow Control (FC)

Pengendali aliran masuk dan keluar digunakan untuk mengatur kecepatan aliran fluida dalam pipa atau unit proses lainnya. Perbedaan tekanan antara aliran masuk dan keluar dapat berpengaruh terhadap laju alir sehingga diperlukan *Flow Control*.

c) Level Control (LC)

Level Control digunakan untuk mengatur ketinggian (*level*) cairan dalam suatu alat dimana cairan tersebut bekerja. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi dari sebuah *control valve*, yaitu dengan mengatur laju cairan masuk atau keluar proses.

2.3.2.2 Aliran Sistem Kontrol

- a) Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*. Menggunakan simbol (\neq)
- b) Aliran elektrik (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller* menggunakan simbol : (----)
- c) Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan *level*) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*. Pada proses ini sebesar 80 – 85%.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produksi merupakan kegiatan yang sangat penting dalam suatu industri. Hal ini dikarenakan semua kegiatan produksi akan dikendalikan terhadap proses yang ada dengan cara sistem kontrol agar produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan dan meminimalisir penyimpangan-penyimpangan yang mungkin terjadi.

BAB III

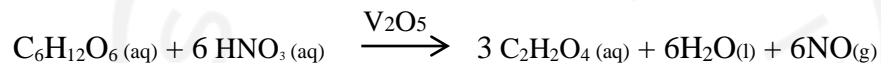
PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Reaksi dan Kondisi Operasi

Asam oksalat dihidrat dibuat dengan bahan baku glukosa dan asam nitrat dengan proses oksidasi karbohidrat. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis menggunakan katalis Vanadium Pentoksida.

Reaksi pembuatan asam oksalat adalah sebagai berikut :



Reaksi berlangsung pada fase cair dengan suhu operasi 58° C, tekanan 1 atm, dan yield sebesar 76%. Produk yang dihasilkan dari reaksi tersebut adalah asam oksalat anhidrat, air, dan gas nitrogen monoksida. Karena reaksi berlangsung secara eksotermis, maka akan terjadi peningkatan suhu yang akan menyebabkan penurunan yield. Jadi, untuk mempertahankan suhu agar tetap konstan, reaktor harus dijalankan pada kondisi isothermal dengan menggunakan pendingin berupa coil pendingin.

3.1.2 Langkah Proses

Langkah pembuatan asam oksalat dengan proses oksidasi karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi 3 langkah proses :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan glukosa dan asam nitrat sebelum direaksikan dalam reaktor. Bahan baku yang digunakan adalah glukosa 80% dengan asam nitrat 65%.

a. Unit persiapan glukosa

Bahan baku glukosa 80% dialirkan dari tangki penyimpanan glukosa (T-01) dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm lalu diumpungkan menggunakan pompa (P-01) menuju *heater* (HE-01) untuk dinaikkan suhunya menjadi 58°C selanjutnya dialirkan ke bagian proses yaitu menuju reaktor (R-01).

b. Unit persiapan katalis vanadium pentoksida dan asam sulfat

Katalis V_2O_5 dari bin (B-01), larutan asam nitrat (HNO_3) dari tangki penyimpanan asam nitrat (T-02) dan larutan asam sulfat (H_2SO_4) dari tangki penyimpanan asam sulfat (T-03) dengan kondisi operasi bin dan tangki pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm diumpankan menuju mixer (M-01) menggunakan *belt conveyor* (BC-01) dan *bucket elevator* (BE-01). Kemudian hasil keluaran *mixer* diumpankan menggunakan pompa (P-05) menuju *heater* (HE-02) untuk dinaikkan suhunya menjadi $58^\circ C$ selanjutnya dialirkan ke bagian proses yaitu menuju reaktor (R-01) menggunakan pompa (P-07).

2. Tahap Sintesis Produk

Glukosa diumpankan ke (R-01) dari tangki penyimpanan (T-01), lalu asam nitrat, asam sulfat berasal dari tangki penyimpanan dan katalis V_2O_5 berasal dari bin penyimpanan (B-201) diumpankan ke dalam mixer lalu diumpankan ke reaktor (R-01) setelah kondisi operasinya disesuaikan dengan kondisi operasi reaktor. Jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB), dengan terdapat aliran udara masuk pada reaktor (R-01) dan (R-02). Hasil keluaran reaktor (R-01) adalah asam oksalat anhidrat, air, gas nitrogen monoksida, asam sulfat, dan katalis. Asam oksalat anhidrat dan air merupakan hasil bawah reaktor (R-01) yang akan diumpankan ke reaktor (R-02) sedangkan hasil atas reaktor (R-01) berupa gas nitrogen monoksida akan diumpankan ke UPL. Hasil keluaran (R-02) selanjutnya diumpankan menuju *crystallizer* (CR-01).

3. Tahap Pemurnian Produk

Hasil bawah reaktor (R-02) berupa cairan yang terdiri dari asam oksalat anhidrat, air, gas nitrogen monoksida, asam sulfat, dan katalis diumpankan menuju *crystallizer* (CR). Pada *crystallizer* terjadi proses kristalisasi asam oksalat dihidrat ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$). Sehingga cairan sisa glukosa, sisa sukrosa dan air yang keluar dari kristalizer berupa *slurry*. Keluaran *crystallizer* (CR) selanjutnya diumpankan menuju centrifuge (CF) untuk mengurangi sebagian besar kandungan larutan asam oksalat anhidrat, air, asam sulfat, glukosa dan katalis yang akan dibuang ke unit pengolahan limbah (UPL).

Hasil keluaran centrifuge lalu diumpankan menuju *rotary dryer* (RD) pada suhu 45°C dengan menggunakan *belt conveyor* (BC-02). Pada *rotary dryer*, kristal asam oksalat dihidrat dikontakkan dengan udara panas yang bersuhu 60°C yang dialirkan dari (HE-03) agar membawa kandungan air yang masih ada pada kristal asam oksalat dihidrat sehingga akan menghasilkan kristal asam oksalat dihidrat dengan kemurnian 99%. H₂O keluar dari *rotary dryer* dalam fase gas yang terikut pada udara panas yang akan diolah kembali di UPL. Hasil keluaran dari *rotary dryer* kemudian diangkat menggunakan *belt conveyor* (BC-03) dan (BE-02) menuju silo (S-01).

3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Spesifikasi Tangki Bahan Baku

Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Bahan Baku

Tangki	Tangki-01	Tangki-02	Tangki-03
Kode	T-01	T-02	T-03
Fungsi	Menyimpan bahan baku asam glukosa (C ₆ H ₁₂ O ₆) 80% selama 14 hari.	Menyimpan bahan baku asam nitrat (HNO ₃) 65% selama 14.	Menyimpan bahan pembantu asam sulfat (H ₂ SO ₄) 93% selama 14 hari.
Jenis	Silinder Tegak dengan alas datar dan tutup <i>conical</i>	Silinder Tegak dengan alas datar dan tutup <i>Conical</i>	Silinder Tegak dengan alas datar dan tutup <i>Conical</i>
Bahan	<i>Stainless Steel</i> SA-240 tipe 316	<i>Stainless Steel</i> SA-240 tipe 316	<i>Stainless Steel</i> SA-240 tipe 316
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Temperatur	30°C	30°C	30°C
Diameter Tangki	13,71 m	21,33 m	6,09 m
Tinggi Tangki	5,48 m	7,31 m	5,48 m
Volume tangki	692,56 m ³	2172 m ³	446,05 m ³
Jumlah	1	1	1
Harga	\$ 400.600	\$ 597.700	\$ 343.400

3.2.2 Spesifikasi alat proses

Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor-01 dan Reaktor-02

Kode	R-01 dan R-02
Fungsi	Mereaksikan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dengan asam nitrat (HNO_3) menjadi asam oksalat ($C_2H_2O_4$)
Jenis	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan	<i>Stainless Stell SA 299 grade 3 type 302</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur	58 ⁰ C
Dimensi Reaktor	
- Diameter Reaktor	4,43 m
- Tinggi Reaktor	8,87 m
- Volume Reaktor	137,41 m ³
Pengaduk	
- Jenis <i>impeller</i>	<i>Turbin with 6 flat blade</i>
- Diameter pengaduk	1,48 m
- Kecepatan pengadukan	63,98 rpm
- <i>Power</i> pengadukan	130 Hp
Tipe Pendingin	Coil Pendingin
Jumlah	2
Harga	\$ 9.958.749

Tabel 3.3 Spesifikasi Crystalizer (CR-01)

Kode	CR-01
Fungsi	Mengkristalkan asam oksalat cair menjadi asam oksalat padat
Jenis	<i>Continous Stirred Tank Crystallizer</i>
Bahan	<i>Stainless Stell</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur	30°C
Spesifikasi	
- Tinggi	2,19 m
- Volume	4,34 m ³
- Diameter	2,08 m
Pengaduk	
- Jenis <i>impeller</i>	<i>Turbin with 6 flat blade</i>
- Diameter pengaduk	0,7 m
- Kecepatan pengadukan	190 rpm
<i>Power</i>	7 1/2 Hp
Tipe Pendingin	Jaket Pendingin
Jumlah	1
Harga	\$ 148.500

Tabel 3. 4 Spesifikasi *Centrifuge* (CF-01)

Kode	CF-01
Fungsi	Memisahkan padatan dari <i>Crystalizer</i> sebelum diumpankan ke <i>Rotary Dryer</i>
Jenis	<i>Disc Centrifuge</i>
Bahan	<i>Stainless Stell</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur	30 ⁰ C
Spesifikasi	
-Diameter <i>bowl</i>	13 in
-Panjang <i>bowl</i>	39 in
-Kecepatan putar <i>bowl</i>	7500 rpm
<i>Power</i> motor penggerak	6 Hp
Jumlah	1
Harga	\$ 61.100

Tabel 3. 5 Spesifikasi *Rotary Dryer* (RD-01)

Kode	RD-01
Fungsi	Mengurangi kadar cairan di kristal $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$
Jenis	<i>Direct contact counter current rotary dryer</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-302 Grade B</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur	45 ⁰ C
Spesifikasi	
- Diameter <i>rotary</i>	1,40 m
- Panjang <i>rotary</i>	8,84 m
- Tebal <i>shell rotary</i>	0,18 in
<i>Power</i>	20 Hp
Jumlah	1
Harga	\$ 1.739,469

Tabel 3. 6 Spesifikasi Mixer

Kode	M-01
Fungsi	Mencampurkan katalis dengan asam sulfat (H_2SO_4) dan (HNO_3)
Jenis	Tangki silinder vertikal berpengaduk
Bahan	<i>Stainless Stell</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur	30 ⁰ C
Spesifikasi	
- Tinggi	1,26 m
- Volume	0,82 m ³
- Diameter	1,02 m
Pengaduk	
-Jenis <i>impeller</i>	<i>Turbin with 6 flat blade</i>
-Diameter pengaduk	0,33 m
-Kecepatan pengadukan	175 rpm
<i>Power</i>	1/8 Hp
Jumlah	1

Tabel 3. 7 Spesifikasi Bin (B-01)

Kode	B-01
Fungsi	Menyimpan katalis V_2O_5 selama 14 hari
Jenis	Tangki silinder vertikal, <i>conical bottom</i>
Bahan	Carbon steel SA-283 grade C
Tekanan	1 atm
Temperatur	30 ⁰ C
Spesifikasi	
- Diameter	0,72 m
- Tinggi	3,77 m
- Volume	0,65 m ³

- Tebal	0,12 in
Jumlah	1
Harga	\$ 2.700

Tabel 3. 8 Spesifikasi Conveyor

Conveyor	BC-01	BC-02	BC-03	BC-04
Kode	BC-01	BC-02	BC-03	BC-04
Fungsi	Mengangkut V ₂ O ₅ dari bin menuju BE-01	Mengangkut produk kristal asam oksalat dihidrat dari CR-01 menuju CF-01	Mengangkut produk kristal asam oksalat dihidrat dari CF-01 menuju RD-01	Mengangkut produk asam oksalat ke Belt Elevator (BE-02)
Jenis	Belt conveyor	Belt conveyor	Belt conveyor	Belt conveyor
Spesifikasi				
-Panjang	17 m	37 m	9 m	0,72 m
-Lebar	0,35 m	1 m	0,36 m	3,77 m
Power	0,05 Hp	5 Hp	0,7 Hp	0,65 Hp
Bahan	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>
Jumlah	1	1	1	1
Harga	\$ 26.300	\$ 121.391	\$ 750	\$ 15.900

Tabel 3. 9 Spesifikasi Belt Elevator

Kode	BE-01	BE-02
Fungsi	Mengangkut katalis V ₂ O ₅ dari BC-01 ke Mixer (M-01)	Mengangkut produk dari BC-03 ke gudang penyimpanan (silo-01)
Jenis	<i>Continous - Belt Elevator</i>	<i>Continous - Belt Elevator</i>
Spesifikasi		
-Tinggi	7,62 m	7,62 m
-Lebar	0,17 m	0,17 m

Power	0,56 Hp	0,7 Hp
Jumlah	1	1
Harga	\$ 15.500	\$ 15.500

Tabel 3. 10 Spesifikasi Silo

Kode	S-01
Fungsi	Menyimpan produk asam okslat dihidrat
Jenis	<i>Cilindrical Vessel dengan dasar conical</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-240 tipe 316</i>
Diameter	6 m
Tinggi <i>Shell</i>	12 m
Tinggi <i>bottom</i>	3 m
Tinggi total	15 m
Jumlah	1
Harga	\$ 100.700

Tabel 3. 11 Spesifikasi Blower (BL-01)

Kode	BL-01
Fungsi	Mengalirkan udara ke HE-07
Jenis	<i>Blower Centrifugal</i>
Diameter	6 m
Tinggi <i>Shell</i>	12 m
Tinggi <i>bottom</i>	3 m
Tinggi total	15 m
<i>Power</i>	2/3 in
Jumlah	1/8 Hp
Harga	\$ 4.900

3.2.3 Spesifikasi Pompa

Tabel 3. 12 Spesifikasi Pompa

Pompa	Pompa-01	Pompa-02	Pompa-03	Pompa-04	Pompa-05	Pompa-06
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
Fungsi	Mengalirkan bahan baku $C_6H_{12}O_6$ (Glukosa) dari tangki penyimpanan (T-01) menuju (HE-01)	Mengalirkan bahan baku HNO_3 (asam nitrat) dari tangki penyimpanan (T-02) menuju mixer (M-01)	Mengalirkan bahan baku H_2SO_4 (asam sulfat) dari tangki penyimpanan (T-03) menuju mixer (M-01)	Mengalirkan bahan baku $C_6H_{12}O_6$ (Glukosa) dari (HE-01) menuju reaktor (R-01)	Mengalirkan hasil keluaran dari mixer (M-01) menuju (HE-02)	Mengalirkan hasil keluaran dari (HE-02) menuju reaktor (R-01)
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
NPS	1,25 in	3 in	1,5 in	1,25 in	3 in	3 in
Total Head	8,910 m	1,0380 m	1,06 m	8,9140 m	8,9090	8,9030 m
Kapasitas	8.6549 gpm	56.9486 gpm	11.6899 gpm	8.8238 gpm	44.3298 gpm	45.5921 gpm
Power Pompa	0,17 Hp	0,11 Hp	0,04 Hp	0,17 Hp	0,8928 Hp	0,8922 Hp
Power Motor	0,25 Hp	0,17 Hp	0,05 Hp	0,25 Hp	1,5 Hp	1,5 Hp
Jumlah	2	2	2	2	2	2
Harga	\$ 6.400	\$ 10.800	\$ 7.100	\$ 6.400	\$ 10.200	\$ 10.300

Pompa	Pompa-07	Pompa-08	Pompa-09
Kode	P-07	P-08	P-09
Fungsi	Mengalirkan hasil keluaran reaktor (R-01) menuju reaktor (R-02)	Mengalirkan hasil keluaran reaktor (R-02) menuju <i>crystallizer</i> (CR-01)	Mengalirkan hasil keluaran <i>centrifuge</i> (CF-01) menuju UPL
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
NPS	3 in	3 in	2,5 in
Total Head	8,9020 m	2,22 m	1,0262 m
Kapasitas	59.2720 gpm	56.8241 gpm	33.0064 gpm
Power pompa	0,94 Hp	0,22 Hp	0,07 Hp
Power motor	1,5 Hp	0,33 Hp	0,12 Hp
Jumlah	2	2	2
Harga	\$ 10.800	\$ 10.700	\$ 9.100

Tabel 3. 13 Spesifikasi *Heat Exchanger*

<i>Heat Exchanger</i>	<i>Heat Exchanger-01</i>	<i>Heat Exchanger-02</i>
Kode	HE-01	HE-02
Fungsi	Menaikkan temperatur umpan larutan $C_6H_{12}O_6$ dari $30^{\circ}C$ menjadi $58^{\circ}C$ menuju (R-01)	Menaikkan temperatur umpan larutan HNO_3 65%, H_2SO_4 93% dan V_2O_5 dari $30^{\circ}C$ menjadi $58^{\circ}C$ menuju R-01
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Jumlah Hairpin	1	1
Tin Fluida dingin	$30^{\circ}C$	$30^{\circ}C$
Tout Fluida dingin	$58^{\circ}C$	$58^{\circ}C$
Tipe Pemanas	Saturated Steam	Saturated Steam

<i>Annulus</i>		
-IPS	3 in	3 in
-OD	3,5 in	3,5 in
-ID	3,06 in	3,06 in
-Panjang	8 ft	8 ft
<i>Inner Pipe</i>		
-IPS	2 in	2 in
-OD	2,28 in	2,28 in
-ID	2,06 in	2,06 in
-Panjang	8 ft	8 ft
A	4,3 ft ²	9,7 ft ²
Ud	38 Btu/jam.ft ⁰ F	77 Btu/jam.ft ⁰ F
Uc	148 Btu/jam.ft ⁰ F	125 Btu/jam.ft ⁰ F
Rd	0,02	0,005
Rd min	0,003	0,003
Jumlah	1	1
Harga	\$ 11.400	\$ 15.400

Tabel 3.14 Spesifikasi *Heat Exchanger*

<i>Heat Exchanger</i>	<i>Heat Exchanger-03</i>
Kode	HE-03
Fungsi	Memanaskan udara lingkungan menuju (RD-01)
Jenis	<i>Shell and Tube</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Dimensi <i>Shell</i>	
Diameter dalam	13 in
Baffle space	2,65 in
<i>Passes</i>	1
<i>Pressure drop</i>	0,18 psi
Dimensi <i>Tube</i>	
Diameter luar	0,75 in
Diameter dalam	0,62 in
Jumlah <i>tube</i>	34
<i>Panjang tube</i>	20 ft
<i>Pitch</i>	<i>1 in-triangular pitch</i>
Pressure drop	0,099 psi
Luas transfer panas	130 ft ²
Uc	18 Btu/jam.ft ⁰ F
Ud	7 Btu/jam.ft ⁰ F
Rd	0,09
Rd min	0,001
Harga	\$ 71.200

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Analisa kebutuhan bahan baku dilakukan untuk mengetahui ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku Asam Nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia di Jalan Jend A. Yani Cikampek, Desa Dawuan Tengah, Karawang, Jawa Barat. Sedangkan untuk bahan baku glukosa diperoleh dari PT. Budi *Starch and Sweetener* di daerah Gn. Agung, Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah.

Tabel 3. 14 Kebutuhan Bahan Baku

Komponen	Ketersediaan bahan baku (ton/tahun)
Kebutuhan Asam Nitrat (9.342) kg/jam	150.000
Kebutuhan Glukosa (1.495) kg/jam	108.000

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku asam nitrat dan glukosa di Indonesia dapat memenuhi kebutuhan bahan baku.

3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses

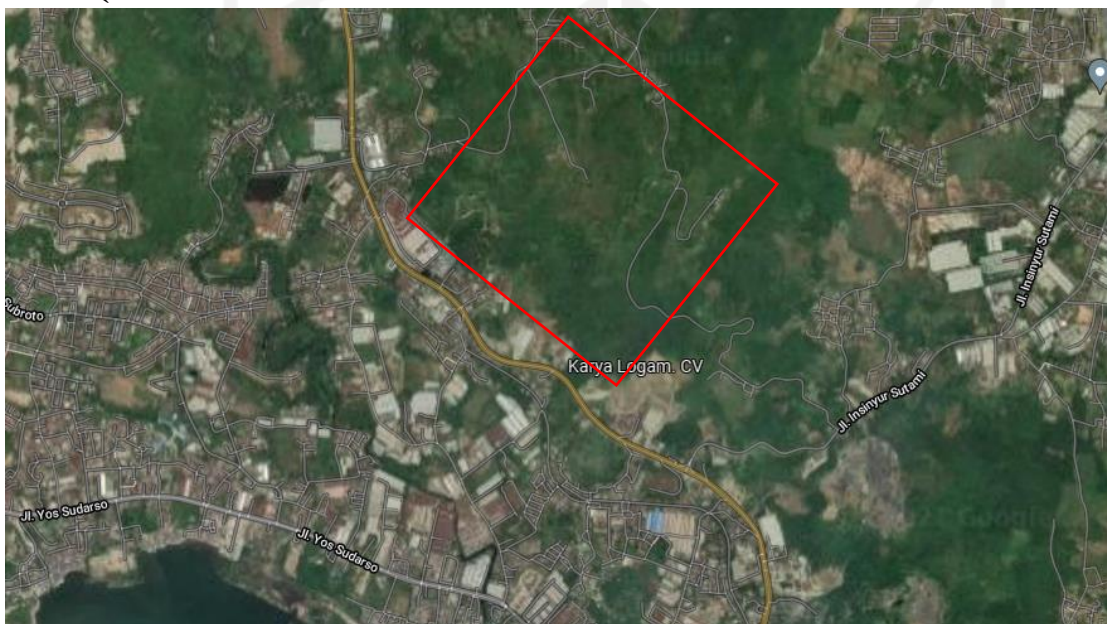
Analisa kebutuhan peralatan proses dilakukan untuk mengetahui kemampuan peralatan proses dan umur atau jam kerja dari peralatan yang digunakan, serta untuk mengetahui perawatan yang tepat untuk masing-masing peralatan yang digunakan. Dengan adanya analisis kebutuhan alat proses maka dapat diketahui berapa banyak biaya yang dibutuhkan untuk membeli peralatan proses dan untuk perawatannya.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Salah satu faktor penting dalam perancangan pabrik adalah penentuan lokasi pabrik. Lokasi pabrik sangat mempengaruhi kegiatan pabrik, baik produksi produk maupun distribusi produk. Nilai ekonomi dari pabrik yang akan didirikan juga berkaitan dengan penentuan dan pemilihan lokasi pabrik. Maka dari itu, pertimbangan yang utama dalam perancangan pabrik adalah penentuan dan pemilihan lokasi pabrik harus menjadikan produksi dan distribusi produk agar minimum.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

Perencanaan Pabrik Asam Oksalat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun akan didirikan di Lampung dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer adalah faktor yang mempengaruhi tujuan utama dari pabrik. Tujuan utama tersebut meliputi produksi dan distribusi, faktor-faktor primer yang mempengaruhi dalam penentuan dan pemilihan lokasi pabrik adalah:

1. Penyediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu faktor penting sebagai penunjang proses produksi suatu pabrik. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asam oksalat adalah

asam nitrat dan glukosa. Bahan baku asam nitrat yang akan digunakan di peroleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia di Jalan Jend A. Yani Cikampek, Desa Dawuan Tengah, Karawang, Jawa Barat dengan kapasitas produksi 150.000 ton/tahun. Sedang untuk bahan baku glukosa diperoleh dari PT. Budi *Starch and Sweetener* di daerah Gn. Agung, Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung yang memiliki kapasitas produksi sebesar 108.000 ton/tahun. Dengan demikian untuk rancangan pabrik asam oksalat yang berkapasitas 10.000 ton/tahun dapat diperkirakan jika bahan baku yang dibutuhkan masih dapat dipenuhi.

2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Jika pemasaran tepat sa, maka akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Produk asam oksalat yang telah diproduksi akan ditujukan pada pemenuhan kebutuhan dalam negeri dan untuk ekspor. Seperti yang diketahui bahwa produksi asam oksalat dihidrat sendiri belum dilakukan di dalam negeri, sehingga dengan didirikannya pabrik ini dapat membantu pemenuhan kebutuhan asam oksalat dihidrat yang sebelumnya masih impor dari negara lain. Untuk sasaran ekspor produk asam oksalat diorientasikan pada negara ASEAN khususnya Malaysia. Untuk pemasaran produk dapat dilakukan melalui jalur darat dan jalur laut sebab lokasi pendirian pabrik yang dekat dengan pelabuhan Bakauheni akan mempermudah pemasaran produk baik di dalam maupun di luar negeri.

3. Utilitas

Kebutuhan air untuk utilitas seperti air proses, air pendingin, dan air kebutuhan lainnya dapat dipenuhi dengan mudah dan murah karena lokasi pendirian pabrik tidak terlalu jauh dari laut.

4. Tenaga Kerja

Kawasan industri merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Sebagian besar dari tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana sesuai dengan kebutuhan. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja pada tenaga kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang diterima saat perekrutan merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan berkerja sebagaimana mestinya.

5. Transportasi

Pembelian bahan baku dan pendistribusian produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun laut. Untuk mempermudah lalu lintas pendistribusian produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Lampung. Wilayah Lampung terletak pada geografis yang strategis. Sarana dan prasarana lebih mudah untuk dijangkau seperti jaringan jalan, bandara, kereta api, angkutan umum serta pelabuhan. Berdasarkan pertimbangan diatas, penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting agar perusahaan dapat berjalan dengan lancar dalam menjalankan operasinya, dan wilayah Lampung memenuhi pesyaratan untuk pembangunan Pabrik Asam Oksalat.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi pabrik, sehingga terjadi hubungan yang efisien dan efektif antara karyawan, peralatan dan proses material dari bahan baku menjadi produk dan sarana prasaran seperti utilitas, taman, mushola, tempat parkir, dan lain-lain. Untuk memperoleh kondisi yang maksimal, maka ada hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik, yaitu:

- a. Pabrik Asam Oksalat yang akan didirikan merupakan pabrik baru sehingga penentuan tata letak pabrik tidak dibatasi oleh bangunan yang sudah ada.
- b. Berdasarkan data penggunaan Asam Oksalat yang terus meningkat dari tahun ke tahun maka sangat diharapkan akan ada pengembangan pabrik dimasa mendatang, untuk itu sebaiknya area perluasan pabrik disediakan.
- c. Faktor keselamatan dan keamanan terutama bahaya kebakaran. Dalam perancangan tata letak pabrik selalu diusahakan untuk memisahkan dengan jarak yang aman antara sumber api dan sumber panas dari bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak. Mengelompokkan unit-unit proses agar memudahkan pengalokasian bahaya kebakaran yang mungkin bisa terjadi.
- d. Pendistribusian yang ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- e. Fleksibelitas dalam perencanaan tata letak pabrik mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin yang ada, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tetap ekonomis.

- f. Penyediaan Service area seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan lain-lain diatur sedemikian rupa sehingga tetap terjangkau dari tempat kerja.

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

1. Daerah Perkantoran, Laboratorium dan Fasilitas Pendukung

Daerah perkantoran sebagai pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi dan keuangan pabrik. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan baku yang akan diproses dan produk yang akan dijual. Fasilitas-fasilitas Pendukung bagi karyawan seperti: klinik, kantin, mushola/masjid, dan aula.

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol.

Daerah Proses merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Sedangkan ruang kontrol sebagai tempat pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran

Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan untuk menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

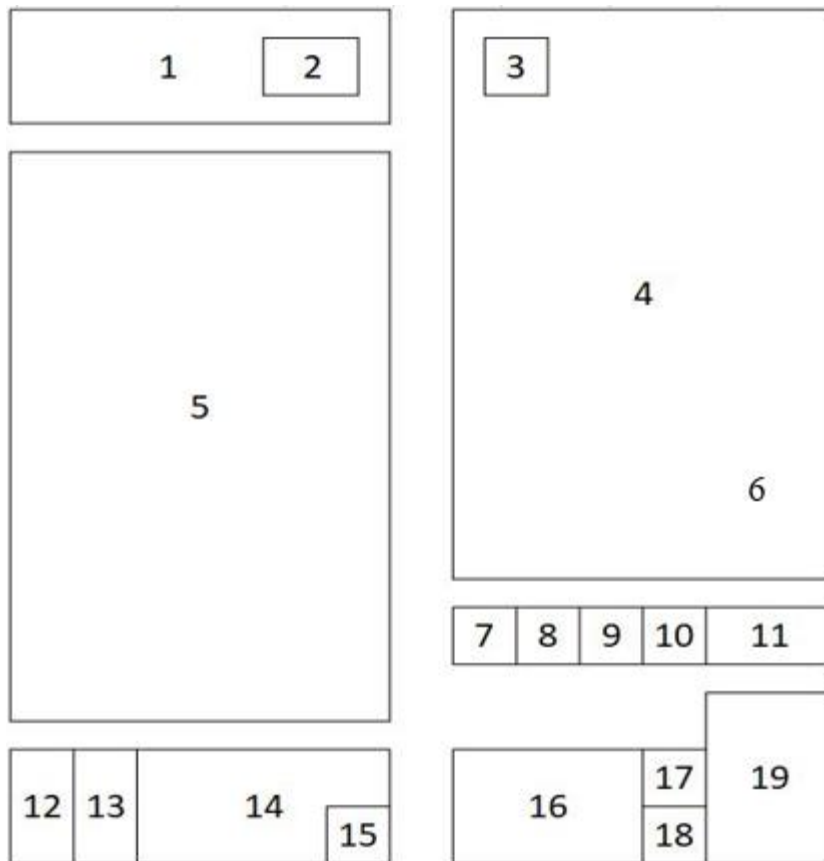
4. Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi.

Rincian luas area pabrik Asam Oksalat sebagai bangunan pabrik ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut:

4. 1 Rincian area bangunan pabrik asam oksalat

Lokasi	Panjang	Lebar	Luas
Satuan	m	m	m ²
Area Proses	60	50	3000
Area Utilitas	60	20	1200
Gudang Peralatan	10	20	200
Bengkel	10	20	200
Area Parkir	40	20	800
Kantor	30	20	600
Musholla	10	10	100
Kantin	10	10	100
Mess Area	20	30	600
Area Pemadam Kebakaran	10	10	100
Laboratorium	10	10	100
Poliklinik	10	10	100

Perpustakaan	10	10	100
Taman	20	10	200
Area Perluasan	60	50	3000
Jalan	0	0	3100
Luas Tanah	0	0	13500
Luas Bangunan	0	0	7200
Total	370	300	20700



Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Asam Oksalat Skala 1:1000

Keterangan:

- 1 Area Utilitas
- 2 Unit Pengolahan Limbah
- 3 Generator
- 4 Area Proses
- 5 Area Perluasan
- 6 Control Room
- 7 Unit Pemadam Kebakaran
- 8 Laboratorium

- 9 Poliklinik
- 10 Perpustakaan
- 11 Taman
- 12 Masjid
- 13 Bengkel
- 14 Area Parkir
- 15 Pos Penjagaan
- 16 Kantor
- 17 Kantin
- 18 Gudang Peralatan
- 19 Area Mess

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

Tata letak mesin/alat proses merupakan suatu pengaturan yang maksimum dari komponen-komponen fasilitas pabrik. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

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

4.3.2 Aliran Udara

Kelancaran aliran udara didalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau keadaan berhenti pada suatu tempat berupa akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan. Selain itu arah hembusan angin juga perlu diperhatikan.

4.3.3 Pencahayaan

Pencahayaan atau penerangan pada seluruh area pabrik harus memadai. Perlu diberi penerangan tambahan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

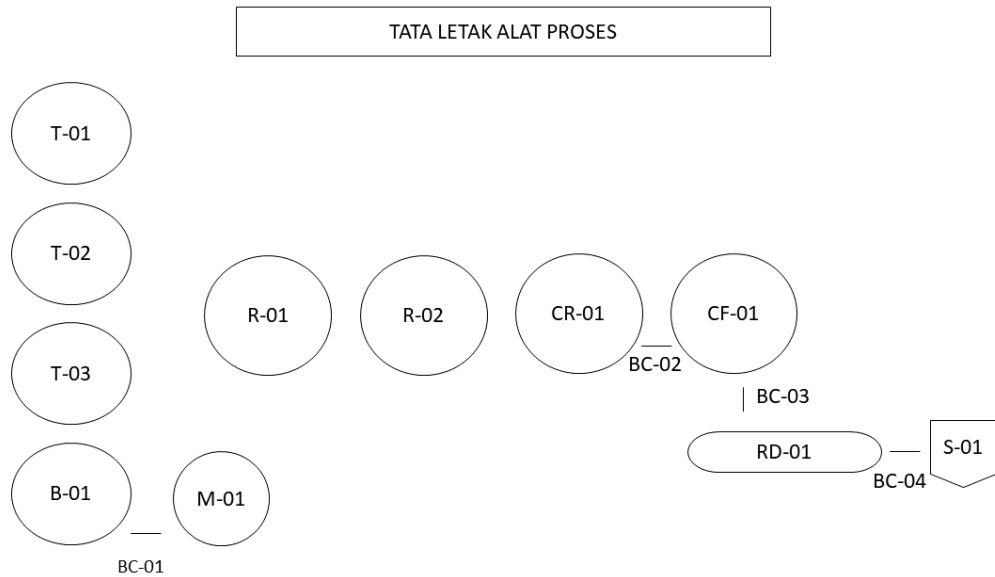
4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan supaya karyawan dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Apabila terjadi gangguan pada

alat proses segera diperbaiki. Selain itu, keamanan dan keselamatan karyawan selama menjalankan tugasnya perlu menjadi prioritas yang tinggi.

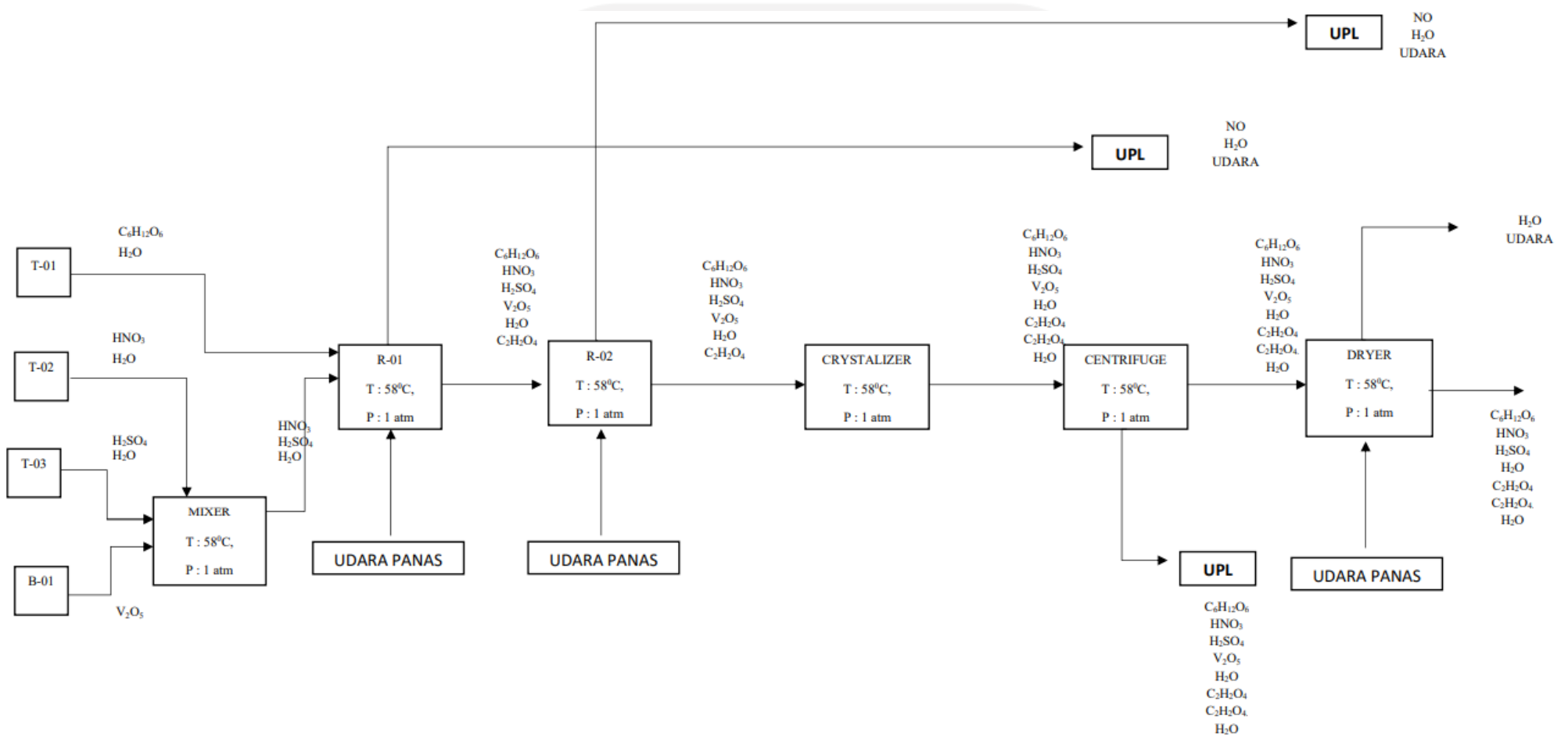
4.3.5 Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan dapat meminimalisir biaya operasi dan tetap menjamin kelancaran serta keamanan produk pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

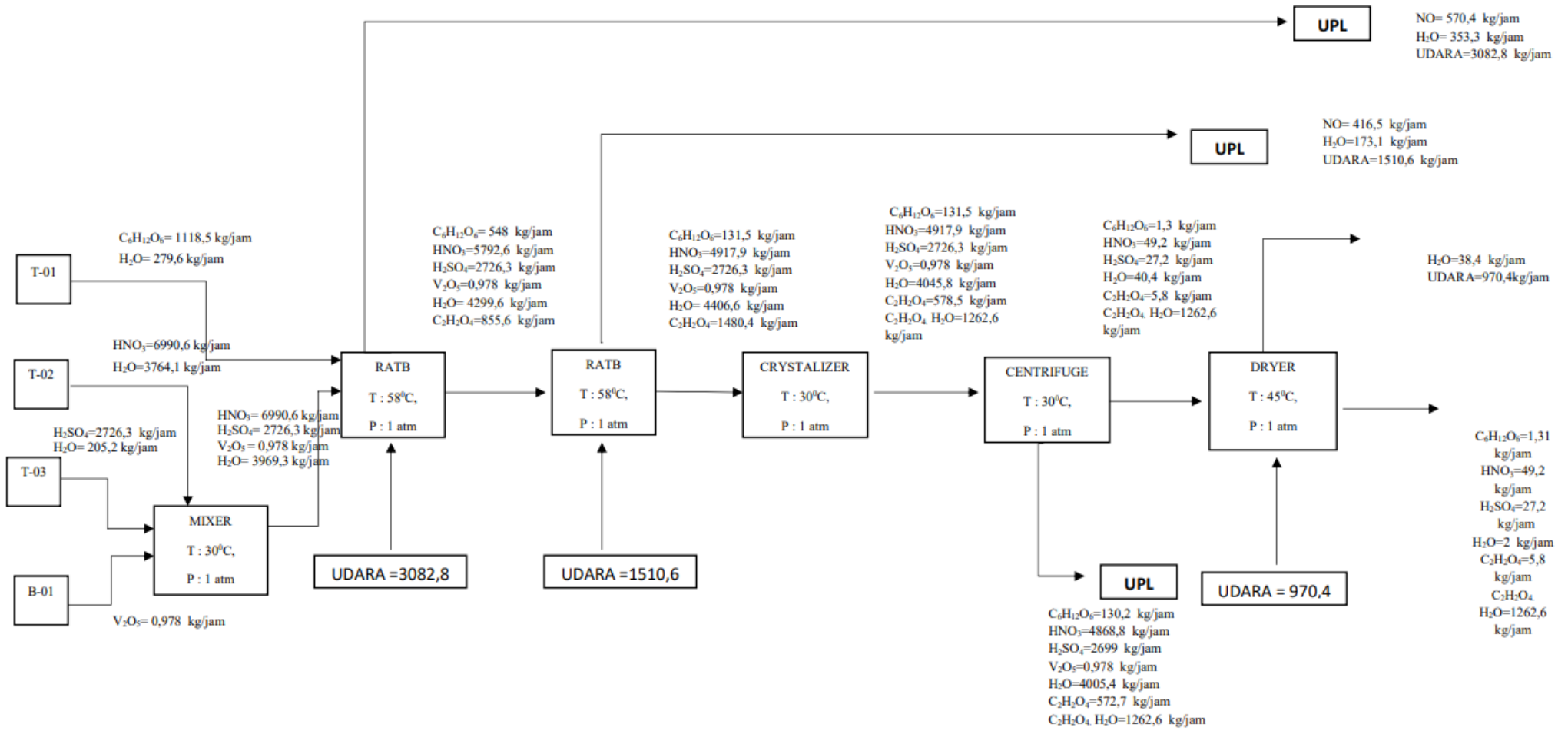


Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Skala 1:1000

4.4 Alir Proses dan Material



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif



البيحة الكيميائية
 الجعة الباردة
 Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

4.5 Neraca Massa Total

4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	INPUT					OUTPUT				
	Arus 1	Arus 4	Arus 5	Arus 8	Arus 14	Arus 7	Arus 10	Arus 12	Arus 16	Arus 15
C ₆ H ₁₂ O ₆	1.118							130	1,3	
HNO ₃		6.990						4.868	49	
H ₂ SO ₄		2.726						2.699	27	
V ₂ O ₅		0,978						0,978		
H ₂ O	279	3.969	61	30		353	173	4.005	2	38,4
NO						570	416			
C ₂ H ₂ O ₄								572	5,8	
C ₂ H ₂ O ₄ . H ₂ O									1.262	
Udara			3.082	1.510	970	3.082	1.510			970
Total	1.398	1.3687	3.144	1.540	970	4.006	2.100	12.277	1.348	1.008
			20.741					20.741		

4.6 Neraca Massa per Alat

4. 3 Neraca Massa pada Mixer (M-01)

Komponen	Input			Output
	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5
HNO ₃	6.990	0	0	6.990
H ₂ SO ₄	0	2.726	0	2.726
V ₂ O ₅	0	0	0,9786	0,9786
H ₂ O	3.764	205	0	3.969
Total	10.754	2.931	0,9786	13.686
	13.686			

4. 4 Neraca Massa pada Reaktor 1 (R-01)

Komponen	Input			Output	
	Arus 1	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8
C ₆ H ₁₂ O ₆	1.118	0	0	548,062	0
HNO ₃	0	6.990	0	5.792	0
H ₂ SO ₄	0	2.726	0	2.726	0
V ₂ O ₅	0	0,9786	0	0,9786	0
H ₂ O	279	3.969	61,657	4.299	353,294
NO	0	0	0	0	570,432
C ₂ H ₂ O ₄	0	0	0	855,648	0
Udara	0	0	3.082	0	3.082
Total	1.398	13.686	3.144,507	14.223,32	4.006,577
	18.229			18.229	

Tabel 4.5 Neraca Massa pada Reaktor 2 (R-02)

Komponen	Input		Output	
	Arus 7	Arus 9	Arus 10	Arus 11
C ₆ H ₁₂ O ₆	548,062	0	131,534	0
HNO ₃	5.792	0	4.917	0
H ₂ SO ₄	2.726	0	2.726	0
V ₂ O ₅	0,9786	0	0,9786	0
H ₂ O	4.299	30,211	4.406	173,114
NO	0	0	0	416,527
C ₂ H ₂ O ₄	855,648	0	1.480	0
Udara	0	1.510	0	1.510
Total	14.223,32	1.540,8	13.663	2.100
	15.764		15.764	

Tabel 4.6 Neraca Massa pada Crystalizer (CR-01)

Komponen	Input	Output
	Arus 10	Arus 12
C ₆ H ₁₂ O ₆	131	131
HNO ₃	4.917	4.917
H ₂ SO ₄	2.726	2.726
V ₂ O ₅	0,9786	0,9786
H ₂ O	4.406	4.045
NO	0	0
C ₂ H ₂ O ₄	1.480	578
C ₂ H ₂ O ₄ . H ₂ O	0	1.262
Total	13.663	13.663

Tabel 4.7 Neraca Massa pada Centrifuge (CF-01)

Komponen	Input	Output	
	Arus 12	Arus 13	Arus 14
C ₆ H ₁₂ O ₆	131	130	1,31
HNO ₃	4.917	4.868	49,17
H ₂ SO ₄	2.726	2.699	27,26
V ₂ O ₅	0,9786	0,9688	0,0097
H ₂ O	4.045	4.005	40,45
NO	0	0	0
C ₂ H ₂ O ₄	578	572	5,78
C ₂ H ₂ O ₄ . H ₂ O	1.262	0	1.262
Total	13.663	12.277	1.386
	13.663	13.663	

Tabel 4.8 Neraca Massa pada Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Input	Output	
	Arus 14	Arus 15	Arus 16
$C_6H_{12}O_6$	1,31	0	1,31
HNO_3	49,17	0	49,17
H_2SO_4	27,26	0	27
V_2O_5	0,0097	0	0,0097
H_2O	40	38	2,02
NO	0	0	0
$C_2H_2O_4$	5,78	0	5,78
$C_2H_2O_4, H_2O$	1.262	0	1.262
Udara	970	970	0
Total	2.357	1008	1.348
	2.357	2.357	

4.7 Neraca Panas per Alat

Tabel 4.9 Neraca Panas pada Mixer (M-01)

Komponen	Panas Masuk (kj/jam)	Panas Keluar (kj/jam)
HNO_3	20.315	20.315
H_2SO_4	8238	8.238
V_2O_5	0,9617	0,9617
H_2O	13.3805	133.805
Total	162.360	162.360

Tabel 4.10 Neraca Panas pada Reaktor 1 (R-01)

Komponen	Panas Masuk (kj/jam)	Panas Generasi (kj/jam)	Panas Keluar (kj/jam)
C ₆ H ₁₂ O ₆	103.993	7.749.797	50.956
HNO ₃	409.540		339.361
H ₂ SO ₄	130.636		130.636
V ₂ O ₅	25,2308		25,2309
H ₂ O	594.881		633.605
NO	0		15.505
C ₂ H ₂ O ₄	0		56.490
Air Pendingin	155.0678		9.839.192
Total	2.789.755		7749797,9498
		10539553,4556	

Tabel 4.11 Neraca Panas pada Reaktor 2 (R-02)

Komponen	Panas Masuk (kj/jam)	Panas Generasi (kj/jam)	Panas Keluar (kj/jam)
C ₆ H ₁₂ O ₆	50.956	5.968.364	12.229
HNO ₃	339.361		97.739
H ₂ SO ₄	130.636		288.117
V ₂ O ₅	25,2309		25,2309
H ₂ O	633.605		668.094
NO	0		11.321
C ₂ H ₂ O ₄	56.490		977.739
Air Pendingin	1.192.885		7.164.161
Total	2.403.961		5.968.364
		8.372.326	

Tabel 4.12 Neraca Panas pada Crystalizer (CR-01)

Komponen	Panas Masuk (kj/jam)	Panas Pengkristalan (kj/jam)	Panas Keluar (kj/jam)
C ₆ H ₁₂ O ₆	7.028	2.524.257	7.028
HNO ₃	43.244		43.244
H ₂ SO ₄	19.516		19.516
H ₂ O	92.417		84.851
C ₂ H ₂ O ₄	221.444		86.541
C ₂ H ₂ O ₄ , H ₂ O	0		2.524.257
Panas Pengkristalan	0		0
Panas Pendingin	0		142.469
Total	383.651	2.524.257	2.907.909
		2.907.909	

Tabel 4.13 Neraca Panas pada Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Panas Masuk (kj/jam)		Panas Keluar (kj/jam)	
	Arus 13	Udara Panas	Arus 14	Arus 15
C ₆ H ₁₂ O ₆	17	0	0	245
HNO ₃	434	0	0	0
H ₂ SO ₄	195	0	0	2.680
H ₂ O	847	0	85.341	0
C ₂ H ₂ O ₄	56	0	0	764
C ₂ H ₂ O ₄ , H ₂ O	9.679	0	0	140.813
V ₂ O ₅	0,036	0	0	0,5085
Udara Panas	0	876.297	657.681	0
Total	11.230	876.297	743.023	144.504
		887.527		887.527

4.8 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses atau unit utilitas merupakan unit penunjang produksi dalam pabrik. Pengadaan unit utilitas sangat penting sebagai sarana penunjang yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai apa yang diharapkan. Unit utilitas terdiri dari :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyedia Udara Tekan
5. Unit Penyedia Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

4.8.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

4.8.1.1 Unit Penyedia Air

Air merupakan kebutuhan penunjang yang penting dalam berdirinya suatu pabrik. Dalam memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, pada umumnya menggunakan air laut, air danau, air sungai, maupun air sumur sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Asam oksalat ini, sumber air yang digunakan berasal dari air laut. Pertimbangan menggunakan air laut sebagai sumber mendapatkan air yaitu :

- 1) Ketersediaan air laut yang sangat berlimpah dibandingkan dengan air sumur, maupun air sungai sehingga dipilih air laut sebagai bahan penyediaan air dalam utilitas pabrik, dengan harapan dapat meminimalisir kendala akan kekurangan air.
- 2) Lokasi pendirian pabrik yang terletak tidak terlalu jauh dari pantai, sehingga dapat memudahkan dalam pengangkutan dan penggunaan air sebagai kebutuhan pabrik. Dengan begitu maka anggaran transportasi juga dapat diminimalisir.

Air dari unit utilitas ini digunakan sebagai :

1) Air Proses

Air proses ini digunakan dalam proses pembuatan produk secara langsung. Syarat agar air dapat digunakan adalah harus cukup murni, bebas dari segala pengotor, mineral, dan oksigen.

2) Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*) Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi. Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.
- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*). Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.
- c. Zat yang menyebabkan foaming. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

3) Air pendingin Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena :

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

4) Air Sanitasi

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

a. Syarat fisika, meliputi:

1. Suhu : Di bawah suhu udara
2. Warna : Jernih
3. Rasa : Tidak berasa
4. Bau : Tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

1. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
2. Tidak mengandung bakteri.

4.8.1.2 Unit Pengolahan Air

Air yang digunakan pada unit utilitas dari pabrik Asam oksalat adalah air yang bersumber dari laut. Air yang akan digunakan oleh pabrik harus diolah terlebih dahulu. Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, maupun penambahan desinfektan. Pengolahan secara fisis adalah dengan screening dan secara kimia adalah dengan penambahan chlorine.

Pada tahap penyaringan, air laut dialirkan dari daerah terbuka ke water intake system yang terdiri dari screen dan pompa. Screen dipakai untuk memisahkan kotoran dan benda-benda asing pada aliran suction pompa. Air yang tersaring oleh screen masuk ke suction pompa dan dialirkan melalui pipa masuk ke unit pengolahan air. Pada discharge pompa diinjeksikan klorin sejumlah 1 ppm. Jumlah ini memenuhi untuk membunuh mikroorganisme dan mencegah perkembangbiakannya.

1. 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 dalam desalinasi adalah metode reverse osmosis yang telah banyak digunakan diberbagai industri. Metode ini menggunakan membran semi permeabel yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Hasil pemisahan berupa retentate atau disebut konsentrat (bagian dari campuran yang tidak melewati membran) dan permeate (bagian dari campuran yang melewati membran). Proses pemisahan pada membran merupakan perpindahan materi secara selektif yang disebabkan oleh gaya dorong berupa perbedaan tekanan.

2. Demineralisasi

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

dari 0,02 ppm. Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. Cation Exchanger

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

Reaksi:



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

Reaksi:



b. Anion Exchanger
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air. Reaksi:



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

Reaksi:

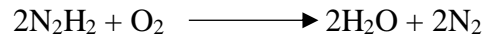


c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O₂). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*)

dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan hidrazin (N₂H₄) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



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

d. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan untuk proses pendinginan, akan mengakibatkan kenaikan temperatur akibat perpindahan panas. Oleh karena itu supaya air dapat digunakan kembali perlu dilakukan pendinginan pada cooling tower. Air yang didinginkan dalam *cooling tower* adalah air yang telah digunakan oleh alat-alat pabrik.

4.8.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Pendingin

Tabel 4.14 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor 01	R-01	74.177
Reaktor 02	R-02	57.062
<i>Crystallizer</i>	CR-01	1.702
Total		132.942

Kebutuhan air pendingin pada perancangan dibuat *over design* sebesar 20%.

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 1,2 \times 132.942 \text{ kg/jam} \\ &= 159.531 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4.15 Kebutuhan air pembangkit steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Heat Exchanger 01</i>	HE-01	36,47
<i>Heat Exchanger 02</i>	HE-02	1.628
<i>Heat Exchanger 03</i>	HE-03	939
Total		2603

Kebutuhan *steam* pada perancangan dibuat over design sebesar 20%.

Sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 1,2 \times 2.603 \text{ kg/jam} \\ &= 3.124 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 15\% \times 3.124 \text{ kg/jam} \\ &= 468 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam Trap} &= 5\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 5\% \times 3.124 \text{ kg/jam} = 156 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan make up untuk steam

$$\begin{aligned} \text{Makeup air untuk steam} &= \text{Blowdown} + \text{Steam Trap} \\ &= 468 + 156 \text{ kg/jam} \\ &= 624 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

3. Air Domestik/Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

Keperluan air domestik meliputi :

a. Kebutuhan air karyawan

Kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100 – 120 liter/hari, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air/orang} &= 100 \text{ liter/hari} \\ &= 4 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah karyawan} = 146 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air semua karyawan} = 624 \text{ kg/jam}$$

b. Kebutuhan air untuk mess

$$\text{Jumlah mess} = 20 \text{ mess}$$

$$\text{Jumlah penghuni tiap mess} = 40 \text{ Orang}$$

$$\text{Kebutuhan air/orang} = 100 \text{ liter/hari}$$

Kebutuhan air untuk mess = 3.333 kg/jam
 Kebutuhan total air domestik = (624 + 3.333)kg/jam
 = 3.957 kg/jam

c. Kebutuhan *service water*

Kebutuhan air untuk pemakaian umum, meliputi:

Bengkel = 200 kg/hari
 Poliklinik = 400 kg/hari
 Laboratorium = 400 kg/hari
 Pemadam kebakaran = 5.000 kg/hari
 Kantin, mushola, dan taman = 8.000 kg/hari
 Totat kebutuhan air = 14.000 kg/hari
 = 583 kg/jam

Tabel 4.16 Total Kebutuhan Air

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	3.957
2	<i>Service Water</i>	700
3	<i>Cooling water</i>	159.531
4	<i>Steam Water</i>	3.124
	Total	167.313

4.8.2 Unit Pembangkit Steam

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

Kapasitas = 3.124 kg/jam
 Jenis = *Fire Tube Boiler*
 Jumlah = 1 buah
 Suhu = 150 °C

Bahan bakar = Solar

4.8.3 Unit Pembangkit Listrik

Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Reaktor	R-01	2	1.491
	R-02	2	1.491
<i>Mixer</i>	M-01	0,125	93,21
<i>Crystallizer</i>	CR-01	7,5	5.593
<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	1,864	1.389
<i>Blower</i>	BL-01	0,125	93,21
<i>Centrifuge</i>	CF-01	6	4.474
<i>Belt Conveyor</i>	BC-01	0,05	37,28
	BC-02	5	3.728
	BC-03	0,67	484
<i>Belt Elevator</i>	BE-01	0,56	417
	BE-02	0,67	521
Pompa Proses	P-01	0,170	126
	P-02	0,110	82
	P-03	0,040	30
	P-04	0,170	126
	P-05	0,890	664
	P-06	0,890	664
	P-07	0,940	700
	P-08	0,220	164
	P-09	0,070	52
	P-10	0,070	52
Total		30,14	22.478

Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Cooling Tower	CT-01	2	1.491
Udara Tekan	UT-01	5	3.728
Pompa	P-01	2	1.491
Pompa	P-02	2	1.491
Pompa	P-03	2	1.491
Pompa	P-04	2	1.491
Pompa	P-05	0,16	124
Pompa	P-06	0,25	186
Pompa	P-07	0,25	186
Pompa	P-08	0,25	186
Pompa	P-09	0,25	186
Pompa	P-10	3	2.237
Total		19,167	14.292

Kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat kontrol, kantor, dan penerangan adalah sebagai berikut :

1. Untuk alat kontrol diperkirakan 25% dari kebutuhan listrik
(sebagai penggerak motor) = 9.1927 kW
2. Untuk penerangan diperkirakan 15% dari kebutuhan listrik
(sebagai penggerak motor) = 5.5166 kW
3. Untuk peralatan kantor diperkirakan 15% dari kebutuhan listrik
(sebagai penggerak motor) = 5.5166 kW
4. Lain-lain sebesar 15% dari kebutuhan listrik
(sebagai penggerak motor) = 5.5166 Kw

Kebutuhan Listrik Perumahan

1. Tiap rumah membutuhkan sekitar = 1000 watt
2. Jumlah rumah = 20
3. Kebutuhan listrik perumahan = 20000 watt
= 20 kW

Tabel 4.19 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kw)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	22.4782
	b. Utilitas	14.2926
2	a. Alat kontrol	9.1927
	b. Listrik Penerangan	5.5156
	c. Peralatan kantor	5.5156
	d. Perlatan bengkel & Lab	5.5156
3	Listrik Perumahan	20.0000
Total		82.5103

Kebutuhan listrik pada pabrik Asam Oksalat diperoleh melalui 2 sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator diesel. Generator diesel berfungsi sebagai cadangan ketika PLN terjadi gangguan. Berikut adalah spesifikasi generator diesel yang digunakan :

Kapasitas : 103,13 kW

Jenis : Generator Diesel

Bahan bakar : Solar

4.8.4 Unit Penyedia Udara Instrumen

Udara yang digunakan untuk pemakaian alat *pneumatic control* disebut udara tekan. Total udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan sebesar 46,728 m³/jam.

4.8.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar dibutuhkan untuk menyimpan bahan bakar yang akan digunakan pada *generator* dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan adalah solar. Keperluan solar dari boiler sebanyak 192 kg/jam dan untuk generator sebanyak 223 L/jam.

4.8.6 Unit Pengolahan Limbah

1. Limbah Proses

Limbah proses yang dihasilkan adalah gas NO yang akan di masukan dalam unit pengolahan limbah. Proses yang dilakukan disebut dengan sistem selective catalytic reduction. Sedang untuk limbah yang merupakan larutan HNO₃, H₂SO₄,

$H_2C_2O_4$, $C_6H_{12}O_6$, H_2O dapat di treatment pada Unit Pengolahan Limbah dengan cara penetralan pH dan treatment dengan lumpur aktif, aerasi.

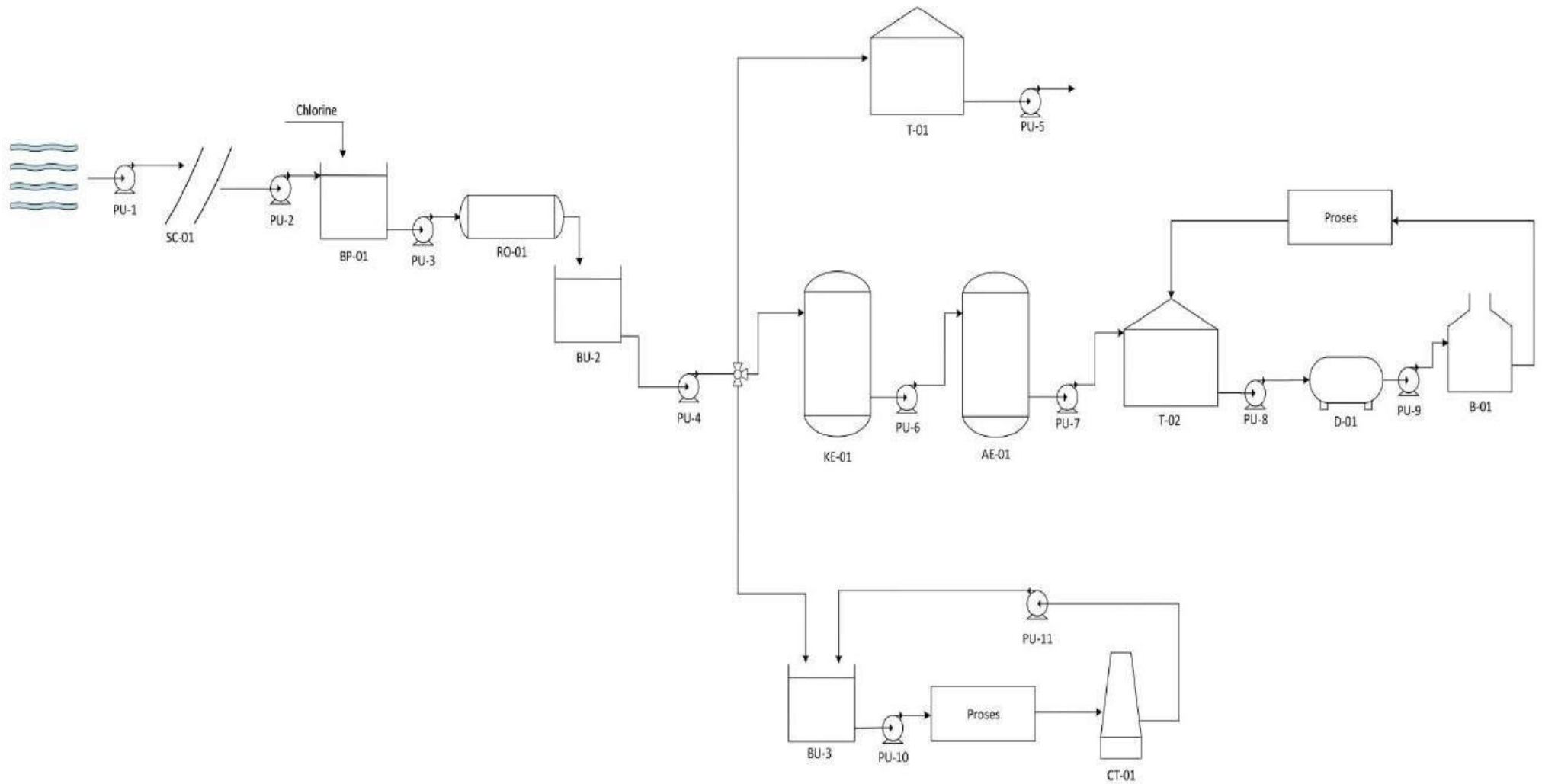
2. Air Buangan Sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh rumah tangga dan sekitar pabrik dikumpulkan dan diolah dengan aerasi dan disinfektan *calcium hypochlorite*.

3. Air Utilitas

Air buangan utilitas berasal dari unit demineralisasi dan sisa regenerasi resin. Air ini bersifat asam atau basa sehingga diperlukan penetralan hingga pH 7 menggunakan H_2SO_4 atau $NaOH$ sebelum dialirkan menuju penampungan akhir dan dibuang.





Gambar 4. 6 Diagram Alir Utilitas

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. SC-01 : Screening
3. BP-01 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
4. BP-02 : Bak Pengendap
5. BP-03 : Bak Air Pendingin
6. T-01 : Tangki Penyimpan Air Domestik
7. CT-01 : Cooling Tower
8. KE-01 : Kation Exchanger
9. AE-01 : Anion Exchanger
10. T-02 : Tangki Penampung Air Boiler
11. DE-01 : Dearator
12. B-01 : Boiler

4.9 Organisasi Perusahaan

4.9.1 Struktur Organisasi

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana orang-orang yang mempunyai satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian-bagian dalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

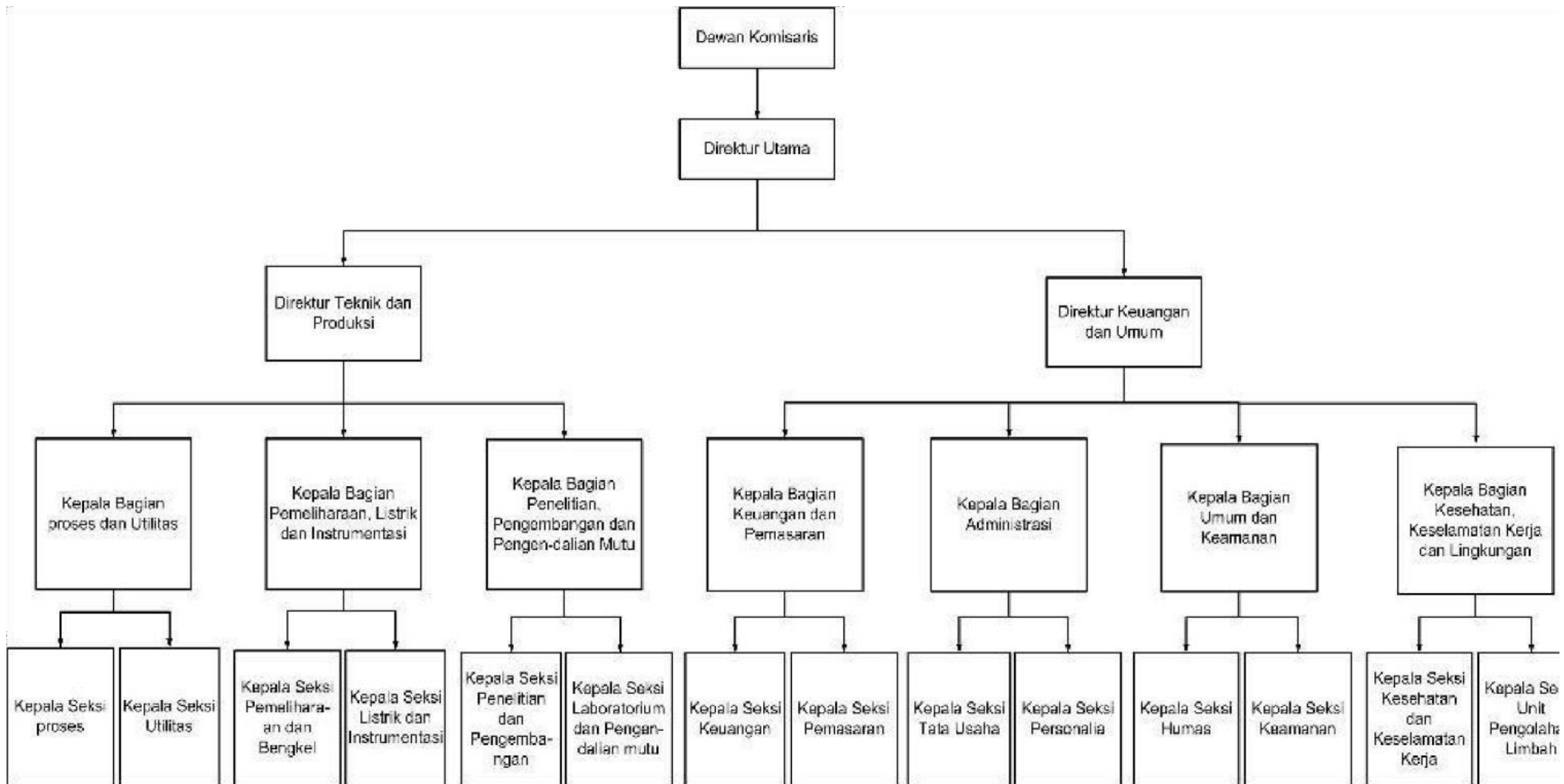
- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Direktur Utama

- d. Direktur
- e. Kepala Bagian
- f. Kepala Seksi
- g. Karyawan dan Operator

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Manajer Operasional serta Manajer Keuangan dan Umum. Manajer Operasional membawahi bidang produksi, utilitas, pemeliharaan serta pengembangan dan pengendalian mutu. Sedangkan Manajer keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, administrasi, bagian umum, dan keamanan serta bagian kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi (*Supervisor*) dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan atau staf perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut:

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

Berikut gambar struktur organisasi pabrik asam oksalat dihidrat dari glukosa dan asam nitrat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun,



Gambar 4. 7 Struktur Organisasi

4.9.2 Tugas dan Wewenang

4.9.2.1 Pemegang Saham

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

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

4.9.2.2 Dewan Komisaris

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

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting

4.9.2.3 Direktur Utama

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

Direktur utama membawahi :

a) Direktur Teknik dan Produksi Tugas

Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b) Direktur Keuangan dan Pemasaran

Tugas Direktur Keuangan dan Pemasaran adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan keuangan dan pemasaran.

c) Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum

Tugas Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.9.2.4 Staff Ahli

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

Tugas dan wewenang:

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

4.9.2.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Kepala bagian proses dan utilitas bertugas untuk mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

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

4. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertugas untuk mengkoordinasikan kegiatan administrasi dan pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertugas untuk mengkoordinasikan kegiatan pemasaran dan pengadaan bahan baku.

6. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia

Kepala bagian sumber daya manusia bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan perekrutan, pengembangan dan personalia.

7. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Kepala bagian humas dan keamanan bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

8. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Kepala bagian kesehatan dan keselamatan kerja bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.9.2.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggungjawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggungjawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alatalat serta fasilitas pendukungnya.

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggungjawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alatalat instrumentasi.

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

7. Kepala Seksi Akuntansi

Tugas : Bertanggungjawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

8. Kepala Seksi Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

9. Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

10. Kepala Seksi Pembelian Bahan Baku dan Pendukung

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab dalam hal pengadaan bahan baku dan bahan pendukung

11. Kepala Seksi Perekrutan dan Pengembangan

Tugas : Bertanggung jawab dan bertugas melaksanakan perekrutan karyawan baru serta pengembangan sumber daya manusia.

12. Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

13. Kepala Seksi Humas

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

14. Kepala Seksi Keamanan

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

15. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

16. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.9.3 Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang

pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktifitas kerjanya yang akan meningkatkan produktifitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terealisasi dengan baik jika adanya komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contoh nyata adalah sistem pengajian atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

- 1) Karyawan Tetap Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.
- 2) Karyawan Harian Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada setiap akhir pekan.
- 3) Karyawan Borongan Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu perusahaan.

4.9.4 Jadwal Kerja

Karyawan Pabrik Asam Oksalat direncanakan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja selama setahun 330 hari. Hari-hari yang lainnya digunakan untuk perawatan dan perbaikan.

Catatan hari kerja dan libur karyawan:

- a) Cuti Tahunan Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.
- b) Hari Libur Nasional Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).
- c) Kerja Lembur (*Overtime*) Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu karyawan shift dan non shift.

a) Karyawan Non *Shift*

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah Direktur, Manajer, Kepala Bagian, Serta staff yang berada dikantor. Karyawan non shift berlaku 6 hari kerja dalam seminggu, libur pada hari minggu dan hari libur nasional. Total jam kerja dalam seminggu adalah 45 jam. Dengan perutan sebagai berikut :

- Senin – Jumat : Jam 08.00 – 16.00 WIB
- Sabtu : Jam 08.00 – 12.00 WIB
- Waktu Istirahat setiap jam kerja : Jam 12.00 – 13.00 WIB
- Waktu Istirahat hari Jumat : Jam 12.00 – 13.30 WIB

b) Karyawan *Shift*

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Bagi karyawan shift, setiap 3 hari kerja mendapatkan libur 1 hari dan masuk shift secara bergantian waktunya. Kelompok kerja *shift* ini di bagi menjadi 3 *shift*

sehari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok, dimana setiap hari 3 kelompok bekerja, sedangkan 1 kelompok libur. Aturan jam kerja karyawan *shift* :

- *Shift 1* : Jam 07.00 – 15.00 WIB
- *Shift 2* : Jam 15.00 – 23.00 WIB
- *Shift 3* : Jam 23.00 – 07.00 WIB
- *Shift 4* : Libur

Tabel 4.20 Jadwal pembagian kerja karyawan *shift*

Hari & Shift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	I	I	IV	IV	III	III	II	II	I	I
Siang	II	II	I	I	IV	IV	III	III	II	II
Malam	III	III	II	II	I	I	IV	IV	III	III
Libur	IV	IV	III	III	II	II	I	I	IV	IV

Hari & Shift	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pagi	IV	IV	III	III	II	I	I	IV	IV	VI
Siang	I	I	IV	IV	III	III	II	II	I	I
Malam	II	II	I	I	IV	IV	III	III	II	II
Libur	III	III	II	II	I	I	IV	IV	III	III

Hari & Shift	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pagi	III	III	II	II	I	I	IV	IV	III	III
Siang	IV	IV	III	III	II	II	I	I	IV	IV
Malam	I	I	IV	IV	III	III	II	II	I	I
Libur	II	II	I	I	IV	IV	III	III	II	II

Jam Kerja diambil 45 jam per minggu, kelebihan jam kerja dihitung lembur.

4.9.5 Perincian Jumlah Karyawan

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

Tabel 4.21 Kebutuhan Operator per Alat Proses

No	Alat	Jumlah	Jumlah	Jumlah
		(Unit)	(operator/unit/shift)	(operator/shift)
Proses (Sumber : Aries & Newton tabel 35 pg 162 ; Ulrich tabel 6-2 pg 329)				
1	Mixer	1	0.3	0.3
2	Reaktor Continous	3	0.5	1.5
3	Absorber	1	0.25	0.25
4	Kristalizer	1	0.15	0.15
5	Filter	1	0.2	0.2
6	Rotary Dryer	1	0.5	0.5
7	Tangki	3	0.1	0.3
8	Bin	2	0.1	0.2
9	Kompresor	1	0.2	0.2
10	HE	6	0.1	0.6
11	Pompa	22	0.2	4.4
12	Blower	3	0.2	0.6
Utilitas (Sumber : Ulrich tabel 6-2 pg 329)				
1	Screening	1	0.05	0.05
2	RO	1	2	2
3	Deaerator	1	1	1
4	Boiler	1	1	1
5	Cooling Tower	1	1	1
6	Electrical	1	3	3
7	Pompa	22	0.2	4.4
Total				15.85

Jumlah operator untuk peralatan proses = 16 x 4 shift
= 64 Orang

4.9.6 Kesejahteraan Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkatan pendidikan, status pekerjaan 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 karyawan.

4.9.7 Sistem Gaji Karyawan

1. Gaji Bulanan Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.
2. Gaji Harian Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harin
3. Gaji Lembur Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4.22 Gaji karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji	Gaji
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
1	Direktur Utama	1	Rp 45,000,000	Rp 45,000,000	Rp 540,000,000
2	Direktur Produksi & Teknik	1	Rp 35,000,000	Rp 35,000,000	Rp 420,000,000
3	Direktur Keuangan & Umum	1	Rp 35,000,000	Rp 35,000,000	Rp 420,000,000
4	Staff Ahli	1	Rp 40,000,000	Rp 40,000,000	Rp 480,000,000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 30,000,000	Rp 30,000,000	Rp 360,000,000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp30,000,000	Rp 30,000,000	Rp 360,000,000
7	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000

8	Ka. Bag. Keuangan & Administrasi	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
9	Ka. Bag. Umum	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
10	Ka. Bag. K3 & Litbang	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
11	Ka. Sek. Proses	1	Rp 25,000,000	Rp 5,000,000	Rp 300,000,000
12	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
13	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
14	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000	Rp 300,000,000
16	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
17	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
18	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
19	Ka. Sek. Kas	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
20	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
21	Ka. Sek. Humas	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
23	Ka. Sek. K3	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
24	Ka. Sek. Litbang	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
25	Karyawan Proses	6	Rp 10,000,000	Rp 60,000,000	Rp 720,000,000
26	Karyawan Pengendalian	3	Rp 10,000,000	Rp 30,000,000	Rp 360,000,000
27	Karyawan Laboratorium	4	Rp 9,000,000	Rp 36,000,000	Rp 432,000,000
28	Karyawan Pemeliharaan	3	Rp 9,000,000	Rp 27,000,000	Rp 324,000,000

30	Karyawan Utilitas	5	Rp 9,000,000	Rp 45,000,000	Rp 540,000,000
31	Karyawan Pembelian	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
32	Karyawan Pemasaran	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
33	Karyawan Administrasi	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
34	Karyawan Kas	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
35	Karyawan Personalia	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
36	Karyawan Humas	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000	Rp 192,000,000
37	Karyawan Keamanan	4	Rp 8,000,000	Rp 32,000,000	Rp 384,000,000
38	Karyawan K3	3	Rp 8,000,000	Rp 24,000,000	Rp 288,000,000
39	Karyawan Litbang	3	Rp 8,000,000	Rp 24,000,000	Rp 288,000,000
40	Operator	64	Rp 6,000,000	Rp 384,000,000	Rp 4,608,000,000
41	Supir	3	Rp 3,600,000	Rp 10,800,000	Rp 129,600,000
42	Librarian	1	Rp 3,750,000	Rp 3,750,000	Rp 45,000,000
43	<i>Cleaning service</i>	5	Rp 3,600,000	Rp 18,000,000	Rp 216,000,000
44	Dokter	2	Rp 10,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
45	Perawat	4	Rp 5,000,000	Rp 20,000,000	Rp 240,000,000
Total		146	Rp 770,950,000	Rp 1,450,550,000	Rp 17,406,600,000

4.9.8 Fasilitas Karyawan

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

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

- a) Poliklinik Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.
- b) Pakaian kerja Untuk menghindari kesenjangan antarkaryawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.
- c) Makan dan minum Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.
- d) Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.
- e) Tunjangan Hari Raya (THR) Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.
- f) Jamsostek Merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan.
- g) Masjid dan Kegiatan kerohanian Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.
- h) Transportasi Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.
- i) Hak Cuti
 1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
 2. Cuti Massal

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

4.10 Evaluasi Ekonomi

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisis ekonomi untuk mendapatkan perkiraan itentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisis ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

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

Sebelum dilakukan analisis terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

Meliputi :

- a) Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b) Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi :

- a) Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b) Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :
 - a) Biaya tetap (*Fixed Cost*)
 - b) Biaya variabel (*Variable Cost*)
 - c) Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.10.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik Asam Oksalat Dihidrat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2026. Di dalam analisis ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisis, maka dicari index pada tahun analisis. Harga indeks tahun 2026 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2026, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.23 Indeks Biaya Pendirian Pabrik Kimia

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361,3
6	1992	358,2
7	1993	359,2
8	1994	368,1
9	1995	381,1
10	1996	381,7
11	1997	386,5
12	1998	389,5
13	1999	390,6
14	2000	394,1
15	2001	394,3
16	2002	395,6
17	2003	402
18	2004	444,2
19	2005	468,2
20	2006	499,6
21	2007	525,4
22	2008	575,4
23	2009	521,9
24	2010	550,8
25	2011	585,7
26	2012	584,6
27	2013	567,3
28	2014	576,1
29	2015	556,8

Sumber: Peters, M. S, dkk.,2002

Persaman yang diperoleh adalah : $y = 9,878 x - 19,325$

Jadi, indeks pada tahun 2026 = 687,82

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi.

Peters & Timmerhaus, pada tahun 2002 dan Aries & Newton, pada tahun 1955).

Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$E_x = E_y \cdot \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Keterangan:

Ex : Harga pembelian

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Index harga pada tahun pembelian

Ny : Index harga pada tahun referensi

4.10.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi Asam Oksalat Dihidrat = 10.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2026

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp. 15.000

Harga bahan baku dan katalis

a. Glukosa = Rp. 62.009.338.218/tahun
(Rp. 9.000 /kg)

b. Asam Nitrat = Rp. 138.413.701.380/tahun
(Rp. 5.700 /kg)

c. Asam Sulfat = Rp. 34.548.059.864/tahun
(Rp. 3.600 /kg)

d. Katalis V_2O_5 = Rp. 387.558.364/tahun
(Rp. 60.000 /kg)

4.10.3 Perhitungan Biaya

4.10.3.1 *Capital Investment*

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

Capital investment terdiri dari:

a) *Fixed Capital Investment*

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

b) *Working Capital Investment*

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

4.10.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah Direct, Indirect dan Fixed Manufacturing Cost, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Manufacturing Cost meliputi :

a) *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b) *Indirect Cost*

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

c) *Fixed Cost*

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

4.10.3.3 *General Expense*

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

4.10.4 Analisis Kelayakan

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

4.10.4.1 *Percent Return On Investment*

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

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

4.10.4.2 *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time (POT) adalah :

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya Capital Investment dengan keuntungan sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

4.10.4.3 Break Event Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah:

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

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

Keterangan:

Fa : Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi maksimum

Ra : Annual Regulated Expenses pada produksi maksimum

Va : Annual Variable Value pada produksi maksimum

Sa : Annual Sales Value pada produksi maksimum.

4.10.4.4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Salah satu penyebabnya karena Variable Cost yang terlalu tinggi, atau karena

keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).

2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Hal ini terjadi jika tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
3. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar Fixed Cost.
4. Titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

4.10.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) adalah:

1. Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Keterangan:

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

- SV : *Salvage Value*
 C : *Cash flow*
 : *profit after takes + depresiasi + finance*
 N : Umur pabrik = 10 tahun
 i : Nilai DCFR

4.10.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik asam oksalat dihidrat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing– masing disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.24 *Physical Plant Cost*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 47.502.941.611	\$ 3.166.863
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 11.875.735.403	\$ 791.716
3	Instalasi cost	Rp 7.429.460.068	\$ 495.297
4	Pemipaan	Rp 11.008.806.718	\$ 733.920
5	Instrumentasi	Rp 11.813.981.579	\$ 787.599
6	Insulasi	Rp 1.769.484.575	\$ 117.966
7	Listrik	Rp 4.750.294.161	\$ 316.686
8	Bangunan	Rp 5.400.000.000	\$ 360.000
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 10.125.000.000	\$ 675.000
Total		Rp111.675.704.114	\$ 7.445.047

Tabel 4. 25 *Direct Plant Cost*

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Engineering and Constrution	Rp 22.335.140.823	\$ 1.489.009,39
2	DPC	Rp 134.010.844.937	\$ 8.934.056,33

Tabel 4. 26 *Fixed Capital Investment*

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	Rp 134,010,844,937	\$ 8,934,056
2	Cotractor's fee	Rp 5,360,433,797	\$ 357,362
3	Contingency	Rp 13,401,084,494	\$ 893,406
Jumlah		Rp 152,772,363,228	\$ 10,184,824

Tabel 4.27 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp 235.358.657.826	\$15.690.577,19
2	Labor	Rp 12.852.000.000	\$856.800
3	Supervision	Rp 1.285.200.000	\$85.680
4	Maintenance	Rp 3.055.447.265	\$203.696,48
5	Plant Supplies	Rp 458.317.090	\$30.554,47
6	Royalty and Patents	Rp 4.099.999.147	\$273.333,28
7	Utilities	Rp 10.703.045.664	\$713.536,38
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 267.812.666.991	\$17.854.177,80

Tabel 4.28 *Indirect Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 1.927.800.000	\$ 128.520
2	<i>Laboratory</i>	Rp 1.285.200.000	\$ 85.680
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 6.426.000.000	\$ 428.400
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 20.499.995.736	\$ 1.366.666
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 30.138.995.736	\$ 2.009.266

Tabel 4.29 *Indirect Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 12.221.789	\$ 814,786
2	<i>Property taxes</i>	Rp 1.527.723	\$ 101,848
3	<i>Insurance</i>	Rp 1.527.723	\$ 101,848
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 15.277.236	\$ 1.018.482

Total *Manufacturing Cost (MC)* = Rp 31.228.899.050

Tabel 4.30 *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 267.812.666.991	\$ 17.854.178
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 30.138.995.736	\$ 2.009.266
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 15.277.236.323	\$ 1.018.482
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 313.228.899.050	\$ 20.881.927

Tabel 4.31 Working Capital

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 64.188.724.862	\$ 4.279.248
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp 42.713.031.689	\$ 2.847.535
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 28.475.354.459	\$ 1.898.357
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 111.818.158.560	\$ 7.454.544
5	<i>Available Cash</i>	Rp 85.426.063.377	\$ 5.695.071
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 332.621.332.947	\$ 22.174.756

Tabel 4.32 General Expenses

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 9.396.866.971	\$ 626.458
2	<i>Sales Expense</i>	Rp 15.661.444.952	\$ 1.044.096
3	<i>Research</i>	Rp 10.963.011.467	\$ 730.867
4	<i>Finance</i>	Rp 9.707.873.923	\$ 647.192
<i>General Expenses(GE)</i>		Rp 45.729.197.314	\$ 3.048.613

Tabel 4.33 Total Biaya Produksi

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 313.228.899.049	\$ 20.881.926
2	<i>General Expenses(GE)</i>	Rp 45.729.197.314	\$ 3.048.613
3	<i>Total Production Cost (TPC)</i>	Rp 358.958.096.364	\$ 23.930.539

Tabel 4.34 *Fixed Cost (Fa)*

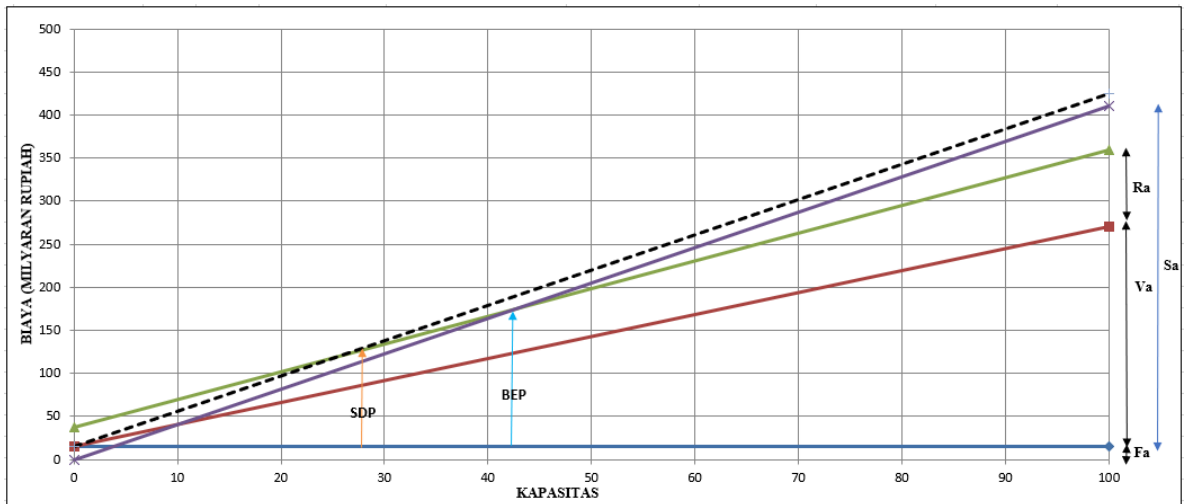
No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depresiasi</i>	Rp 12.221.789.058	\$ 814.786
2	<i>Proerty Taxes</i>	Rp 1.527.723.632	\$ 101.848
3	<i>Asuransi</i>	Rp 1.527.723.632	\$ 101.848
<i>Total</i>		Rp 15.277.236.323	\$ 1.018.482

Tabel 4.35 *Variable Cost*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp 235.358.657.826	\$ 15.690.577
2	Packaging and Shipping	Rp 20.499.995.736	\$ 1.366.666
3	Utilities	Rp 10.703.045.664	\$ 713.536
4	Royalty & Patent	Rp 4.099.999.147	\$ 273.333
Total Nilai Va		Rp 270.661.698.373	\$ 18.044.113

Tabel 4.36 *Regulated Cost*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	Rp 12.852.000.000	\$ 856.800
2	Payroll Overhead	Rp 1.927.800.000	\$ 128.520
3	Supervision	Rp 1.285.200.000	\$ 85.680
4	Plant Overhead	Rp 6.426.000.000	\$ 428.400
5	Laboratorium	Rp 1.285.200.000	\$ 85.680
6	General Expense	Rp 45.729.197.314	\$ 3.048.613
7	Maintenance	Rp 3.055,447,265	\$ 203.696
8	Plant Supplies	Rp 458.317.090	\$ 30.554
Total Nilai Ra		Rp 73.019.161.668	\$4.867.944



Gambar 4. 8 Korelasi Kapasitas Produksi terhadap Nilai Ekonomi Pabrik.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pabrik asam oksalat dihidrat dari asam nitrat dan glukosa dengan kapasitas 10.000 ton/tahun digolongkan sebagai pabrik yang beresiko rendah karena prosesnya berlangsung pada kondisi operasi (suhu dan tekanan) rendah.
2. Hasil analisa ekonomi pabrik asam oksalat dihidrat kapasitas 10.000 ton/tahun dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Kriteria	Terhitung	Persyaratan
ROI sebelum pajak	33,41%	ROI sebelum pajak minimum 11% dan maksimum 44%
ROI setelah pajak	25,06%	
POT sebelum pajak	2,4 tahun	POT sebelum pajak 0 – 5 tahun
POT setelah pajak	3 tahun	
BEP	42,15%	40% - 60%
SDP	21,11%	30%
DCFR	9,35 %	>1,5 dari bunga bank (5,25%)

Berdasarkan hasil analisa diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pabrik asam oksalat dihidrat dari asam nitrat dan glukosa dengan kapasitas 10.000 ton/tahun layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses, alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

3. Produk asam oksalat dihidrat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.



DAFTAR ISI

- Aries, R. S., and R. D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistic Indonesia. www.bps.go.id. Diakses pada 27 Oktober 2019 pukul 15.00 WIB
- Brown, G. G. 1973. *Unit Operations*. Modern Asia ed. Tokyo, Japan: Tuttle Company Inc.
- Brownell, L. E., and E. H. Young. 1979. *Equipment Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited
- Bussiness, ICIS Chemical. 2013. *Tabel Kapasitas Pabrik Minimal*. Diakses March 27, 2019. <http://www.scribd.com/document/332982809/BAB-I>.
- Burdick, Edward. 2018 *Process for production of Alkyl Acrylates*. United States. The Interscience Encyclopedia
- Chohey, N. P., and G. H. Tyler. 1994. *Chemical Engineering Calculations*, 4th ed. New York: The McGraw – Hill Companies, Inc.
- Coulson, J. M., and J. F. Richardson. 1983. *Chemical Equipment Design*, Vol.6. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Geankoplis, C. J. 1978. *Transport Processes and Unit Operations*, 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall International, inc.
- Ghoshna, Jyoti. Amit Keshav. 2015. *Experimental and Kinetic Study of Esterification of Acrylic Acid with Ethanol Using Homogeneous Catalyst*. Raipur Chhattisgarh India
- Hart, Harold. 1990. *Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat*, Edisi 6. Jakarta: Erlangga.
- Hershberger et al. 2005. *United States Patent Application Publication*. United States of America
- Independent Chemical Information services. 2020. *Petrochemical*. <http://www.icis.com> diakses pada 22 July 2021 pukul 17.00 wib
- Kern, D. Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill Book Co. Ltd.
- Kirk, R. E., and D. F. Othmer. 1979. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*. Vol III, XV. Vol. 3. New York: John Willey and Sons Inc.
- Matche equipment cost. <http://www.matche.com/EquioCost> Diakses pada 20 Juni 2021 pukul 18.00 WIB.

- McCabe, W. L. and J. C. Smith. 1976. *Unit Operation of Chemical Engineering*, 3rd ed. Singapore: McGraw Hill, Kogakusha, Ltd.
- McCabe, J. J. 1976. *Encyclopedia of Chemical Processing and Petrochemical Plant*. Singapore: McGraw - Hill International Edition.
- Perry, R.H. and D. W. Green. 1997, *Perry's Chemical Engineering Handbooks*, 7th edition, McGraw Hill Book Co., New York.
- Smith, J. M., and H. C. Van Ness. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 4th ed. Singapore: McGraw Hill Book Company.
- Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment*. New York : Butterworth Publishers, Reed Publishing Inc,
- Yaws, Carl. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York : McGraw-Hill.
- Yu-Zeng. 2012. *Self Association of Ethyl Acrylate in water*. Beijing Peking University China.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN REAKTOR (R-01)

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara *glukosa* dan *asam nitrat* menjadi *asam oksalat* dengan bantuan *asam sulfat* dan katalis *vanadium pentoksida*.

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk/RATB
(*Continuous Stirred Tank Reactor*)

Kondisi Operasi

Suhu : 58°C

Tekanan : 1 atm

Non-Adiabatis Isotermal

Alasan pemilihan :

1. Terdapat pengaduk sehingga komponen didalam reaktor tercampur dengan sempurna (homogen).
2. Fase reaksi adalah cair sehingga memungkinkan penggunaan RATB.
3. Pengontrolan suhu mudah, sehingga kondisi operasi yang isothermal bisa dipenuhi.
4. Mudah dalam melakukan pengontrolan secara otomatis sehingga produk lebih konsisten dan biaya operasi lebih rendah.

Menghitung densitas dan kecepatan laju alir volumetrik pada $T = 58^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} T &= 58^{\circ}\text{C} \\ &= 331\text{K} \end{aligned}$$

$$\text{Density} = A \left[B^{-\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n} \right]$$

Komponen	A	B	n	Tc	Density (ρ), g/ml	ρ, (kg/m ³)
C ₆ H ₁₂ O ₆	-	-	-	-	1,1492	1.149
HNO ₃	0,43471	0,23110	0,19170	520,00	1,4528	1.452
H ₂ SO ₄	0,42169	0,19356	0,28570	925,00	1,7923	1.792
V ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-
H ₂ O	0,34710	0,27400	0,28571	647,13	0,9969	996
C ₂ H ₂ O ₄	-	-	-	-	1,2280	1.228
Total						6.619

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi massa (x)	Mol (kmol/jam)	ρ campuran (x*ρ)	ρ, (kg/m ³)	Fv (m ³ /jam)
C ₆ H ₁₂ O ₆	1118	0,06135	6,2138	70,51	1149	15,86
HNO ₃	6990	0,3834	110	557	1452,78	12,54
C ₂ H ₂ O ₄	0	0	0	0	1228,02	0
NO	0	0	0	0	0	0
H ₂ O	4310	0,2364	239	236	996,86	18,28
H ₂ SO ₄	2726	0,1495	27,81	268	1792,28	10,17
V ₂ O ₅	0,9786	0,00005	0,0053	0	0	0
Total	18229	1	384	1131,37	6619,21	56,86

Menghitung kecepatan laju alir volumetrik (V₀)

$$V_0 = 56,8690 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,9478 \text{ m}^3/\text{min}$$

Menghitung konsentrasi umpan

$$\text{Konsentrasi C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (C}_{A0}\text{)} = 0,1092 \text{ kmol/m}^3$$

A. Kinetika Reaksi R-01 dan R-02

Reaksi :



A B C D E

Persamaan Laju Reaksi

Reaksi dianggap berorde 1 secara keseluruhan.

$$(-r_A) = k \cdot C_A$$

Dengan :

$$(-r_A) = \text{laju reaksi } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

$$k = \text{konstanta laju reaksi, min}^{-1}.$$

$$C_A = \text{konsentrasi } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{ kmol/m}^3.$$

Nilai k dari jurnal : 0,00862 min⁻¹. (Metin Guru, Ali Y Bigelsu, Vecihi Pamuk.2001)

B. Perhitungan Volume Reaktor

$$V = \frac{F_{A0} x_A}{k C_A}$$

Keterangan :

$$V = \text{volume reaktor, m}^3$$

$$F_{A0} = \text{mol umpan } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ mula-mula, kmol/menit}$$

$$k = \text{konstanta laju reaksi, min}^{-1}.$$

$$C_A = \text{konsentrasi } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{ kmol/m}^3.$$

Diketahui :

$$F_{A0} = 0,1035 \text{ kmol/menit}$$

$$k = 0,00862 \text{ min}^{-1}.$$

$$C_A = 0,0262 \text{ kmol/m}^3.$$

Maka, didapatkan hasil :

$$V = 348,1928 \text{ m}^3$$

C. Optimasi Reaktor

Tujuan optimasi reaktor adalah untuk mendapatkan jumlah dan volume optimal ditinjau dari konversi dan harga reaktor. Untuk mengetahui jumlah reaktor yang akan digunakan dilakukan optimasi. Dengan cara melihat harga reaktor yang didapat dari persamaan berikut :

$$\text{Capital Cost (\$)} = (10) (17,640) (D)^{1.066} (L)^{0.802}$$

Keterangan :

D = Diameter Reaktor,m.

L = Tinggi Reaktor,m

Untuk menghitung volume dan konversi masing-masing reaktor digunakan persamaan berikut :

$$X = 1 - \frac{1}{(1 + Da)^n} \equiv 1 - \frac{1}{(1 + \tau k)^n}$$

Keterangan :

X = konversi reaktor

Da = damkohler number

τ = *space time*

n = jumlah reaktor.

$$V = \frac{V_0}{k} \left[\frac{1}{\sqrt[n]{1-x}} - 1 \right]$$

V = volume reaktor, m³.

V₀ = laju alir volumetric, m³/jam.

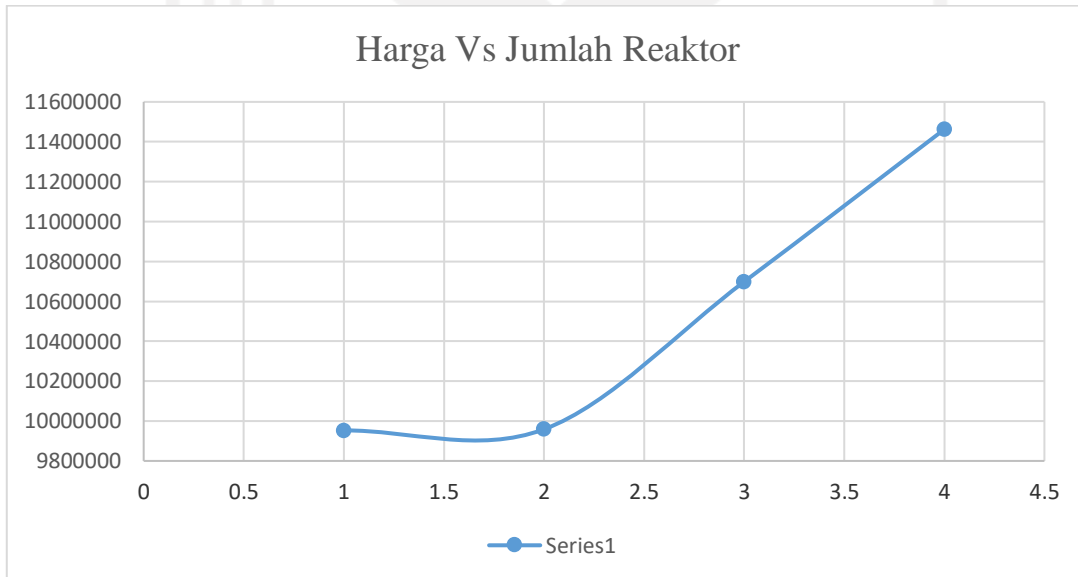
k = konstanta laju reaksi, min⁻¹.

X = konversi reaktor.

n = jumlah reaktor.

Untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal, dipilih *stainless stell* sebagai bahan pembuat reaktor.

N	V, m ³	V _{overdesign}	L,m	D,m	Harga Satuan	Harga Total
1	348,1929	417,8314	12,86	6,43	9953011.512	9953011.512
2	114,4904	137,3884	8,88	4,43	4979374.74	9958749.48
3	66,9794	80,3752	7,42	3,71	3566158.318	10698474.95
4	47,1402	56,5682	6,60	3,30	2865583.687	11462334.75



Dilihat dari segi ekonomi, jumlah reaktor berpengaruh pada harga reaktor. Dari hasil optimasi, didapatkan harga paling ekonomis dengan menggunakan 1 buah reaktor, akan tetapi karena volume 1 buah reaktor diluar *range standart* maka pada khusus ini kami

memutuskan untuk menggunakan 2 buah reaktor. Dapat dilihat dari grafik penggunaan 2 buah reaktor juga ekonomis karena harga tidak jauh berbeda dengan penggunaan 1 reaktor.

D. Menghitung Dimensi Reaktor

$$\begin{aligned} V_{\text{Shell}} &= 137.388 \text{ m}^3 \\ &= 8.383.958 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{Shell}} &= 4,4397 \text{ m} \\ &= 174,7901 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{Shell}} &= 8,8793 \text{ m} \\ &= 349,5801 \text{ in} \end{aligned}$$

Bentuk reaktor dipilih vertical vessel dengan torispherical dished head.(Brownell.88)

dasar pemilihan digunakan untuk tangki dengan tekanan dalam 1 atm

$$V_{\text{dish}} = 0,000049 \times (174,7901 \text{ in})^3$$

$$V_{\text{dish}} = 261,6653 \text{ in}^3$$

$$V_{\text{dish}} = 0,0043 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{sf}} = \frac{3,14}{4} \times (174,7901 \text{ in})^2 \times \frac{3,5 \text{ in}}{144}$$

Dipilih $sf = 3,5$

$$V_{\text{sf}} = 0,0095 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{h}} = 2(V_{\text{dish}} + V_{\text{sf}})$$

$$V_{\text{Head}} = 2(0,0043 \text{ m}^3 + 0,0095 \text{ m}^3)$$

$$V_{\text{Head}} = 0,0276 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Reaktor}} = V_{\text{Head}} + V_{\text{shell}}$$

$$V_{\text{Reaktor}} = 0,0276 \text{ m}^3 + 137.388 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Reaktor}} = 137,4164 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Bottom}} = 0.5 V_{\text{Head}}$$

$$V_{\text{Bottom}} = 0,5 \times 0,0276 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Bottom}} = 0,0138 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Cairan}} = V_{\text{Shell}} - V_{\text{Bottom}}$$

$$V_{\text{Cairan}} = 137,388 \text{ m}^3 - 0,0138 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Cairan}} = 137,3742 \text{ m}^3$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapatkan spesifikasi sebagai berikut :

Diameter shell : 4,4397 m

Tinggi shell : 8,8793 m

Volume shell : 137,388 m³

Volume head : 0,0276 m³

Volume reaktor : 137,4164 m³

Volume cairan : 137,3742 m³

Volume bottom : 0,0138 m³

Menghitung Tebal Dinding Reaktor

Digunakan persamaan dari Pers. 13.1, Brownell & Young, 1959 hal. 254

$$t_s = \frac{Pr}{(fE - 0.6P)} + C$$

Reaktor terdiri atas dinding (shell), tutup atas dan tutup bawah (head). Head atas dan head bawah berbentuk *torispherical*. Bahan untuk reaktor adalah *stainless steel* SA 299 grade 3 type 304.

Spesifikasi:

Tebal shell (Ts) = 0,3025 in

Max.Allowable Stress (f) = 13300 psia (Coulson hal 812)

Efisiensi sambungan (E) = 0,80 (tabel 13.2 brownell 1959:254)

Faktor koreksi (C) = 0,1575 (tabel 6, Timmerhaus, 1991:542)

Jari-jari shell (ri) = 87,4 in

Karena tekana *over design* 20% maka, P desain menjadi 17,64 psi.

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal *shell* (ts) = 0,3025 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal *shell*,dipilih:

Ts standart = 5/8 in

Menghitung Ukuran Head

Menghitung tebal head

$$t_h = \frac{P \cdot r_c \cdot w}{2 f E - 0,2 P} + C$$

Dimana:

th = tebal head , m

W= faktor intensifikasi tegangan untuk jenis head

f = allowable stress = 13300psi

E= joint efisiensi = 0,8

C= corrosion allowance, = 0,1575 in

$$OD = ID \text{ shell} + 2 \text{ ts}$$

$$OD = 174,7901 \text{ in} + (2 \times 0,6250 \text{ in})$$

$$OD = 176,0401 \text{ in}$$

Dari Tabel 5.7 Brownell di dapat :

OD	180	in
icr	11	in
R	170	in

$$w = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R}{icr}} \right)$$

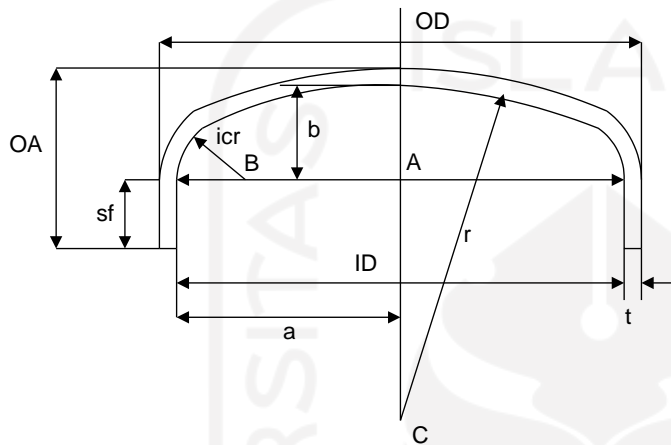
$$w = 1,7328 \text{ in}$$

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal *head* (th) = 0,4017 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal *head* ,dipilih:

$$Th \text{ standart} = 7/16 \text{ in}$$

(Gambar 5.8 Brownell hal:87)



Dengan th sebesar $3/16$ in maka nilai sf adalah $1 \frac{1}{2} - 2$, sehingga dipilih nilai sf sebesar 3,5 in

$$b = rc - \sqrt{(rc - irc)^2 - \left(\frac{ID}{2} - irc\right)^2}$$

$$b = 11,3596 \text{ in}$$

$$h_{\text{Head}} = th + b + sf$$

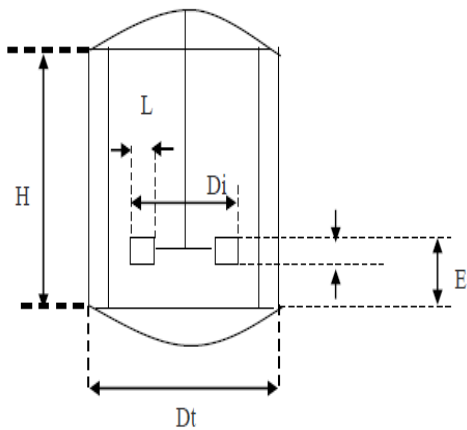
$$OA = 15,2971 \text{ in} = 0,3885 \text{ m}$$

$$h_{\text{Reaktor}} = 2 h_{\text{Head}} + h_{\text{Shell}}$$

$$h_{\text{Reaktor}} = (2 \times 0,3885 \text{ m}) + 8,8793 \text{ m}$$

$$h_{\text{Reaktor}} = 9,6564 \text{ m}$$

Menghitung Ukuran Pengaduk



Keterangan

ID	: diameter dalam pengaduk
Di	: diameter pengaduk
L	: panjang sudut pengaduk
W	: lebar sudut pengaduk
E	: jarak pengaduk dengan dasar tangki
J	: lebar <i>baffle</i>
H	: tinggi cairan

Data pengaduk dari Brown "Unit Operation" p.507

$$D_i / ID = 1/3$$

$$B / ID = 1/12$$

$$W / D_i = 1/5$$

$$E / D_i = 1$$

$$L / D_i = 1/4$$

$$\text{Diameter pengaduk (Di)} = ID/3 = 1,4798 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi pengaduk (W)} = D_i/5 = 5,7715 \text{ m}$$

$$\text{Lebar pengaduk (L)} = D_i/4 = 0,3699 \text{ m}$$

$$\text{Lebar baffle (B)} = ID/12 = 0,2515 \text{ m}$$

$$\text{Jarak pengaduk dengan dasar tangki (Zi)} = 1,9238$$

Menghitung kecepatan putar pengaduk (N)

(Eq. 8-8, P345 Rase, 1977)

$$N = \frac{600}{\pi DI} \sqrt{\frac{WELH}{2 DI}}$$

$$\frac{WELH}{2 DI} = \left(\frac{\pi DI N}{600} \right)^2$$

Dimana: N = kecepatan putar pengaduk, rpm
 d = diameter pengaduk, ft
 Z_L = tinggi cairan dalam tangki, m
 S_g = *specific gravity*
 $WELH$ = *Water Equivalent Liquid Height*, ft

S_g (Specific Gravity) = $\rho_{\text{cairan}}/\rho_{\text{air}}$

S_g (Specific Gravity) = 0,881

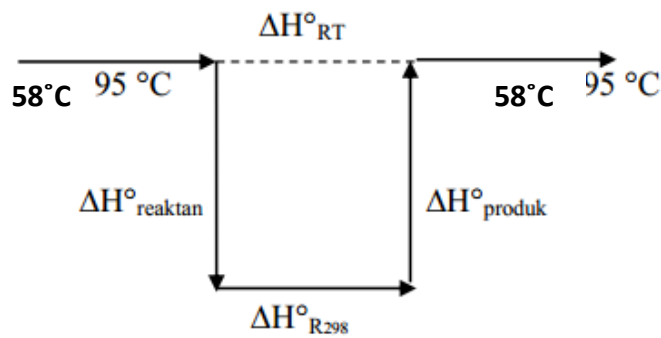
$WELH = 7,824 \text{ m}$
 $= 25,668 \text{ ft}$

Jumlah pengaduk = $WELH/ID = 1,762 \text{ m} = 2$, maka dipakai 2 buah pengaduk

Maka didapat kecepatan putar pengaduk sebesar:

$N = 68 \text{ rpm} = 1,133 \text{ rps}$

Neraca Panas Reaktor



Keterangan	Q_{input} (kJ/jam)	Q_{output} (kJ/jam)
Input	1.239.051	
Output		1.226.783
Reaksi	2.063.190	
Pendingin		2.075.458
Total	3.302.241	3.302.241

Menghitung dimensi pendingin

Suhu fluida panas reaktor = 58°C = 136,4°F

Suhu fluida dingin masuk = 30°C = 86°F

Suhu fluida dingin keluar = 55°C = 131°F

Inisial	Fluida panas (°F)		Fluida dingin (°F)	ΔT (°F)
ΔT ₂	136,4	Lower Temp	86	50,5
ΔT ₁	136,4	Higher Temp	131	5,4

Menghitung ΔT_{LMTD} dengan persamaan berikut:

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

ΔT_{LMTD} = 20,1469°F

Mengitung Kebutuhan Air Pendingin

$$Q_{\text{reaksi}} = \Delta H_{\text{reaksi}} * F_{a0} * X \quad , \text{ kJ/jam}$$

Diketahui :

F_{a0} = 6,214 kmol/jam

X₁ = 51%

ΔH_{reaksi} = 2.063.190 kJ/jam

Q_{reaksi} = 6.538.389 kJ/jam

Beban pendingin (Q_w) = 7.762.293 kJ/jam

C_p air = 4,148 KJ/Kg °C

ΔT = 25 °C

$$m_w = \frac{Q_w}{C_p(T_{out} - T_{in})}$$

$$m = 74.177 \text{ kg/jam}$$

Menghitung Luas Transfer Panas

Untuk perancangan jaket , nilai UD = 25-60 Btu/ft².°F.jam.

Diambil UD = 60 Btu/ft².°F.jam

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = 565,42 \text{ m}^2$$

Menghitung Luas Selubung Reaktor

$$A = 139,26 \text{ m}^2$$

Karena luas transfer panas lebih dari luas selubung reaktor maka menggunakan koil pendingin.

Menghitung perancangan koil, nilai UD = 90-120 Btu/ft².°F.jam.

Diambil UD = 120 Btu/ft².°F.jam

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = 282,71 \text{ m}^2$$

Menghitung Luas Selubung Reaktor

$$A = 139,26 \text{ m}^2$$

Menghitung Volume Air Pendingin

$$\begin{aligned} V \text{ air pendingin} &= \frac{m \text{ air pendingin}}{r \text{ air pendingin}} \\ &= 77,4809 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Perancangan Konfigurasi Pendingin

Menghitung diameter dalam koil (ID)

$$\text{ID} =$$

$$\text{ID} = 0,1047 \text{ m}$$

Pengambilan NPS : 4 in

Schedule Number : 40

OD : 4,5 in

ID : 4,026 in

L/D : 35,7818

Menghitung Hi

ρ air pendingin = 1011,4584 kg/m³

63,1150 lb/ft³

μ air pendingin = 0,6341 cp

1,5340 lb/ft.jam

k air pendingin = 0,3628 Btu/ft.jam.°F

Cp air pendingin = 0,9983 btu/lb.F

Gt = kecepatan aliran massa/luas penampang

Gt = M/A 1.855.402 lb/ft².jam

v = Gt/ ρ 29.397,18 ft/jam

Jadi kecepatan pendingin yang digunakan masih dalam batasan

$$\text{Re} = \frac{\text{ID} \cdot \text{Gt}}{\mu}$$

$$\text{Re} = 405.640$$

$jH = 1000$ Dari grafik 24, Kern 1983 page 834

$$h_i = jH \left(\frac{k}{ID} \right) \left(\frac{c_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

$$jH = \frac{h_i D}{k} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{-1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0.14}$$

$h_i = 1.748,3255 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{F}$

Menentukan h_{io}

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD}$$

h_{io} untuk koil, harga h_{io} harus dikoreksi dengan faktor koreksi: $1.564,1685 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{°F}$

$$h_{io \text{ koil}} = h_{io \text{ pipa}} \left(1 + 3.5 \frac{D_{\text{koil}}}{D_{\text{spiralkoil}}} \right) \quad \text{Kern, pg. 721}$$

Diambil : $D_{\text{spiralkoil}} = 75\% \cdot \text{Diameter tangki}$

- D spiralkoil : 131,0925 inch
- : 10,92 ft
- $h_{io \text{ koil}}$: 1.732,2994 $\text{Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{°F}$

Menentukan h_o

Untuk tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan koil, maka koefisien perpindahan panas dari reaktor ke koil dihitung dg :

$$h_o = 0.87 \left(\frac{k}{D} \right) \left(\frac{L_p^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.4} \quad (\text{persamaan kern 20,4 hal 722})$$

- $L_p = D_i = 4,8552 \text{ ft}$
- $N = 1,066 \text{ rps} = 3.839,1791 \text{ rpm}$
- $\rho = 1.131,3717 \text{ kg/m}^3 = 70,5975 \text{ lb/ft}^3$

$$\mu = 1,5031 \text{ cP} = 3,6374 \text{ lb/ft.jam}$$

$$c_p = 75,7299 \text{ kJ/kg} = 18,0843 \text{ Btu/lb.F}$$

$$k = 0,2353 \text{ Btu/ft.jam.}^\circ\text{F}$$

$$\text{OD} = 180 \text{ in}$$

$$D = 4,0260 \text{ in}$$

$$\mu/\mu_w = 3,6374$$

Sehingga didapatkan,

$$h_o = 97.407,2781 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

Menentukan U_c

koefisien transfer panas dalam keadaan bersih

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io \text{ coil}}}{h_o + h_{io \text{ coil}}}$$

$$U_c = 1.702,0303 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

Menentukan U_d

Untuk kecepatan air 2,5 m/s, maka

$$R_d = 0,001 \text{ organic (Kern page 845)}$$

$$U_D = \frac{h_D \cdot U_c}{h_D + U_c}$$

$$h_D = 1/R_d = 1000 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

$$U_d = 629,9079 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

Menentukan Luas Bidang Transfer Panas

$$A = \frac{Q_{\text{air pendingin}}}{U_d \cdot \Delta T_{\text{LMTD}}}$$

$$A = 579,7341 \text{ ft}^2$$

Menentukan Panjang Koil

$$\text{Lpipa koil} = A / a'' : \begin{array}{ll} 492,1342 & \text{ft} \\ 150 & \text{m} \end{array}$$

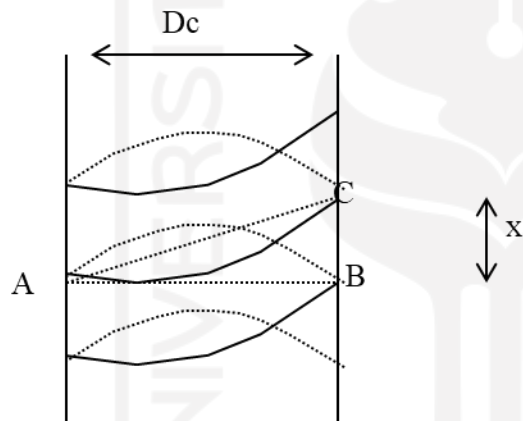
Menentukan Jumlah Lengkungan koil

$$D_c = 0,7 * (\text{ID tangki reaktor})$$

$$D_c : \begin{array}{lll} 122,353 & \text{in} & 10,1961 \text{ ft} \end{array}$$

$$AB = ID$$

$$BC = x$$



$$\text{busur AB} = \frac{1}{2}\pi D_c$$

$$\text{busur AC} = \frac{1}{2}\pi AC$$

$$\text{Diambil : } x = 0,5 * OD$$

$$x : \begin{array}{lll} 2,25 & \text{in} & 0,1875 \text{ ft} \end{array}$$

Panjang satu putaran

$$K \text{ lilitan} = 1/2 \text{ putaran miring} + 1/2 \text{ putaran datar}$$

$$K \text{ lilitan} = \frac{1}{2}\pi(D_c) + \frac{1}{2}\pi(AC)$$

$$K \text{ lilitan} = \frac{1}{2}\pi(D_c) + \frac{1}{2}\pi((D_c^2 + x^2)^{1/2})$$

$$K \text{ lilitan} : \begin{array}{lll} 32,018 \text{ ft} & 384,221 \text{ in} & 9,7592 \text{ m} \end{array}$$

Menentukan Banyak nya lilitan

$$N_{\text{lilitan}} = L_{\text{pipa koil}} / K_{\text{lilitan}} : 15,37 \approx 16 \text{ lilitan}$$

Menentukan Tinggi Tumpukan dan Tinggi Cairan Setelah Ada Koil

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = (N_{\text{lilitan}} - 1) \cdot x + N_{\text{lilitan}} \cdot OD$$

Tinggi cairan dalam shell akan naik karena adanya volume dari koil.

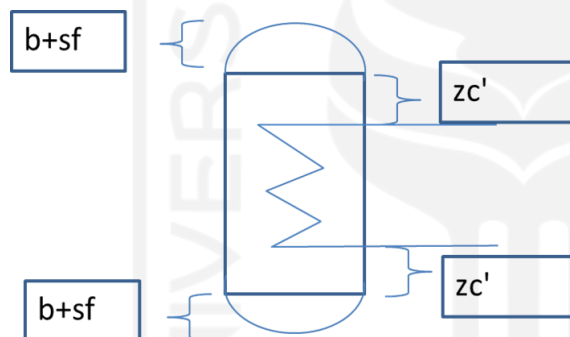
Asumsi : Semua koil tercelup di dalam cairan

$$V_{\text{cairan dalam shell}} : 137,4164 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{koil}} : 6,1535 \text{ m}^3$$

$$A_{\text{shell}} : 15,4716 \text{ m}^2$$

$$Z_c : 9,3 \text{ m}$$



Jarak dari dasar tangki ke bagian bawah koil = $(\text{tinggi cairan setelah ada koil-tumpukan koil})/2$

$$hk : 3,4926 \text{ m}$$

$$b+sf : 15,3953 \text{ inch} \quad 0,3910 \text{ m}$$

Asumsi dikatakan benar jika :

1. Tinggi Tumpukan koil < Tinggi Cairan (2,6853 m < 9,3 m)
2. Jarak dasar tangki ke bagian bawah koil (hk) > (b+sf) yaitu 3,4926 m > 0,3910 m

Menentukan Pressure Drop

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

$$\text{Re} = 405.640$$

Untuk $\text{Re} = 405.640$ maka dapat dihitung nilai koefisien friksi :

$$\text{Koefisien friksi (f) : } 0,00464 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

$$\phi_t = \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,19} = 1$$

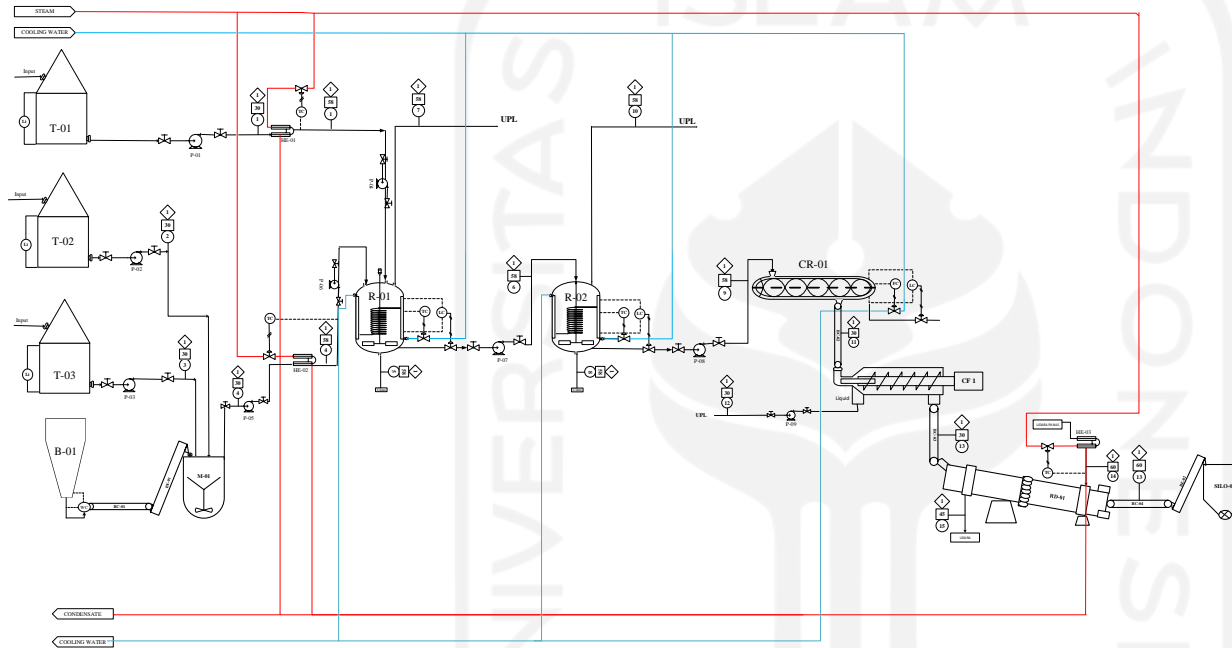
$$\Delta P_T = \frac{f \times v^2 \times L}{5,22 \times 10^{10} \times \text{ID} \times s \times \theta t}$$

$$\Delta P_t : 7,2626 \text{ psi} < 10 \text{ psi}$$



LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT



KOMPONEN	Arus (Kg/jam)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$C_2H_2O_4$	1118.49					548.06			131.53		131.53	130.22	1.32	
HNO_3		6990.59		6990.59		5792.68			4917.38		4917.38	4868.80	43.18	
H_2SO_4			2726.33	2726.33		2726.33			2726.33		2726.33	2699.07	27.26	
Y_2O_3				0.98		0.98			0.98		0.98	0.97	0.01	
H_2O	279.62	3764.16	205.21	4243.00		4299.62	353.29		4406.63	173.11	4045.88	4005.42	40.46	
NO							570.43				416.53			
$C_2H_2O_4 \cdot H_2O$						855.85			1480.44		578.56	572.78	5.79	
$C_2H_2O_4 \cdot H_2O$											1262.63		1262.63	
Udara					3082.85		3082.85	1510.60		1510.60				970.45
TOTAL	1398.12	10754.76	2931.54	13966.90	3082.85	14223.32	4006.58	1510.60	13663.89	2100.24	13663.89	12277.25	1386.64	970.45

Keterangan Alat	
T	Tangki
P	Pompa
HE	Heat Exchanger
B	Bau
BC	Belt Conveyor
BE	Bucket Elevator
P	Pompa
M	Mixer
R	Reaktor
CR	Crystallizer
CF	Centrifuge
RD	Rotary Dryer
SL	Silo

Instrumen Kontrol	
TC	Temperature Control
LC	Level Control

Keterangan Simbol	
	Tekanan, atm
	Suhu, °C
	Number Area
	Control Valve
	Manual Valve
	Signal Pneumatic
	Senyar Listrik



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA
 2021

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 PRARANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DARI GLUKOSA DAN ASAM NITRAT DENGAN
 KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :
 1. Dhanara Husadany (17521078)
 2. Julianty Farahumaira R Gani (17521065)

DOSEN PEMBIMBING :
 Ika Pujiastari, S.T., M.T.
 Dyah Remo, S.T., M.Eng