

**PRA RANCANGAN PABRIK LAURIL SULFAT DARI
LAURIL ALKOHOL DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN**

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



Oleh:

**Nama : M Feri Susanto Nama : Tegar Adityatama P
No. Mahasiswa : 13521064 No.Mahasiswa : 14521281**

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

2018

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA

LAURIL SULFAT DARI LAURIL ALKOHOL DAN ASAM SULFAT

KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:


Nama : M Feri Susanto Nama : Tegar Adityatama P
No. Mahasiswa : 13521064 No.Mahasiswa : 14521281

Yogyakarta, 25 September 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan 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.


M Feri Susanto


Tegar Adityatama P

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
LAURIL SULFAT DARI LAURIL ALKOHOL DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : M Feri Susanto Nama : Tegar Adityatama P
No. Mahasiswa : 13521064 No.Mahasiswa : 14521281

Yogyakarta, 25 September 2018

Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Farham H. M. Saleh", written over a horizontal line.

Dr. Ir. Farham H. M. Saleh, M.S.I.E

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK LAURIL SULFAT DARI LAURIL ALKOHOL
DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : M Feri Susanto Nama : Tegar Adityatama P
No. Mahasiswa : 13521064 No. Mahasiswa : 14521281

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

Yogyakarta, 25 September 2018

Tim Penguji,

Dr. Ir. Farham H. M. Saleh, M.S.I.E

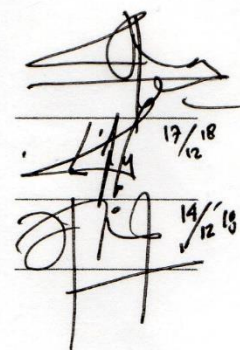
Ketua

Lucky Wahyu Nuzuli Setyaningsih, S. T., M.Eng

Anggota I

Ariany Zulkania, S. T., M.Eng

Anggota II



17/12
14/12

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Suharno Rusdi, Ph.D

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Kimia Lauril Sulfat dari Lauril Alkohol dan Asam Sulfat Kapasitas 12.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk kami.
2. Suharno Rusdi, Dr selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia FTI UII yang selama kuliah di Jurusan Teknik Kimia ini telah membimbing kami dengan sabar.
3. Dr. Ir. Farham H. M. Saleh, M.S.I.E. sebagai pembimbing pertama yang selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada kami selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
5. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2014 yang telah mendukung dan memberikan semangat dan telah berjuang bersama-sama selama ini.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang

membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 25 September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	4
BAB II PERANCANGAN PRODUK	7
2.1 Spesifikasi Produk	7
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	9
2.3 Pengendalian Kualitas	10
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	11
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses	12
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk	12
BAB III PERANCANGAN PROSES	14
3.1 Uraian Proses	14
3.2 Spesifikasi Alat	15
3.3 Perencanaan Produksi	32
3.3.1 Kapasitas Perancangan	32
3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses	33
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	35
4.1 Lokasi Pabrik	35
4.1.1 Faktor Primer	35

4.1.2 Faktor Sekunder	37
4.2 Tata Letak Pabrik	38
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	44
4.4 Diagram Alir Proses	46
4.4.1 Diagram Alir Proses.....	46
4.4.2 Neraca Massa Total	49
4.4.3 Neraca Panas Total	51
4.5 Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	53
4.6 Utilitas	54
4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	55
4.6.2 Unit Pembangkit Steam	59
4.6.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar	60
4.6.4 Unit Pembangkit Listrik.....	60
4.6.5 Unit Penyedia Udara Instrumen.....	62
4.6.6 Spesifikasi Alat – Alat Utilitas.....	63
4.6.7 Unit Pengolahan Limbah (Air buangan).....	77
4.7 Laboratorium	78
4.7.1 Program Kerja Laboratorium.....	79
4.7.2 Prosedur Analisa Produk	80
4.7.3 Unit Pengolahan Limbah	81
4.8 Organisasi Perusahaan.....	81
4.8.1 Bentuk Perusahaan.....	81
4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan	83
4.8.3 Tugas dan Wewenang.....	85
4.8.4 Sistem Kepegawaian.....	96
4.8.5 Perincian Jumlah Karyawan	97
4.8.6 Penggolongan Gaji.....	98
4.8.7 Pengaturan Jam Kerja	100
4.8.8 Fasilitas dan Hak Karyawan	101
4.8.9 Pengendalian Produksi.....	102
4.9 Evaluasi Ekonomi.....	103

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan	103
4.9.2 Perhitungan Biaya.....	106
4.9.3 Pendapatan Modal.....	108
4.9.4 Analisis Kelayakan	108
4.9.5 Perhitungan Ekonomi	111
BAB V PENUTUP.....	135
5.1 Kesimpulan.....	135
5.2 Saran	136
DAFTAR PUSTAKA	137
LAMPIRAN	xv

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perkembangan Impor Lauryl Sulfat Indonesia 2009-2013	2
Tabel 1. 2 Perbandingan Proses Pembuatan Lauryl Sulfat	6
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah.....	42
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total.....	49
Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor 1	49
Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor 2	49
Tabel 4. 5 Neraca Massa Reaktor 3	50
Tabel 4. 6 Neraca Massa Reaktor 4	50
Tabel 4. 7 Neraca Massa Dekanter	50
Tabel 4. 8 Neraca Massa Evaporator	51
Tabel 4. 9 Neraca Panas Total.....	51
Tabel 4. 10 Neraca Panas Reaktor 1	51
Tabel 4. 11 Neraca Panas Reaktor 2	52
Tabel 4. 12 Neraca Panas Reaktor 3	52
Tabel 4. 13 Neraca Panas Reaktor 4	52
Tabel 4. 14 Neraca Panas Dekanter	52
Tabel 4. 15 Neraca Panas Evaporator	53
Tabel 4. 16 Kebutuhan Listrik Alat Proses	61
Tabel 4. 17 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	61
Tabel 4. 18 Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Lain	62
Tabel 4. 19 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian.....	97
Tabel 4. 20 Gaji Pegawai	99
Tabel 4. 21 Indeks Harga Alat	103
Tabel 4. 22 Harga Alat Proses.....	112
Tabel 4. 23 Harga Alat Utilitas	112
Tabel 4. 24 Data Physical Plant Cost (PPC)	118
Tabel 4. 25 Data Fixed Capital Investment (FCI)	120
Tabel 4. 26 Bahan Baku Pabrik Lauril Sulfat	120
Tabel 4. 27 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	122

Tabel 4. 28 Indirect Manufacturing Cost (IMC)	124
Tabel 4. 29 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	125
Tabel 4. 30 Manufacturing Cost (MC).....	125
Tabel 4. 31 Working Capital (WC).....	127
Tabel 4. 32 General Expense (GE)	129
Tabel 4. 33 Analisa Kelayakan	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Lay out Pabrik Lauryl Sulfat	43
Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses	46
Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Lauryl Sulfat	47
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Lauryl Sulfat dalam satuan (kg/jam)	48
Gambar 4. 5 Struktur Organisasi.....	84
Gambar 4. 6 Grafik Indeks Harga Tiap Tahun	104
Gambar 4. 7 Grafik BEP	134

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. PERANCANGAN REAKTOR	xv
Lampiran 2 Process Engineering Flow Diagram	xvi
Lampiran 3 Kartu Konsultasi	xvii

ABSTRAK

Lauril Sulfat adalah salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia. Biasanya Lauril Sulfat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun, shampo, deterjen dan sejenisnya. Pendirian pabrik Lauril Sulfat diperkirakan pada tahun 2023, didirikan di atas tanah seluas 21.100 m². Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun dengan kebutuhan bahan baku Lauril Alkohol sebesar 1.065,7443 kg/jam dan Asam Sulfat dengan kemurnian 98% sebesar 556,3679 kg/jam. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 135 orang. Pabrik ini membutuhkan air pendingin sebanyak 2.288,884 kg/jam pada suhu 30°C. Utilitas yang diperlukan terdiri dari air sebanyak 7.202,8539 kg/jam, fuel oil 18,6530 liter/jam, dan daya listrik sebesar 384,748 kWatt dipenuhi dari PLN dengan cadangan 1 buah generator 400 kWatt dengan bahan bakar solar sebesar 5,6701 liter/jam. Akan didirikan di daerah Manyar, Gresik, Jawa Timur. Karena lokasi tersebut dekat dengan bahan baku pembuatan Lauril Sulfat yaitu asam sulfat. Pra rancangan ini proses pembuatan Lauril Sulfat dari Lauril Alkohol dan Asam Sulfat. Tekanan operasi 1 atm dan temperatur operasi sebesar 40°C. Proses reaksi berlangsung pada fase cair-cair menggunakan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi isothermal. Proses pemisahan menggunakan dekanter. Produk Lauril Sulfat yang merupakan hasil atas dekanter mempunyai kemurnian sebesar 98,5%. Evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa modal tetap sebesar Rp 450.496.649.566, modal kerja Rp 45.156.429.282, keuntungan sebelum pajak Rp 116.973.714.217, keuntungan setelah pajak Rp 56.147.382.824. Berdasarkan hasil studi kelayakan diperoleh *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 25,89%, sesudah pajak 12,43%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,79 tahun, setelah pajak 4,46 tahun. *Break Event Point* (BEP) 42,54%, *Shut Down Point* (SDP) 15,91%, dan *Discounted Cash Flow of return* (DCFR) 9,614%. Dari hasil evaluasi ekonomi, pabrik Lauril Sulfat dari Lauril Alkohol dan Asam Sulfat dengan kapasitas 12.000 ton/tahun layak untuk direalisasikan pembangunannya di Indonesia.

Kata kunci: Lauril Sulfat, RATB, Esterifikasi Alkohol dengan Asam Sulfat

ABSTRACT

Lauryl Sulphate is one of the chemicals used as raw materials in various chemical industries. Usually Lauryl Sulphate is used as a raw material for making soap, shampoo, detergent and the like. The establishment of the Lauryl Sulphate plant was estimated in 2023, to be established on 21.100 m² land. The plant operates 24 hours per day and 330 days per year with the raw material requirements of Lauryl Alcohol at 1.065.7443 kg / hour and Sulfuric Acid with 98% purity of 556.3679 kg / hour. The number of workers needed is 135 people. This plant requires cooling water as much as 2.288.884 kg / hour at 30°C. Utilities needed consist of 7.202.8539 kg / hour of water, 18.6530 liters / hour of fuel oil, and 384,748 kWatt of electric power made from PLN with a reserve of 1 400 kWatt generator with diesel fuel of 5.6701 liters / hour . Will be established in Manyar, Gresik, East Java. Because the location is close to raw material for making Lauryl Sulphate, sulfuric acid. This pre design is process of making Lauryl Sulphate from Lauryl Alcohol and Sulfuric Acid. Operating pressure of 1 atm and operating temperature of 40°C. Continuous Stirred Tank Reactor is used cause isothermal conditions and liquid phase. The separation process using decanter which have a purity of 98.5%. Economic evaluation shows that fixed capital is IDR 450.496.649.566, working capital is IDR 45.156.429.282, pre-tax profit is IDR 116,973,714,217, profit after tax is IDR 56.147.382.824. Based on the results of the feasibility study obtained Return on Investment (ROI) before tax 25.89%, after tax 12.43%, Pay Out Time (POT) before tax 2.79 years, after tax 4.46 years. Break Event Point (BEP) 42.54%, Shut Down Point (SDP) 15.91%, and Discounted Cash Flow of Return (DCFR) 9.614%. From the results of the economic evaluation, the Lauryl Sulphate plant from Lauryl Alcohol and Sulfuric Acid with a capacity of 12.000 tons / year is feasible to be realized in Indonesia.

Keywords: Lauryl Sulphate, CSTR, Alcohol Esterification with Sulfuric Acid

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam menghadapi persaingan perdagangan ekonomi khususnya, Indonesia mulai meningkatkan pertumbuhan perekonomian di sektor perindustrian. Perkembangan industri di Indonesia khususnya perindustrian kimia terus meningkat seiring dengan bertambahnya kebutuhan kimia. Industri kimia memiliki peranan penting dalam membuat bahan jadi maupun bahan setengah jadi (*intermediate*) yang digunakan untuk bahan baku industri lainnya. Di sisi lain sektor perindustrian ini dapat membuka lapangan pekerjaan cukup banyak sehingga dapat menurunkan angka pengangguran di Indonesia yang cukup tinggi.

Sektor industri yang mulai berkembang di Indonesia sendiri adalah sektor industri kimia. Industri kimia di Indonesia masih kurang sangat memadai dikarenakan masih harus mengimpor bahan-bahan kimia dari Negara lain. Salah satu industri kimia yang memiliki kegunaan penting dan memiliki prospek yang bagus adalah lauril sulfat (*Dodecyl Sulphate*) dengan rumus molekul $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{H}$. Lauril sulfat mempunyai kemampuan berbusa yang baik, biodegradasi dan telah banyak digunakan sebagai detergen maupun *emulsifier*. Bahan kimia ini mempunyai manfaat yang sangat luas dan banyak dipakai pada industri, sebagai:

- a. Surfaktan (*Surfactant*)
- b. Katalis reaksi esterifikasi, alkilasi, polimerasi

- c. Bahan Pembersih (*Detergent*)
- d. Bahan *additive* pada minyak
- e. Resin penukar ion (*Ion Exchange*)
- f. Pengemulsi (*Emulsifying Agent*)

(Kirk & Othmer, 1981)

Dengan didirikannya pabrik ini dapat memenuhi kebutuhan perindustrian Indonesia. Dan berdirinya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi jumlah impor sehingga dapat meringankan biaya produksi dari suatu pabrik untuk penurunan harga produk. Selain itu juga dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan mendorong berkembangnya industri kimia di Indonesia.

Berdasarkan data impor *Lauryl Sulphate* di Indonesia dapat dilihat bahwa kebutuhan *Lauryl Sulphate* masih cukup besar, tetapi cenderung mengalami penurunan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir.

Tabel 1. 1 Perkembangan Impor Lauril Sulfat Indonesia 2009-2013

Tahun	kg/tahun	ton/tahun
2009	596481	5964,81
2010	992881	9928,81
2011	785084	7850,84
2012	974135	9741,35
2013	895458	8954,58

(Sumber : www.Bps.go.id 2018)

Data tersebut dibuat berdasarkan data import dedocyl sulfat yang diambil dari BPS dan di ekstrapolasikan dengan persamaan regresi linier $y = a + bx$ dengan sumbu x sebagai tahun dan sumbu y sebagai kebutuhan impor dedocyl sulfat. Dari grafik di atas di dapatkan persamaan garis $y = 579,21x + 6750,5$. Yaitu sebesar 15.438

ton/tahun. Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diprediksikan kebutuhan lauryl sulfat di Indonesia pada tahun 2023 adalah 12.000 ton.

Kebutuhan lauryl sulfat sebagai bahan pendukung untuk industri akan meningkat seiring peningkatan jumlah industri yang beroperasi. *Information Handling Services (IHS)* menyatakan permintaan lauryl sulfat di dunia dari 2013-2018 meningkat 2,4% per tahun. Permintaan meningkat hingga 4,5% setiap tahunnya. Sebagai perbandingan, menurut *United Nations Commodity Trade Statistics Database (Uncomtrade)* pada tahun 2012, total perdagangan ekspor-impor Lauryl Sulfat di dunia mencapai 16 juta ton. Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi lauryl sulfat adalah Lauril Alkohol dan asam sulfat.

Setelah melihat beberapa faktor di atas, untuk memenuhi kebutuhan lauryl sulfat di Indonesia, maka diperlukan produksi lauryl sulfat domestik sebesar 12.000 ton/tahun. Kapasitas ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan lauryl sulfat dalam negeri dan luar negeri. Dilihat dari kebutuhan lauryl sulfat yang semakin meningkat, pabrik ini layak didirikan di Indonesia dengan pertimbangan:

- a. Sebagai pemasok bahan baku untuk kebutuhan industri dalam negeri.
- b. Mengurangi jumlah impor lauryl sulfat sehingga dapat menambah devisa negara, karena belum adanya pabrik lauryl sulfat di Indonesia.
- c. Mendorong berkembangnya industri kimia lain yang menggunakan lauryl sulfat sebagai bahan baku.
- d. Membuka lapangan kerja baru.

1.2 Tinjauan Pustaka

Lauril Sulfat yang mempunyai nama kimia $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{H}$. Merupakan suatu senyawa yang berupa cairan tak berwarna dan tidak berbahaya. Rumus molekulnya adalah $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{H}$ dengan berat molekul 266 gram/mol (Sakakura, 1995).

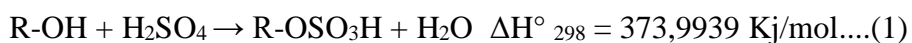
Lauril Sulfat merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki gugus OSO_3H (gugus sulfat) dan termasuk dalam senyawa sulfat. Proses pembentukannya disebut sebagai reaksi sulfatasi. Reaksi sulfatasi ialah reaksi pemasukan gugus $-\text{OSO}_3\text{H}$ ke dalam suatu senyawa. Penggunaan hasil-hasil proses sulfatasi antara lain:

- a. Sebagai bahan setengah jadi atau antara untuk bahan yang akan mengalami proses selanjutnya.
- b. Sebagai bahan pencuci yang berfungsi sebagai pemerataan kebiasaan dari serat sebelum diberi warna.
- c. Sebagai katalisator pada reaksi-reaksi bahan organik.

Untuk menghasilkan senyawa-senyawa sulfat dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Esterifikasi alkohol dengan asam sulfat

Reaksi :



Cara ini merupakan cara yang pertama kali dilakukan untuk proses sulfatasi.

Reaksi terjadi pada suhu 40°C , tekanan 1 atm dengan konversi 98%. Produk yang dihasilkan memiliki kenampakan yang baik.

(Whitman, 1968)

2. Reaksi dengan *sulfonating agent chlorosulfonic acid*

Reaksi :



(2)

Reaksi terjadi pada temperature 30°C, dengan konversi 98%, reaksi biasanya dijalankan secara batch dan menghasilkan produk yang sifat kenampakan dan konversi yang lebih tinggi tetapi menghadapi kesulitan karena terbentuknya hasil samping HCl yang terbentuk diabsorpsi dengan air atau larutan NAOH. Reaksi ini harus dijalankan pada temperatur serendah mungkin karena reaksinya eksotermis. Pemisahan HCl yang tidak sempurna akan mengganggu produk.

3. Reaksi langsung dengan agen pengulfonat yaitu sulfur trioksida dan inert gas

Reaksi :



Reaksi terjadi dengan temperature 105°C. Reaksi ini lebih mudah dalam penanganannya, serta hanya satu membentuk produk utama. Konversinya relative tinggi dan waktu reaksi yang relatif cepat, mudah dalam penanganannya. Produk yang meninggalkan reaktor langsung dipindahkan dengan inert gas.

(Groggins, 1958)

Dari ketiga jenis proses pembuatan Lauril Sulfat yang telah dijelaskan diatas, dapat dilihat perbandingan ketiga proses tersebut pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Perbandingan Proses Pembuatan Lauril Sulfat

No	Parameter	Proses Pembuatan Lauril Sulfat		
1	Proses	Esterifikasi Alkohol dengan Asam Sulfat	<i>Sulfonating Agent</i> Asam Klorosulfonik	Agen pengulfonat yaitu sulfur trioksida dan inert gas
2	Kondisi Operasi	T = 40°C dengan konversi 98%.	T = 30°C dengan konversi 98%.	T = 105°C dengan konversi 99%.
3	Bahan Baku	Bahan baku mudah didapat dan murah	Bahan baku dan katalis susah diperoleh	Bahan baku gas alam terbatas
4	Produk	Produk yang dihasilkan memiliki kenampakan yang baik	Produk yang dihasilkan menghadapi kesulitan karena terbentuk hasil samping	Produk yang dihasilkan memiliki kenampakan yang kurang baik
5	Tingkat Korosif	Korosif	Korosif	Korosif

Dari ketiga jenis proses pembuatan lauril sulfat, dipilih proses pembuatan dari Esterifikasi Alkohol dengan Asam Sulfat, dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Kemurnian lauril sulfat dalam produk tinggi.
- b. Memiliki potensial ekonomi yang besar di Indonesia.
- c. Proses dan peralatan yang digunakan lebih sederhana sehingga pengendalian dan pemeliharaannya relatif mudah.
- d. Bahan baku mudah didapat karena tersedianya asam sulfat di Indonesia.
- e. Harga bahan baku yang relatif murah dibandingkan dengan bahan baku lainnya.

BAB II PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan pabrik ini, maka mekanisme pembuatan lauril sulfat dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Produk

1. Lauryl Sulphate

Lauryl sulphate adalah jenis surfaktan yang sangat kuat dan umum digunakan dalam produk-produk pembersih noda minyak dan kotoran. Sebagai contoh, Lauril Sulfat ini banyak ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada produk-produk industri seperti pembersih mesin (*engine degreaser*), pembersih lantai, dan shampo mobil. Lauril Sulfat digunakan dalam kadar rendah di dalam pasta gigi, shampo dan busa pencukur. Zat kimia ini merupakan bahan utama di dalam formulasi kimia untuk mandi busa karena efek pengentalnya dan kemampuan untuk menghasilkan busa

Rumus molekul : $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{H}$

Kemurnian : 98%

Fase : Cair

Berat molekul : 266 g/mol

Boiling point : 206°C

Melting point : 25-27°C

Densitas	: 800,9699 kg/m ³
Viskositas	: 0,16 cp (pada suhu 20°C)
Specific heat capacity	: 360 J/mol.K (pada suhu 25°C)
Panas pembentukan	: 798,03 J/mol (25°C)
Kelarutan	: Mudah larut dalam air

(Sumber : *Lauril Sulfat* MSDS)

2. Air

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H₂O: satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) and temperatur 273,15 K (0 °C).

Fase	: Cair
Berat molekul	: 18 g/mol
<i>Boiling point</i>	: 100°C
<i>Melting point</i>	: 0°C
Suhu kritis	: 374,3°C
Tekanan kritis	: 220,5 bar
Densitas	: 998 kg/m ³ pada 20°C
Viskositas	: $-51,964 + 3670,6T + 5,7331T^2$ Pascal-sec
Kapasitas panas	: $27637 - 2090,1T - 8,125T^2$ J/kmol K
Panas pembentukan	: -285,83 J/mol

(Sumber : *H₂O* MSDS)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

1. Lauril Alkohol

Lauril Alkohol atau nama lainnya dodecanol merupakan senyawa organik dan memiliki rumus molekul $C_{12}H_{25}OH$ dan biasanya di gunakan untuk surfaktan. Sifat fisis dan kimianya :

Kemurnian	: 98%
Fase	: Cair
Berat molekul	: 186 g/mol
<i>Boiling point</i>	: 262°C
<i>Melting point</i>	: 23,95°C
Densitas	: 830 kg/m ³
Titik kritis	: 448°C
Tekanan kritis	: 19,3 bar
Viskositas	: 16,338 cp
Kapasitas panas (Cp)	: 493,22 Joule/mol.K
Kelarutan dalam air	: 0,004 g/l pada 25°C

(Sumber : *Lauryl Alcohol* MSDS)

2. Asam Sulfat

Asam sulfat memiliki rumus molekul H_2SO_4 merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat tak berwarna dengan sifat korosif yang tinggi. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat sangat berbahaya bila terkena jaringan kulit karena sifatnya yang korosif, dan dengan sifatnya sebagai penarik air yang kuat (pendehidrasi) akan

menimbulkan luka seperti luka bakar pada jaringan kulit. Semakin tinggi konsentrasi asam sulfat semakin bertambah bahayanya. Walaupun asam sulfat tersebut encer, akan tetap mampu mendehidrasi kertas jika tetesan asam sulfat dibiarkan di kertas dalam waktu lama. Sifat fisis dan kimianya:

Kemurnian	: 98%
Fase	: Cair
Berat molekul	: 98 g/mol
<i>Boiling point</i>	: 337°C
<i>Melting point</i>	: 10,46°C
Densitas	: 1.833 kg/m ³
Titik kritis	: 652°C
Tekanan kritis	: 64 bar
Viskositas	: 23,541 cp
Kapasitas panas (Cp)	: 139,95 Joule/mol.K
Kelarutan dalam air	: Mudah larut dalam air
Kenampakan	: Cairan bening dan tak berwarna
Sifat	: Korosif (Sumber : <i>Sulfuric Acid</i> MSDS)

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik lauryl sulfat ini dapat di definisikan sebagai suatu aktivitas agar diperoleh barang hasil jadi yang kualitasnya sesuai dengan standar yang diinginkan. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila

terjadi penyimpangan pada indikator yang telah ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

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

- *Level control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/ isyarat berupa suara dan nyala lampu.

- *Flow rate*

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

- *Temperature control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pendekatan bahan baku merupakan pendekatan terhadap kualitas bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi. Kualitas bahan baku ini akan mempengaruhi kualitas produk akhir yang akan diproduksi. Untuk produk tertentu

kualitas bahan baku akan sangat mempengaruhi pembentukan kualitas produk akhir. Dalam pra rancangan ini, jika proses produksi dilaksanakan secara wajar dengan bahan baku yang baik akan diperoleh produk akhir yang baik, demikian pula sebaliknya. Dalam keadaan demikian biasanya perusahaan akan mempergunakan pendekatan bahan baku dalam melaksanakan pengawasannya.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pendekatan kedua yang perlu diperhatikan oleh pihak pengendalian kualitas adalah pendekatan terhadap kualitas proses yang dilaksanakan dalam kegiatan produksi. Hal ini perlu diperhatikan karena walaupun bahan baku yang dipergunakan memiliki kualitas yang tinggi, akan tetapi jika kualitas proses tidak mengikuti persyaratan yang telah ditentukan, maka kemungkinan besar kualitas produk akhir tidak akan memuaskan. Pada perusahaan tertentu kualitas proses produksi sangat mempengaruhi kualitas produk akhir sehingga untuk pengawasan kualitasnya perlu ditekankan pada pengendalian kualitas proses yang sedang berlangsung.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Selain memperhatikan kualitas bahan baku dan kualitas proses produksi, perlu pula dilakukan pengujian dan pengetesan terhadap produk akhir sebagai upaya pembentukan kualitas produk akhir. Dengan adanya pendekatan produk akhir ini, akan dapat diyakinkan bahwa produk yang keluar dari perusahaan benar-benar merupakan produk yang dapat dipertanggungjawabkan kualitasnya. Pendekatan ini akan mencakup langkah-langkah mempertahankan standar kualitas produk yang berlaku dan upaya pengembangan kualitas tersebut dimasa yang akan datang.

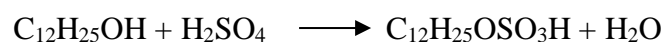
Pengendalian kualitas dalam hal ini tidak hanya untuk produk itu sendiri, tetapi itu juga meliputi pengepakan label, dan sebagainya dan termasuk dokumen-dokumen yang akan memudahkan konsumen dalam menggunakan produk itu.

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan Lauril Sulfat ($C_{12}H_{25}OSO_3H$) dengan menggunakan bahan baku Lauril Alkohol ($C_{12}H_{25}OH$) yang berasal dari tangki (T-01) sebanyak 1.065,7443 kg/jam pada suhu $30^{\circ}C$ dengan tekanan 1 atm, terlebih dahulu dipanaskan sampai suhu $40^{\circ}C$ menggunakan pemanas (HE-01) dan dicampur dengan Lauril Alkohol keluaran dari *evaporator* (EV-01) sebanyak 0,5607 kg/jam lalu diumpankan menggunakan pompa (P-01) menuju reaktor (R-01) dan Asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 556,3679 kg/jam yang berada di tangki (T-02) dicampur dengan asam sulfat keluaran dari *evaporator* (EV-01) sebanyak 286,3571 kg/jam dengan suhu campuran $150^{\circ}C$ kemudian didinginkan dengan *cooler* (CL-02) lalu diumpankan menggunakan pompa (P-02) menuju Reaktor (R-01).

Kedua bahan baku tersebut diumpankan menuju Reaktor (R-01) dengan jenis reaktor RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk) dengan jumlah reaktor sebanyak 4 unit yang disusun seri dan volume yang sama untuk direaksikan, Reaksi bersifat eksotermis dan merupakan *irreversible* atau reaksi searah, sehingga untuk mempertahankan suhu reaksi pendingin berupa koil pendingin. Konversi sebesar 98% terhadap Lauril Alkohol. Reaksi operasi yang terjadi pada reaktor berada di suhu operasi $40^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm. Dimana reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Yang dihasilkan dari reaktor (R-04) berupa Lauril Alkohol, asam sulfat, lauryl sulfat dan air. Lalu hasil tersebut dialirkan melalui pompa (P-06) menuju dekanter (DEC-01) untuk memisahkan lauryl sulfat dari campuran (Lauril Alkohol, asam sulfat dan air). Hasil bawah yang didapat dari dekanter mengandung berupa sedikit Lauril Alkohol, asam sulfat dan air yang merupakan fase berat. Yang kemurniannya dari H_2SO_4 sendiri 68% akan dimasukkan ke dalam *evaporator* (EV-01) untuk dipisahkan menjadi 98% dan juga selanjutnya akan dimasukkan kembali untuk di *recycle* ke dalam reaktor. Lalu hasil atas dekanter yang didapat mengandung Lauril Alkohol 1,4% dan Lauril Sulfat 98% yang merupakan fase ringan akan ditampung ke dalam tangki (T-03) untuk dipasarkan.

Dalam pra-rancangan pabrik lauryl sulfat dipilih cara pertama yaitu cara reaksi lauryl alkohol dengan asam sulfat, dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Proses dan peralatan yang digunakan lebih sederhana sehingga pengendalian dan pemeliharanya relatif mudah.
- b. Kemurnian lauryl sulfat dalam produk tinggi.
- c. Memiliki potensial ekonomi yang besar.

3.2 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pada pabrik lauryl sulfat dirancang dengan beberapa pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi pada masing-masing alat yang digunakan dalam pabrik Lauril Sulfat dari Lauril Alkohol dan Asam Sulfat yaitu :

1. Tangki penyimpanan Lauril Alkohol

- Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku Lauril Alkohol ($C_{12}H_{25}OH$).
- Kode : T-01
- Kondisi : $T = 30^{\circ}C$
 $P = 1 \text{ atm}$
- Bahan : *Stainless Steel 316 AISI*
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *Conical Roof*
- Waktu penyimpanan : 15 hari
- Jumlah : 2
- Volume : $280,87 \text{ m}^3$
- Dimensi tangki : Diameter = $7,8137 \text{ m}$
Tinggi = $5,8603 \text{ m}$
- Harga : \$ 88,340

2. Tangki penyimpanan Asam Sulfat

- Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku Asam Sulfat (H_2SO_4) 98%.
- Kode : T-02
- Kondisi : $T = 30^{\circ}C$
 $P = 1 \text{ atm}$
- Bahan : *Stainless Steel 316 AISI*
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan

Conical Roof

- Waktu penyimpanan : 15 hari
- Jumlah : 1
- Volume : 135,434 m³
- Dimensi tangki : Diameter = 7,01395 m
Tinggi = 3,50697 m
- Harga : \$ 55,030

3. Reaktor (R)

- Fungsi : Untuk mereaksikan Lauril Alkohol dan asam sulfat menjadi Lauril Sulfat dan air.
- Jenis : RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk)
- Kondisi : T = 40°C
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless steel SA-167*
- Jumlah : 4
- Volume : 3,771 m³
- Dimensi tangki :
 - Diameter = 1,4098 m
 - Tinggi = 2,1146 m
 - Tebal dinding = 3/16 in
 - Tebal head = ¼ in
 - Jenis head = *Flanged and dished head (torispherical)*
 - Suhu masuk = 30°C

- Suhu keluar = 39°C
- Spesifikasi koil R-01
 - Panjang koil = 11,72 m
 - Diameter koil = 0,008 m
 - Jumlah lengkungan = 3
 - NPS = 1/2 in IPS, sch. no. 40
- Spesifikasi koil R-02
 - Panjang koil = 11,71 m
 - Diameter koil = 0,004 m
 - Jumlah lengkungan = 1
 - NPS = 1/4 in IPS, sch. no. 40
- Spesifikasi koil R-03
 - Panjang koil = 11,71 m
 - Diameter koil = 0,0014 m
 - Jumlah lengkungan = 7
 - NPS = 3/4 in IPS, sch. no. 40
- Spesifikasi koil R-04
 - Panjang koil = 11,71 m
 - Diameter koil = 0,002 m
 - Jumlah lengkungan = 1
 - NPS = 1/8 in IPS, sch. no. 40
- Jumlah baffle = 4
- Jumlah blade = 6

- Lebar baffle = 0,0858 m
- Jenis pengaduk = *Flat Blade Turbine Impellers*
- Jumlah pengaduk = 1 buah
- Tinggi pengaduk = 0,1262 m
- Diameter pengaduk = 0,5048 m
- Lebar pengaduk = 0,1262 m
- Tenaga pengaduk = 15 Hp untuk setiap reaktor
- Jumlah putaran = 190 rpm
- Harga : \$ 373,730

4. Dekanter

- Fungsi : Memisahkan Lauril Sulfat dan Lauril Alkohol dari air dan Asam Sulfat.
- Jenis : Silinder horizontal
- Kode : DEC-01
- Kondisi : T = 40°C
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless steel SA-283 Grade C*
- Jumlah : 1
- Volume : 0,3740 m³
- Dimensi tangki :
 - Diameter = 0,5229 m
 - Tinggi = 1,5686 m
 - Tebal *shell* = 0,1875 in

- Tebal *head* = 3/16 in
- Waktu tinggal = 0,045 jam
- Harga : \$ 86,202

5. *Evaporator* (EV-01)

- Fungsi : Memekatkan larutan yang mengandung zat yang sulit menguap (H_2SO_4) dan pelarut yang mudah menguap, dengan cara menguapkan sebagian pelarutnya (air).
- Jenis : *Long tube vertical evaporator, single effect*
- Kode : EV-01
- Kondisi : T = 150°C
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless steel*
- Jumlah : 1
- Volume : 7,8373 ft³
- Dimensi *shell* :
 - Diameter = 19,25 in = 0,489 m
 - *Baffle spacing* = 9,63 in
 - *Passes* = 1
- Dimensi *tube* :
 - Diameter luar = 1,25 in = 0,0318 m
 - Diameter dalam = 1,03 in = 0,0262 m
 - Jumlah *tube* = 96

- Panjang = 16 ft
- *Pitch* = 1 9/16 in *square pitch*
- *Passes* = 6
- Harga : \$ 614,330

6. Tangki penyimpanan produk Lauril Sulfat ($C_{12}H_{25}OSO_3H$) T-03

- Fungsi : Untuk menyimpan produk Lauril Sulfat ($C_{12}H_{25}OSO_3H$).
- Kode : T-03
- Kondisi : T = 30°C
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless steel* 316 AISI
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *Conical Roof*
- Waktu penyimpanan : 7 hari
- Jumlah : 1
- Volume : 381,1852 m³
- Dimensi tangki : Diameter = 8,6510 m
Tinggi = 6,4883 m
- Harga : \$ 281,788

7. Heater-01

- Fungsi : Untuk memanaskan umpan lauril alkohol sebelum diumpakan ke reaktor (R-01) dari suhu 30°C

sampai suhu 40°C.

- Kode : HE-01
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (hairpin)*
- Panjang pipa : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 2
- Spesifikasi pipa dalam :
 - Diameter luar = 1,66 in
 - Diameter dalam = 1,38 in
 - *Pressure drop* = 0,0618 psia
- Spesifikasi pipa luar :
 - Diameter luar = 2,38 in
 - Diameter dalam = 2,067 in
 - *Pressure drop* = 0,0075 psia
- Luas transfer panas : 12,3846 ft²
- Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 30,2077 BTU/jam.ft².°F
- Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 20
- Faktor kotor total (R_d) : 0,0169 jam. ft².°F/BTU
- Harga : \$ 1,238

8. Heater-02

- Fungsi : Untuk memanaskan umpan asam sulfat sebelum diumpakan ke reaktor (R-01) dari suhu 30°C sampai suhu

40°C.

- Kode : HE-02
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (hairpin)*
- Panjang pipa : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1
- Spesifikasi pipa dalam :
 - Diameter luar = 1,66 in
 - Diameter dalam = 1,38 in
 - *Pressure drop* = 0,0107 psia
- Spesifikasi pipa luar :
 - Diameter luar = 2,38 in
 - Diameter dalam = 2,067 in
 - *Pressure drop* = 0,00042 psia
- Luas transfer panas : 3,4171ft²
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 21,3935 BTU/jam.ft².°F
- Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 20
- Faktor kotor total (Rd) : 0,00326 jam. ft².°F/BTU
- Harga : \$ 1,350

9. Cooler-01

- Fungsi : Untuk mendinginkan lauril sulfat sebelum disimpan ke tangki produk (T-03) dari suhu 40°C sampai suhu

30°C.

- Kode : CL-01
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (Hairpin)*
- Panjang pipa : 16 ft
- Jumlah *hairpin* : 7
- Spesifikasi pipa dalam :
 - Diameter luar = 2,38 in
 - Diameter dalam = 2,067 in
 - *Pressure drop* = 0,0181 psia
- Spesifikasi pipa luar :
 - Diameter luar = 3,5 in
 - Diameter dalam = 3,068 in
 - *Pressure drop* = 0,6758 psia
- Luas transfer panas : 80,0264 ft²
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 13,8847 BTU/jam.ft².°F
- Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 13 BTU/jam.ft².°F
- Faktor kotor total (Rd) : 0,005 jam.ft².°F/BTU
- Harga : \$ 4,051

10. Cooler-02

- Fungsi : Untuk mendinginkan campuran asam sulfat dari tangki bahan baku dan dari evaporator sebelum

diumpangkan ke reaktor (R-01) dari suhu campuran 150°C sampai suhu 40°C.

- Kode : CL-02
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (hairpin)*
- Panjang pipa : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 6
- Spesifikasi pipa dalam :
 - Diameter luar = 1,66 in
 - Diameter dalam = 1,38 in
 - *Pressure drop* = 0,0027 psia
- Spesifikasi pipa luar :
 - Diameter luar = 2,88 in
 - Diameter dalam = 2,469 in
 - *Pressure drop* = 0,244 psia
- Luas transfer panas :
- Koefisien transfer panas bersih (U_c) : 10,9997 BTU/jam.ft².°F
- Koefisien transfer panas kotor (U_d) : 10 BTU/jam.ft².°F
- Faktor kotor total (R_d) : 0,0091 jam.ft².°F/BTU
- Harga : \$ 4,389

11. Pompa (P-01)

- Fungsi : Mengalirkan bahan baku lauril

alkohol dari tangki (T-01) sebanyak
1058,8483 kg/jam.

- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 6,7388 gpm
- *Head* : 3,1276 ft = 0,9533 m
- Tenaga pompa : 0,0221 Hp
- Tenaga motor : 0,0833 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 3/4, Sch No. 40
- Harga : \$ 12,154

12. Pompa (P-02)

- Fungsi : Mengalirkan bahan baku asam sulfat dari tangki (T-02) sebanyak 556,3679 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 1,6343 Gpm
- *Head* : 2,5649 ft = 0,7818 m
- Tenaga pompa : 0,0100 Hp
- Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 1/2, Sch No. 40

- Harga : \$ 19,356

13. Pompa (P-03)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari reaktor (R-01) ke reaktor (R-02) sebanyak 1975,4904 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 9,6704 gpm
- *Head* : 2,7308 ft = 0,8324 m
- Tenaga pompa : 0,0360 Hp
- Tenaga motor : 0,125 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

14. Pompa (P-04)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari reaktor (R-02) ke reaktor (R-03) sebanyak 1975,4904 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 11,0704 gpm

- *Head* : 2,8983 ft = 0,8834 m
- Tenaga pompa : 0,0382 Hp
- Tenaga motor : 0,125 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

15. Pompa (P-05)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari reaktor (R-03) ke reaktor (R-04) sebanyak 1975,4904 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 11,4927 gpm
- *Head* : 2,9463 ft = 0,8980 m
- Tenaga pompa : 0,0389 Hp
- Tenaga motor : 0,125 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

16. Pompa (P-06)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari reaktor (R-04) ke dekanter (DEC-01) sebanyak 1975,4904 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage,*

hisap tunggal, *mix flow*)

- Jumlah : 2
- Kapasitas : 11,6609 gpm
- *Head* : 2,6384 ft = 0,8042 m
- Tenaga pompa : 0,0348 Hp
- Tenaga motor : 0,125 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

17. Pompa (P-07)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari dekanter (D-01) ke evaporator (EV-01) sebanyak 432,9461 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 1,5850 gpm
- *Head* : 2,6231 ft = 0,7995 m
- Tenaga pompa : 0,0080 Hp
- Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 3/8, Sch No. 40
- Harga : \$ 17,330

18. Pompa (P-08)

- Fungsi : Mengalirkan hasil dari evaporator

(EV-01) ke reaktor (R-01) sebanyak
292,8811 kg/jam.

- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 0,9588 gpm
- *Head* : 2,4609 ft = 0,7501 m
- Tenaga pompa : 0,0051 Hp
- Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 3/8, Sch No. 40
- Harga : \$ 17,330

19. Pompa (P-09)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari dekanter (DEC-01) ke tangki (T-03) sebanyak 1515,1515 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Kapasitas : 9,9912 gpm
- *Head* : 8,3846 ft = 2,5556 m
- Tenaga pompa : 0,0849 Hp
- Tenaga motor : 0,25 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

20. Pompa (P-10)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari condenser (CD-01) ke UPL sebanyak 140,0649 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, radial flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 0,8253 gpm
- *Head* : 7,3959 ft = 2,2543 m
- Tenaga pompa : 0,0073 Hp
- Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 1/4, Sch No.40
- Harga : \$ 15,530

21. Condensor (CD-01)

- Fungsi : Mengembunkan uap air dan asam sulfat dari hasil atas evaporator (EV-01).
- Jenis : *Shell and tube horizontal condensor*
- Dimensi alat :
 - *Dimensi shell*
 - Diameter dalam = 15,25 in
 - Baffle spacing* = 7,625 in
 - Passes* = 2

➤ Dimensi *tube*

Diameter luar	= 1 in
Diameter dalam	= 0,732 in
Jumlah <i>tube</i>	= 56
Jumlah hairpin	= 28 buah
Panjang	= 16 ft
<i>Pitch</i>	= 1 ¼ in, <i>square pitch</i>
<i>Passes</i>	= 2

- Luas transfer panas : 233,279 ft²
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 95,6967 BTU/jam.ft².°F
- Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 6 BTU/jam.ft².°F
- Faktor kotor total (Rd) : 0,1601 jam.ft².°F/BTU
- Harga : \$ 31,060

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kapasitas dari pabrik sejenis yang telah berdiri. Kebutuhan akan Lauril Sulfat dari tahun ke tahun semakin meningkat, mengingat lauril sulfat merupakan produk *intermediet* yang biasa digunakan oleh pabrik-pabrik lain terutama pabrik yang membutuhkan *foam* dalam produksi produknya.

Bahan baku yang digunakan dalam Lauril Sulfat ini adalah Asam Sulfat, yang diperoleh dari pabrik PT. Petrokimia Gresik, sedangkan Lauril Alkohol masih mengimpor dari luar negeri yaitu Cina dan Malaysia.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

a. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

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

b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)

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

- Manusia (tenaga kerja)

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

- Mesin (peralatan)

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

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik kimia memberikan kontribusi yang besar bagi kesuksesan bisnis berbasis kimia. Sebuah pabrik idealnya memiliki lokasi yang memberikan biaya produksi dan distribusi minimum. Selain itu kemungkinan adanya perluasan pabrik serta lingkungan yang kondusif juga harus dipertimbangkan agar operasi pabrik dapat berjalan lancar.

Dalam menentukan lokasi pabrik digunakan *scoring metode* dimana penentuan ini didasarkan pada nilai yang tertinggi dari beberapa lokasi yang terpilih. Penentuan lokasi ini juga harus di tinjau dari segi ekonomi yaitu berdasarkan *return on investment* yang merupakan prosentasi pengembalian modal pertahun.

Berdasarkan beberapa pertimbangan, maka Pabrik Lauril Sulfat dengan kapasitas 12.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah Manyar, Gresik, Jawa Timur. Penentuan lokasi pabrik didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Primer

a. Ketersediaan bahan baku

Jarak antara tempat produksi dan lokasi pengambilan bahan baku dapat mempengaruhi kemampuan bersaing dari produk-produk yang dibuat. Bahan baku pembuatan Lauril Sulfat adalah Lauril Alkohol dan Asam Sulfat. Asam sulfat dapat diperoleh dari pabrik dalam negeri yaitu PT.Petrokimia Gresik, sedangkan Lauril Alkohol masih mengimpor dari luar negeri.

Dengan pemilihan lokasi pabrik di Manyar, akan lebih menguntungkan karena lokasi dekat dengan pelabuhan sehingga pengadaannya lebih mudah.

b. Ketersediaan sumber energi

Kebutuhan tenaga dan steam sangatlah tinggi pada sebagian besar pabrik kimia, dan biasanya dibutuhkan ketersediaan bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan ini. Daerah Manyar, Jawa Timur merupakan kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar untuk generator dapat dengan mudah terpenuhi, sedangkan listrik untuk keperluan proses dan perkantoran disediakan dari PLN setempat.

c. Lokasi pasar

Lokasi pasar atau pusat distribusi mempengaruhi biaya distribusi produk dan waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman. Kedekatan dengan pasar merupakan salah satu pertimbangan yang penting karena bagi konsumen lebih menguntungkan untuk membeli produk dari sumber yang dekat. Dari segi pemasaran, dipilih lokasi pabrik di Manyar, karena berdekatan dengan industri detergen, maupun pabrik kimia. Disamping itu akses transportasi menuju pusat industri di seluruh Indonesia mudah didapatkan, sehingga menguntungkan untuk pemasaran produk.

d. Sarana transportasi

Sarana transportasi yang baik dapat menunjang keberhasilan suatu pabrik kimia. Sarana transportasi yang dimaksud adalah jalan yang nyaman untuk pekerja, transportasi bahan-bahan dan peralatan yang efisien, serta pengiriman

secara cepat dan ekonomis. Tersedianya sarana transportasi darat dan laut yang memadai sehingga pengiriman barang keluar maupun ke dalam pabrik tidak mengalami kesulitan.

e. Ketersediaan tenaga kerja

Dengan adanya pembangunan pabrik ini, diharapkan dapat menyerap tenaga kerja dari masyarakat sekitarnya. Sedangkan untuk tenaga terdidik dapat diperoleh dari lulusan sekolah menengah atas maupun perguruan tinggi yang banyak terdapat di Jawa Timur dan sekitarnya.

f. Penyediaan utilitas

Pabrik Lauryl Sulfat ini memerlukan air untuk alat-alat pendingin, steam, keperluan air rumah tangga, perkantoran dan keperluan lainnya. Oleh karena itu lokasi pabrik dipilih yang berdekatan dengan sumber mata air atau sungai sehingga dapat memenuhi kebutuhan air tersebut.

4.1.2 Faktor Sekunder

Faktor Sekunder yang meliputi kemungkinan perluasan, fasilitas umum, sikap masyarakat dan keamanan, kebijakan atau peraturan pemerintah setempat, kondisi geografis dan sosial budaya, perumahan dan fasilitas lain, rencana pabrik yang mendukung industri lain, penyediaan unit perbaikan dan perawatan peralatan.

a. Area perluasan pabrik

Pabrik akan didirikan di pengembangan produksi Manyar yaitu Kawasan Industri yang jauh dari kepadatan penduduk sehingga tersedia lahan yang cukup luas dengan infrastruktur yang cukup memadai, sehingga

memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

b. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih di wilayah Manyar termasuk salah satu kawasan industri yang ditetapkan oleh pemerintah, sehingga memudahkan dalam permasalahan perijinan pendirian pabrik.

c. Iklim

Keadaan iklim dan cuaca di daerah Manyar jarang terjadi gempa ataupun angin topan.

d. Prasarana dan fasilitas sosial

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

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik seperti kantor, laboratorium, bengkel, tempat ibadah, poliklinik, MCK, kantin, *fire safety*, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya ditempatkan sesuai dengan proseduk keamanan dan kenyamanan. Untuk mencapai kondisi yang optimal maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah:

1. Perluasan pabrik harus sudah direncanakan sejak awal sehingga masalah kebutuhan akan tempat tidak akan timbul dimasa mendatang.
2. Penentuan tata letak pabrik harus memperhatikan masalah keamanan. apabila terjadi hal-hal seperti kebakaran, ledakan, kebocoran gas atau asap beracun dapat ditanggulangi secara cepat dan tepat. Oleh karena itu ditempatkan alat-alat pengaman seperti hydrant, penampung air yang cukup, alat penahan ledakan, dan alat sensor untuk gas beracun. Tangki penyimpan bahan baku atau produk yang berbahaya diletakkan pada tempat khusus sehingga dapat dikontrol dengan baik.
3. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *outdoor*.
4. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan/ lahan.
5. Instalasi dan utilitas juga harus diperhatikan, karena pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, steam, dan listrik, serta utilitas lainnya akan membantu proses produksi dan perawatannya.
6. Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, batas maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan limbah buangan diperlukan, sehingga buangan limbah tersebut tidak berbahaya bagi komunitas yang ada disekitarnya.

Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu:

1. Daerah administrasi atau perkantoran

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi dan kegiatan-kegiatan administrasi yang mana, tidak mengganggu kegiatan dan keamanan pabrik, serta harus terletak jauh dari area proses yang berbahaya.

2. Daerah fasilitas umum

Merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat parkir, tempat ibadah, kantin, dan pos keamanan.

3. Daerah proses

Merupakan pusat proses produksi dimana alat-alat proses dan pengendali ditempatkan. Daerah proses ini terletak dibagian tengah pabrik yang lokasinya tidak mengganggu. Letak aliran proses direncanakan sedemikian rupa sehingga memudahkan pemindahan bahan baku dari tangki penyimpanan serta memudahkan pengawasan dan pemeliharaan terhadap alat-alat proses. Daerah proses ini diletakkan minimal 15 meter dari bangunan-bangunan atau unit-unit lain.

4. Daerah laboratorium dan ruang kontrol

Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku, produk, dan limbah proses. Sedangkan daerah ruang kontrol merupakan pusat kontrol berjalannya proses yang diinginkan (kondisi operasi baik,

tekanan, temperatur, dan lain-lain yang diinginkan). Laboratorium dan ruang kontrol ini diletakkan dekat daerah proses apabila terjadi sesuatu masalah di daerah proses dapat teratasi.

5. Daerah pemeliharaan

Daerah pemeliharaan merupakan tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan atau perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses.

6. Daerah utilitas

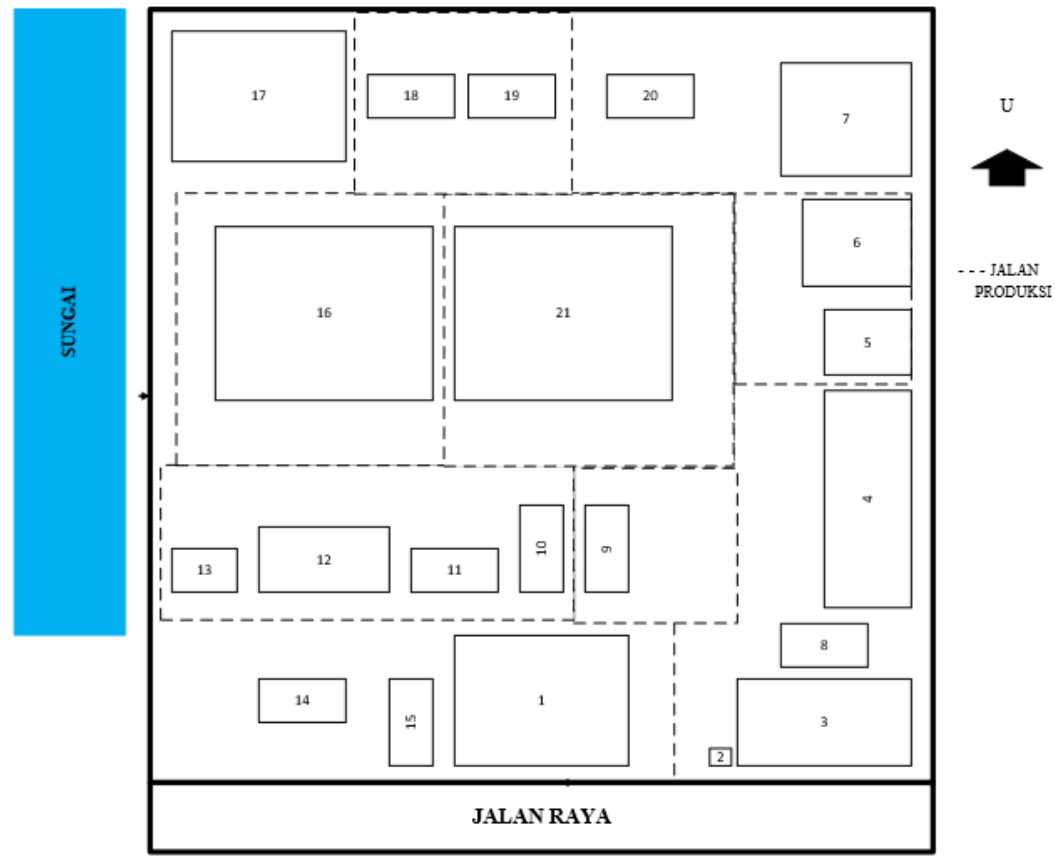
Daerah ini merupakan tempat untuk menyediakan keperluan yang menunjang berjalannya proses produksi berupa penyediaan air, steam, listrik. Daerah ini ditempatkan dekat dengan daerah proses agar sistem pemipaan lebih ekonomis. Tetapi mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan maka jarak antara area utilitas dan area proses harus diatur sekitar 15 meter.

7. Daerah pengolahan limbah

Merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses produksi

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah

No	lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
		m	m	m ²
1	Kantor Utama	40	30	1200
2	Pos Keamanan	5	4	20
3	Parkir Utama	40	20	800
4	Area Mess	50	20	1000
5	Unit Pemadam Kebakaran	20	15	300
6	Kantor Teknik dan Produksi	25	20	500
7	Parkir Truk	30	26	780
8	Jalan	1000	8	8000
9	Taman	20	10	200
10	Perpustakaan	20	10	200
11	Poliklinik	20	10	200
12	Bengkel	20	10	200
13	Gudang Peralatan	30	15	450
14	Laboratorium	15	10	150
15	Masjid	20	10	200
16	Kantin	20	10	200
17	Area Proses	50	40	2000
18	Area Utilitas	40	30	1200
19	Control Utilitas	20	10	200
20	Control Room	20	10	200
21	Unit Pengolahan Limbah	20	10	200
22	Daerah Perluasan	50	40	2000
23	Area Rumah Dinas	40	25	1000
Luas Tanah				21200



Skala 1cm : 10m

Gambar 4. 1 Lay out Pabrik Lauril Sulfat

Keterangan gambar :

- | | | |
|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1. Kantor Utama | 8. Taman | 16. Area Poses |
| 2. Pos Keamanan 1 | 9. Perpustakaan | 17. Area Utilitas |
| 3. Parkir Utama | 10. Poliklinik | 18. Control Utilitas |
| 4. Area Mess | 11. Bengkel | 19. Control Room |
| 5. Unit Pemadam
Kebakaran | 12. Gudang Peralatan | 20. Unit Pengolahan
Limbah |
| 6. Kantor Teknik
dan Produksi | 13. Laboratorium | 21. Daerah Perluasan |
| 7. Parkir Truk | 14. Masjid | |
| | 15. Kantin | |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada pabrik Lauril Sulfat, yaitu:

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera

diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

5. Lalu lintas alat berat

Hendaknya diperhatikan jarak antar alat dan lebar jalan agar seluruh alat proses dapat dicapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki.

6. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

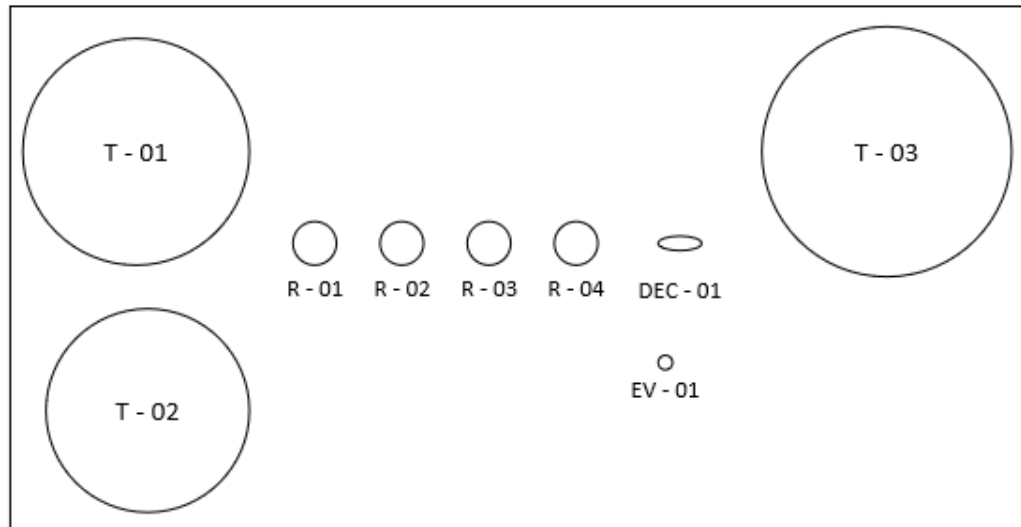
7. Tata letak alat proses

Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi pabrik. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
- c. Biaya material handling menjadi rendah dan menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capitas yang tidak penting.

8. Jarak antar alat proses

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



Skala 1cm : 2m

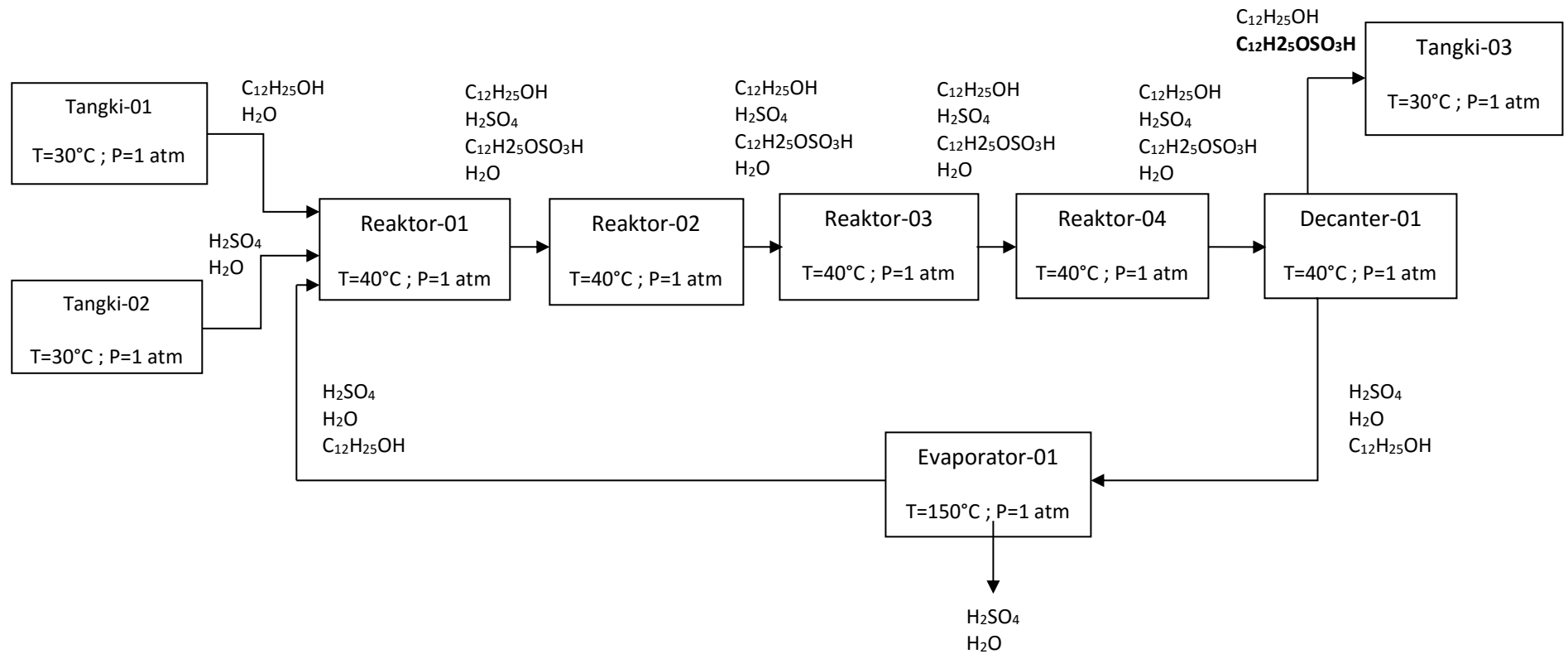
Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses

4.4 Diagram Alir Proses

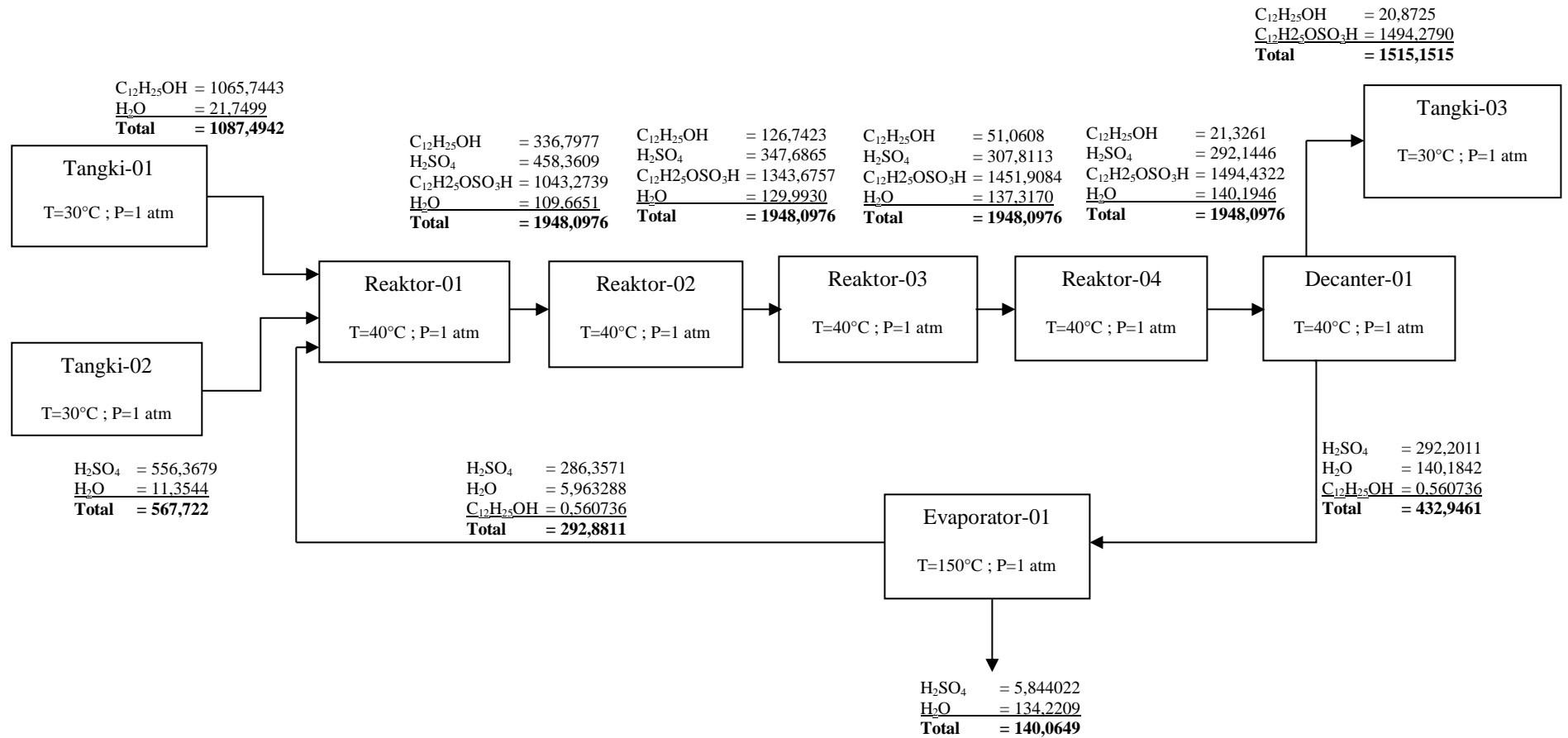
4.4.1 Diagram Alir Proses

Diagram alir perancangan pabrik Lauril Sulfat dari Lauril Alkohol dan Asam Sulfat dapat ditunjukkan dalam dua macam, yaitu :

- a. Diagram alir kualitatif
- b. Diagram alir kuantitatif



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Lauril Sulfat



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Lauril Sulfat dalam satuan (kg/jam)

4.4.2 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
C ₁₂ H ₂₅ OH	1066,305038	21,43327
H ₂ SO ₄	842,72495	292,20111
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	0	1494,279
H ₂ O	39,06758	140,1842
Total	1948,0976	1948,0976

Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor 1

Komponen	Masuk				Keluar	
	Umpan		Recycle		Kg/jam	Kmol/jam
	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam		
C ₁₂ H ₂₅ OH	1065,7443	5,7298	0,5607368	0,003	335,0594	1,8014
H ₂ SO ₄	556,3679	5,6772	286,35709	2,922	457,445	4,6678
H ₂ O	33,1043	1,8391	5,963288	0,3313	109,8333	6,1018
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	0	0	0	0	1045,7599	3,9314
Total	1655,2165	13,2461	292,88112	3,2563	1948,0976	16,5024

Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor 2

Komponen	Masuk		Keluar	
	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam
C ₁₂ H ₂₅ OH	335,0594	1,8014	126,0721	0,677807
H ₂ SO ₄	457,445	4,6678	347,3334	3,5442184
H ₂ O	109,8333	6,1018	130,0579	7,2254369
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	1045,7599	3,9314	1344,6342	5,0550158
Total	1948,0976	16,5024	1948,0976	16,502478

Tabel 4. 5 Neraca Massa Reaktor 3

Komponen	Masuk		Keluar	
	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam
C ₁₂ H ₂₅ OH	126,0721	0,6778	51,0608	0,27452
H ₂ SO ₄	347,3334	3,5442	307,8113	3,140932
H ₂ O	130,0579	7,2254	137,3170	7,628723
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	1344,6342	5,0550	1451,9084	5,458302
Total	1948,0976	16,5025	1948,0976	16,50248

Tabel 4. 6 Neraca Massa Reaktor 4

Komponen	Masuk		Keluar	
	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam
C ₁₂ H ₂₅ OH	51,0608	0,2745	21,4333	0,114656
H ₂ SO ₄	307,8113	3,1409	292,2011	2,981068
H ₂ O	137,3170	7,6287	140,1842	7,788587
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	1451,9084	5,4583	1494,279	5,618166
Total	1948,0976	16,5025	1948,0976	16,50248

Tabel 4. 7 Neraca Massa Dekanter

KOMPONEN	Masuk		Keluar			
			Fase Ringan		Fase Berat	
	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam
C ₁₂ H ₂₅ OH	21,433267	0,1146565	20,87253	0,112218	0,560737	0,0030147
H ₂ SO ₄	292,20111	2,9810678	0	0	292,2011	2,981644
H ₂ O	140,1842	7,7885874	0	0	140,1842	7,7880112
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	1494,279	5,6181663	1494,279	5,61759	0	0
TOTAL	1948,097577	16,5024780	1515,152	5,729808	432,9461	10,77267

Tabel 4. 8 Neraca Massa Evaporator

KOMPONEN	Masuk		Keluar			
			Teruapkan		Cairan Pekat	
	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam
C ₁₂ H ₂₅ OH	0,560737	0,0030147	0	0	0,560736809	0,003014714
H ₂ SO ₄	292,2011	2,981644	5,8440223	0,05963288	286,357091	2,922011132
H ₂ O	140,1842	7,7880112	134,22091	7,456717463	5,963288025	0,331293779
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	0	0	0	0	0	0
TOTAL	432,9461	10,77267	140,06494	7,516350344	292,8811158	3,256319626

4.4.3 Neraca Panas Total**Tabel 4. 9 Neraca Panas Total**

Komponen	Masuk (J/jam)	Keluar (J/jam)
Reaktor-01	53.329.772,043	53.329.772,043
Reaktor-02	49.277.566,066	49.277.566,066
Reaktor-03	47.890.975,115	47.890.975,115
Reaktor-04	47.355.715,312	47.355.715,312
Decanter-01	-47.316.882	47.316.882
Evaporator-01	225.045.746,83	225.045.746,83
Total	470.216.657	470.216.657

Tabel 4. 10 Neraca Panas Reaktor 1

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
$\Delta H1$	63.879.977,87	$\Delta H2$	52.315.407,82
Qs	-10550205,82	Qp	1014364,22
Total	53.329.772,043	Total	53.329.772,043

Tabel 4. 11 Neraca Panas Reaktor 2

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
$\Delta H1$	52.315.407,82	$\Delta H2$	48.985.488,54
Qs	-3037841,753	Qp	292077,5237
Total	49.277.566,066	Total	49.277.566,066

Tabel 4. 12 Neraca Panas Reaktor 3

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
$\Delta H1$	81663526,88	$\Delta H2$	47785741,6
Qs	-33772551,76	Qp	105233,5169
Total	47890975,115	Total	47890975,115

Tabel 4. 13 Neraca Panas Reaktor 4

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
$\Delta H1$	47785741,6	$\Delta H2$	47314369,84
Qs	-430026,2856	Qp	41345,47578
Total	47355715,312	Total	47355715,312

Tabel 4. 14 Neraca Panas Dekanter

Input (J/jam)			Output (J/jam)			
1. Panas Masuk DEC-01			1. panas hasil pemanasan atas keluar D-01 pada T=40°C			
$\Delta H1 =$	-47316068,7	J/jam	$\Delta H2,a$	=	32144039,95	J/jam
2. panas hasil pemanasan bawah keluar D-01 pada T=40°C						
Total	-47316068,7	J/jam	$\Delta H2,b$	=	15172842,26	J/jam
			Total	=	47316882,21	J/jam

Tabel 4. 15 Neraca Panas Evaporator

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
$\Delta H1$	15149,49747	$\Delta H2$	225045469
Q_s	225030597,3	Q_p	277,8222715
Total	225045746,83	Total	225045746,83

4.5 Perawatan (*Maintenance*)

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

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

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

a. *Over haul* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* antara lain sebagai berikut:

a) Umur alat

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

b) Bahan baku

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

c) Tenaga manusia

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

4.6 Utilitas

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik Lauril Sulfat adalah:

1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut:

- a. Air pendingin
- b. Air konsumsi umum dan sanitasi
- c. Air umpan *boiler*

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk *reboiler*

3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum lainnya.

4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, peralatan utilitas, peralatan elektronik atau alat-alat listrik, AC, maupun penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan disediakan *generator* sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *generator* dan *boiler*.

6. Unit pengolahan limbah

Unit ini berfungsi mengolah limbah sanitasi dan air limbah proses.

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Kebutuhan air diperoleh dari sungai yang terdekat dari lokasi pabrik, yaitu sungai bengawan solo. Air sungai ini diolah terlebih dahulu sebelum digunakan sesuai keperluannya sehingga memenuhi persyaratan. Kebutuhan air dalam pabrik Lauryl sulfat ini meliputi:

1. Kebutuhan air untuk pendingin = 2288,884 kg/jam

2. Kebutuhan steam	=	131,7941 kg/jam
3. Kebutuhan air kantor dan rumah tangga	=	4.545,8333 kg/jam
4. Kebutuhan air pemadam kebakaran	=	236,3425 kg/jam
		+
Jumlah	=	7.202,8539 kg/jam

Tahap-tahap pengolahan air sebagai berikut :

1. Tahap Pengendapan

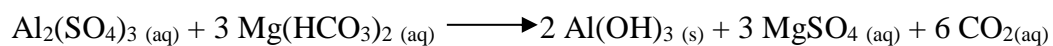
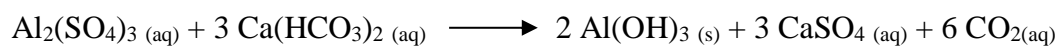
Dilakukan dalam bak pengendap awal yang terbuat dari beton, tujuannya untuk mengendapkan kotoran yang berupa lumpur, pasir, dan kotoran lain secara gravitasi.

2. Tahap Penggumpalan

Dilakukan dengan cara menambahkan bahan-bahan kimia untuk menggumpalkan yang tersuspensi, kemudian diendapkan. Bahan kimia yang digunakan yaitu tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan Natrium Carbonat (Na_2CO_3).

a. Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

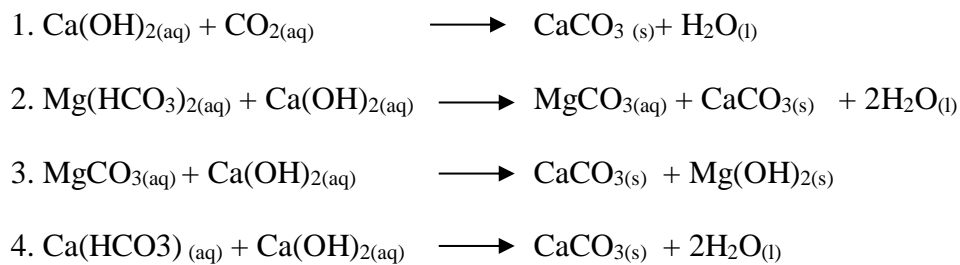
Reaksi :



b. Kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$):

Fungsi kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) adalah untuk mengurangi/menghilangkan kesadahan karbonat dan CO_2 dalam air dan untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

Reaksi :

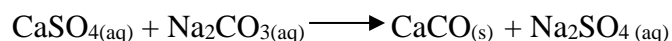


Dari reaksi dihasilkan CaCO_3 dan Mg(OH)_2 yang insolubility terhadap air, dan mengendap.

c. **Sodium Karbonat (Na_2CO_3)**

Sodium karbonat (Na_2CO_3) berfungsi untuk mengurangi/ menghilangkan kesadahan dari senyawa-senyawa non karbonat.

Reaksi :



Dari reaksi dihasilkan CaCO_3 yang insolubility terhadap air, dan mengendap.

3. Tahap Penyaringan.

Dilakukan dalam bak beton yang berisi pasir dan batu kerikil, fungsinya untuk menyaring kotoran yang belum terendapkan.

4. Tahap Demineralisasi

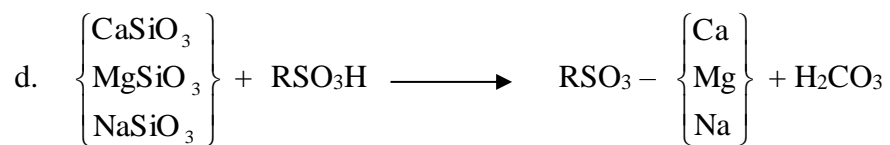
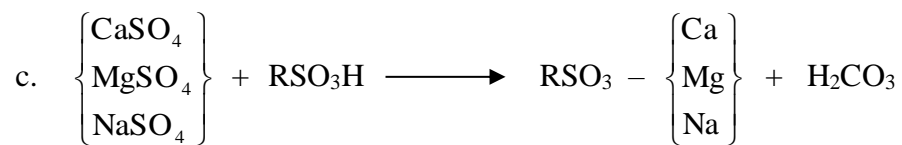
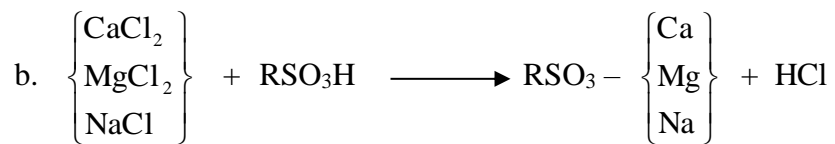
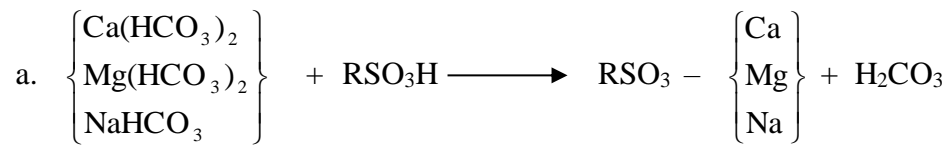
Khusus untuk air umpan boiler dan air proses perlu pengolahan lebih lanjut untuk menghilangkan kandungan mineral dalam air yang dapat merusak boiler yang beroperasi pada suhu dan tekanan yang tinggi. Pada kondisi tersebut, garam mineral akan membentuk kerak yang menempel pada dinding boiler sehingga kecepatan transfer panas berkurang.

Tahap pelunakan ini dilakukan dengan menggunakan kation dan anion exchanger.

- Kation Exchanger

Dalam kation exchanger terjadi proses penyerapan ion-ion positif oleh resin kation.

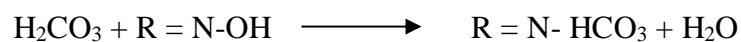
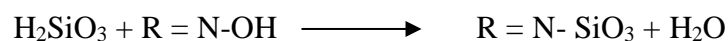
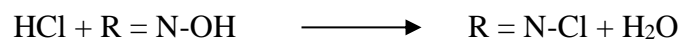
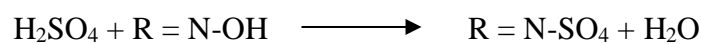
Reaksi :



- Anion Exchanger

Pada anion tower terjadi proses penyerapan ion-ion negatif (SO_4^{2-} , Cl^- , SiO_2^{2-}) oleh resin anion.

Reaksi :



5. Tahap Penghilangan bau dan bakteri

Untuk air minum perlu dibebaskan dari bakteri dan bau dengan menambah bahan-bahan kimia.

6. *Deaerator*

Deaerator berfungsi untuk menghilangkan gas-gas berupa CO₂ dan O₂.

Untuk air yang digunakan sebagai air mium mempunyai syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Mempunyai pH netral yaitu 6-8
- b. Tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa
- c. Tidak mengandung zat-zat yang berbahaya seperti Hg, Ag, dan sebagainya
- d. Bebas dari bakteri yang membahayakan kesehatan

4.6.2 Unit Pembangkit Steam

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

Kapasitas	: 131,7941 kg/jam
Tekanan	: 29,4 Psi
Suhu steam	: 380°F
Jenis	: <i>Fire tube boiler</i>
Jumlah	: 1 Buah

Ketel uap jenis *fire tube boiler* dengan bahan bakar *fuel oil* dilengkapi dengan drum separator.

4.6.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler.

- a. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar *industrial diesel oil* (IDO) yang diperoleh dari PT.Pertamina Cepu sebesar 5,6701 l/jam, dengan spesifikasi :

Heat value = 250.000 Btu/gall

Derajat API = 22 – 28 °API

Densitas = 0,9 kg/l

Viskositas = 1,2 Cp

- b. Bahan bakar yang digunakan untuk boiler adalah *fuel oil* yang diperoleh dari PT.Pertamina Cepu sebesar 18,6530 l/jam, dengan spesifikasi :

Heat value = 15000 Btu/lb

Densitas = 960 kg/m³

4.6.4 Unit Pembangkit Listrik

Listrik digunakan untuk menggerakkan motor penggerak alat-alat proses misalnya pompa, dan alat-alat lainnya. Selain itu listrik digunakan juga untuk penerangan. Kebutuhan listrik total adalah sebesar 384,748 kWatt. Listrik sebesar ini dipenuhi dari PLN. Keuntungan tenaga listrik PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Apabila terjadi pemadaman atau hal lain digunakan generator cadangan berkekuatan 400 kWatt dengan bahan bakar minyak

diesel. Besarnya kebutuhan listrik pada alat proses produksi maupun alat proses utilitas ditunjukkan pada tabel berikut ini.

- Peralatan proses

Tabel 4. 16 Kebutuhan Listrik Alat Proses

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)
1	Pompa	P-01	2	0,0833
2	Pompa	P-02	2	0,05
3	Pompa	P-03	2	0,125
4	Pompa	P-04	2	0,125
5	Pompa	P-05	2	0,125
6	Pompa	P-06	2	0,125
7	Pompa	P-07	2	0,05
8	Pompa	P-08	2	0,05
9	Pompa	P-09	2	0,25
10	Pompa	P-10	2	0,05
11	Reaktor 1	R-01	1	15
12	Reaktor 2	R-02	1	15
13	Reaktor 3	R-03	1	15
14	Reaktor 4	R-04	1	15
Total				61,0333

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = **61,0333 Hp**

Maka total power yang dibutuhkan = **45,512 Kw**

- Peralatan utilitas

Tabel 4. 17 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)
1	Pompa	PU-01	2	1,5
2	Pompa	PU-02	2	0,5
3	Pompa	PU-03	2	1
4	Pompa	PU-04	2	0,25
5	Pompa	PU-05	2	0,25
6	Pompa	PU-06	2	1
7	Pompa	PU-07	2	0,25
8	Pompa	PU-08	2	0,25
9	Pompa	PU-09	2	0,25
10	Pompa	PU-10	2	0,05
11	Pompa	PU-11	2	0,05
12	Pompa	PU-12	2	0,05
13	Pompa	PU-13	2	0,05

14	<i>Flokulator</i>	FL-01	1	0,05
15	<i>Cooling Tower</i>	CT-01	1	0,5
15	<i>Blower</i>	BL-01	1	3
16	<i>Daerator</i>	DE-01	1	0,05
Jumlah				9,05

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 9,05 Hp

Maka total power yang dibutuhkan = 6,74 Kw

Total listrik untuk keperluan proses

$$45,512 \text{ Kw} + 6,74 \text{ Kw} = 52,252 \text{ Kw}$$

Tabel 4. 18 Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Lain

Komponen	Power (kW)
Instrumentasi	10
Listrik AC	15
Bengkel dan Laboratorium	40
Listrik penerangan	180
Total	245

- Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar = 297,3 Kw

Energi sebesar ini diperoleh dengan membeli dari PLN namun juga disediakan generator cadangan berkekuatan 400 Kwatt jika sewaktu-waktu listrik padam atau pasokan listrik berkurang.

4.6.5 Unit Penyedia Udara Instrumen

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Udara instrumen bersumber dari udara di lingkungan pabrik, hanya saja udara tersebut harus dinaikkan tekanannya dengan menggunakan *compressor*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan sekitar 70,224 m³/jam.

4.6.6 Spesisifikasi Alat – Alat Utilitas

1. Bak pengendapan awal (BU-01)

- Tugas : Mengendapkan kotoran kasar dalam air. Pengendapan terjadi karena gravitasi dengan waktu tinggal 5 jam.
- Kapasitas : 33,1978 m³
- Dimensi : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang = 5,1535 m ; Lebar = 2,5767 m ; Tinggi = 2,5 m
- Harga : US\$ 172.688

2. Bak Flokulator (FL)

- Tugas : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan.
- Jenis : Tangki silinder
- Kapasitas : 2,7665 m³
- Dimensi : D = 1,5218 m ; H = 1,5218 m
- Harga : US\$ 653

3. Clarifier (CL)

- Tugas : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air.
- Jenis : *Circular clarifiers*
- Kapasitas : 26,5582 m³
- Waktu tinggal : 4 jam
- Dimensi : D = 3,2343 m ; H *clarifiers* = 4,3124 m
- Harga : US\$ 2.251

4. Bak saringan pasir (BSP)

- Tugas : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam clarifier.
- Jenis : 2 buah kolom dengan saringan pasir
- Volum bak : $0,7704 \text{ m}^3$
- Dimensi : Panjang = $0,8686 \text{ m}$; Tinggi saringan = $1,0212 \text{ m}$
Tinggi lapisan pasir = $0,8510 \text{ m}$
- Harga : US\$ 27.121

5. Bak penampung air bersih (BU-02)

- Tugas : Menampung air bersih dari saringan pasir dengan waktu tinggal 5 jam.
- Kapasitas : $33,1978 \text{ m}^3$
- Dimensi : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang = $5,1535 \text{ m}$; Lebar = $2,5767 \text{ m}$; Tinggi = $2,5 \text{ m}$
- Harga : US\$ 83.501

6. Bak penampung air untuk sanitasi (BU-03)

- Tugas : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga.
- Kapasitas : $65,46 \text{ m}^3$
- Dimensi : Bak empat persegi panjang
Panjang = $9,3424 \text{ m}$; Lebar = $4,6712 \text{ m}$; Tinggi = $1,5 \text{ m}$
- Harga : US\$ 1.688

7. Bak air pendingin (BU-04)

- Tugas : Menampung sementara air pendingin sebelum digunakan di pabrik
- Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin
- Kapasitas : $5,4933 \text{ m}^3$
- Dimensi : $T = 1,5 \text{ m}$; $L = 1,3532 \text{ m}$; $P = 2,7064 \text{ m}$
- Harga : US\$ 10.916

8. *Cooling tower* (CTU)

- Tugas : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan dari suhu 104°F menjadi 77°F .
- Jenis : Cooling tower induced draft
- Kapasitas : 8,0624 gpm
- Dimensi : $P = 0,6120 \text{ m}$; $L = 0,6120 \text{ m}$; $H = 1,6680 \text{ m}$
- *Power* motor: 0,5 Hp
- Harga : US\$ 10.916

9. Blower cooling tower (CT-01)

- Tugas : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.
- Kondisi operasi
 - Tekanan = 1 atm
 - Suhu masuk = $303 \text{ }^\circ\text{K}$
 - Suhu keluar = $313 \text{ }^\circ\text{K}$

- Kebutuhan udara : 245,0589 ft³/jam
- *Power* motor : 1 Hp
- Harga : US\$ 172.688

10. *Kation Exchanger* (KE-01)

- Tugas : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.
- Jenis : *Down flow kation exchanger*
- Kapasitas : 0,0068 m³
- Resin : *Natural greensand zeolit*
- Dimensi : H = 1,905 m ; D = 0,0677 m
- Harga : US\$ 21.832

11. *Anion exchanger* (AE-01)

- Tugas : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion Cl, SO₄, NO₃.
- Jenis : *Down flow anion exchanger*
- Kapasitas : 0,0068m³
- Resin : *Weakly basic anion exchanger*
- Dimensi : H = 1,905 m ; D = 0,0677 m
- Harga : US\$ 21.832

12. Deaerator (DE)

- Tugas : Membebaskan gas CO₂ dan O₂ dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan NaH₂PO₄.2H₂O.

- Jenis : Silinder tegak yang berisi *packing*
- Kapasitas : 0,0264 m³
- Dimensi : D = 0,3428 m ; H = 0,3428 m
- Harga : US\$ 1.463

13. Tangki Air Umpan *Boiler* (TU-08)

- Tugas : Menampung air umpan boiler sebagai air pembuat steam didalam boiler dengan waktu tinggal 24 jam.
- Jenis : Tangki silinder vertikal
- Kapasitas : 3,7957 m³
- Dimensi : D = 1,691 m ; H = 1,691 m
- Harga : US\$ 675

14. Tangki penampung kondensat (TU-09)

- Tugas : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler.
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : 0,2530 m³
- Dimensi : D = 0,6857 m ; T = 0,6857 m
- Harga : US\$ 3.638

15. Tangki kaporit (TU-02)

- Tugas : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga. Untuk membebaskan klorin yang terkandung dalam air diperlukan klorin sebanyak 4 ppm.

- Jenis : Tangki silinder
- Kapasitas : $0,6335 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 0,9310 \text{ m}$; $H = 0,9310 \text{ m}$
- Harga : US\$ 1.688

16. Tangki disinfektan (TU-03)

- Tugas : Tempat klorinasi untuk membunuh bakteri yang selanjutnya dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : $5,455 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 1,9083 \text{ m}$; $H = 1,9083 \text{ m}$
- Harga : US\$ 6.865

17. Tangki larutan NaCl (TU-04)

- Tugas : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi *kation exchanger*.
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : $0,0118 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 0,2471 \text{ m}$; $H = 0,2471 \text{ m}$
- Harga : US\$ 113

18. Tangki larutan NaOH (TU-05)

- Tugas : Membuat larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi *anion exchanger*.
- Jenis : Tangki silinder tegak

- Kapasitas : 0,0033 m³
- Dimensi : D = 0,1613 m ; H = 0,1613 m
- Harga : US\$ 113

19. Tangki larutan Na₂SO₄ (TU-07)

- Tugas : Melarutkan Na₂SO₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : 0,0137 m³
- Dimensi : D = 0,2592 m ; H = 0,2592 m
- Harga : US\$ 113

20. Tangki larutan N₂H₄ (TU-06)

- Tugas : Melarutkan N₂H₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : 0,0137 m³
- Dimensi : D = 0,2592 m ; H = 0,2592 m
- Harga : US\$ 113

21. Tangki tawas (TU-01)

- Tugas : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu operasi dengan kecepatan 5.532,9658 kg/jam.
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : 0,6693 m³
- Dimensi : D = 0,7526 m ; L= 1,5052 m

- Harga : US\$ 1.688

22. Boiler (BL-01)

- Tugas : Memproduksi steam jenuh pada suhu 380°F dan tekanan 29,4 Psi.
- Jenis : *fire tube boiler*
- Kondisi operasi
 - Tekanan = 29,4 Psi
 - Suhu air umpan boiler = 321,2 °F
 - Suhu *steam* jenuh = 380 °F
- Kebutuhan bahan bakar : 10,9538 lt/jam
- Luas perpindahan panas : 173,8731 ft²
- Spesifikasi *tube*
 - Volume = 3,9434 m³
 - Diameter = 1,7126 m
 - Tinggi = 1,7126 m
 - Lebar = 16 ft
 - Jumlah = 54 buah
- Harga : US\$ 243.301

23. Pompa-01 (PU-01)

- Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal (BU-01) sebanyak 5532,9658 kg/jam.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *multi stage*)

- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 6639,5590 kg/j
- *Head* : 10,6302 m
- Tenaga pompa : 0,8594 Hp
- *Power* motor : 1,5 Hp
- Harga : US\$ 18.681

24. Pompa-02 (PU-02)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap menuju bak flokulator.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 6639,5590 kg/j
- *Head* : 3,3170 m
- Tenaga pompa : 0,2682 Hp
- *Power* motor : 0,5 Hp
- Harga : US\$ 18.681

25. Pompa-03 (PU-03)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap menuju clarifier.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah

- Kapasitas : 6639,5590 kg/j
- *Head* : 7,0874 m
- Tenaga pompa : 0,5730 HP
- *Power* motor : 1 Hp
- Harga : US\$ 18.681

26. Pompa-04 (PU-04)

- Fungsi : Mengalirkan air dari clarifier menuju bak saringan pasir.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 6639,5590 kg/j
- *Head* : 2,0052 m
- Tenaga pompa : 0,1621 Hp
- *Power* motor : 0,25 Hp
- Harga : US\$ 18.681

27. Pompa-05 (PU-05)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih menuju bak penampung air kebutuhan.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 6639,5590 kg/j

- *Head* : 1,8586 m
- Tenaga pompa : 0,1503 Hp
- *Power motor* : 0,25 Hp
- Harga : US\$ 18.681

28. Pompa-06 (PU-06)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air untuk sanitasi menuju kantor.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 5.455 kg/j
- *Head* : 7,9794 m
- Tenaga pompa : 0,7950 Hp
- *Power motor* : 1 Hp
- Harga : US\$ 16.880

29. Pompa-07 (PU-07)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air pendingin menuju proses pabrik.
- Jenis : Pompa setnrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 2746,6607 kg/j
- *Head* : 1,2391 m

- Tenaga pompa : 0,0622 Hp
- *Power* motor : 0,25 Hp
- Harga : US\$ 16.880

30. Pompa-08 (PU-08)

- Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari proses menuju *cooling tower* untuk didinginkan kembali.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 2197,3286 kg/j
- *Head* : 1,3962 m
- Tenaga pompa : 0,0623 Hp
- *Power* motor : 0,25 Hp
- Harga : US\$ 16.880

31. Pompa-09 (PU-09)

- Fungsi : Mengalirkan air pendingin *cooling tower* menuju bak penampungan air pendingin.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 2197,3286 kg/j
- *Head* : 1,2021 m
- Tenaga pompa : 0,0536 Hp

- *Power* motor : 0,25 Hp
- Harga : US\$ 16.880

32. Pompa-10 (PU-10)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari kation exchanger menuju *anion exchanger*.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *multi stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 31,6306 kg/j
- *Head* : 0,6288 m
- Tenaga pompa : 0,0004 Hp
- *Power* motor : 0,05 Hp
- Harga : US\$ 10.803

33. Pompa-11 (PU-11)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari anion exchanger menuju deaerator.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *multi stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 31,6306 kg/j
- *Head* : 1,5649 m
- Tenaga pompa : 0,0010 Hp
- *Power* motor : 0,05 Hp

- Harga : US\$ 10.803

34. Pompa-12 (PU-12)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari deaerator menuju tangki umpan boiler.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *multi stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 31,6306 kg/j
- *Head* : 1,3885 m
- Tenaga pompa : 0,0009 Hp
- *Power* motor : 0,05 Hp
- Harga : US\$ 10.803

35. Pompa-13 (PU-13)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari tangki umpan boiler menuju boiler.
- Jenis : Pompa sentrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 158,1530 kg/j
- *Head* : 0,4993 m
- Tenaga pompa : 0,0016 Hp
- *Power* motor : 0,5 Hp
- Harga : US\$ 11.929

36. Generator (GU-01)

- Tugas : Membangkitkan Listrik untuk keperluan proses, utilitas, dan umum apabila listrik dari PLN mengalami pemadaman.
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 109,748 Kw
- Kebutuhan bahan bakar : solar
- Harga : US\$ 2.251

4.6.7 Unit Pengolahan Limbah (Air buangan)

Air buangan dari pabrik Lauryl Sulfat ini berupa :

- a. Air yang mengandung bahan-bahan kimia
- b. Buangan sanitasi
- c. Back wash filter air berminyak dari pompa dan kompresor
- d. Sisa regenerasi resin
- e. Blow down air pendingin

Air buangan sanitasi berasal dari toilet disekitar pabrik dan perkantoran. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi sebagai desinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air berminyak yang berasal dari buangan pelumas pada pompa dan kompresor dipisahkan dengan cara perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan kebagian penampungan terakhir kemudian dibuang. Air sisa regenerasi yang

mengandung NaOH dan H₂SO₄ kemudian dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralan dilakukan dengan larutan H₂SO₄ bila pH air buangan tersebut lebih dari 7, sedangkan jika pH air kurang dari 7 penetralan dilakukan dengan NaOH.

4.7 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selain itu laboratorium juga berperan dalam pengendalian lingkungan.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian mutu dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan rekayasa yang mempunyai tugas pokok antara lain:

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi

- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan boiler, dan lain-lain yang berkaitan dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

4.7.1 Program Kerja Laboratorium

1. Analisa bahan baku dan produk

Analisa pada kandungan air dalam metanol dan asam akrilat meliputi : kemurnian, kadar air, warna, densitas, viskositas, titik didih, spesifik *gravity*, dan *impurities*.

2. Analisa untuk keperluan utilitas

Adapun analisa untuk utilitas, meliputi :

- a. Air proses penjernihan yang dianalisa adalah kadar pH, silikat, Ca sebagai CaCO_3 , khlor sebagai Cl_2 , Sulfur sebagai SO_3 dan zat padat lain.
- b. Air minum yang dianalisa meliputi pH, kadar khlorin dan kekeruhan.
- c. Resin penukar ion yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3 dan silikat sebagai SiO_2 .
- d. Air dalam boiler yang dianalisa meliputi pH, zat padat terlarut, kadar Fe, kadar CaCO_3 , SO_2 , PO_4 , dan SiO_3 .
- e. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi kesadahan, pH, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe.
- f. BFW, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dan kadar Fe.

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

1. Laboratorium fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan antara lain: *specific gravity*, viskositas, dan lain-lain.

2. Laboratorium analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, analisa air dan bahan kimia yang digunakan seperti katalis dan lain-lain.

3. Laboratorium penelitian dan pengembangan (Litbang)

Tugas dari laboratorium litbang ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari laboratorium ini berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan tidak cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan dan pengurangan alat proses.

4.7.2 Prosedur Analisa Produk

a. *Infra red specttofotometer* (IRS)

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel *Lauril Sulfat* secukupnya kemudian dianalisa langsung menggunakan *Infra red specttofotometer* (IRS). Dengan alat ini dapat ditentukan kandungan gugus

organik yang tersusun, apakah sudah memenuhi kriteria sebagai produk atau belum.

b. *Gas chromatography* (GC)

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel *Lauril Sulfat* sebanyak 1 mikroliter diinjeksikan ke *injection port* yang terletak di bagian atas GC. Jika lampu kuning menyala maka hasil akan keluar pada kertas *recorder*. Lama analisa sekitar 20 menit.

4.7.3 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *Lauril Sulfat* berupa limbah cair. Limbah cair ini berasal dari:

a. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dengan aerasi dan desinfektan *Calcium Hypochlorite*.

b. Air sisa proses

Limbah dari hasil bawah evaporator berupa air dan *Lauril Sulfat* dinetralkan dalam kolom penetral. Penetralkan dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 jika pH buangannya lebih dari 7 dan dengan menggunakan larutan $NaOH$ jika pH buangannya kurang dari 7. Air yang netral dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama-sama dengan aliran air dari pengolahan yang lain.

4.8 Organisasi Perusahaan

4.8.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik *Lauril Sulfat* yang akan didirikan direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas
Lapangan usaha	: Industri <i>Lauril Sulfat</i>
Status perusahaan	: Swasta
Kapasitas	: 12.000 ton/tahun
Lokasi perusahaan	: Manyar, Gresik, Jawa Timur

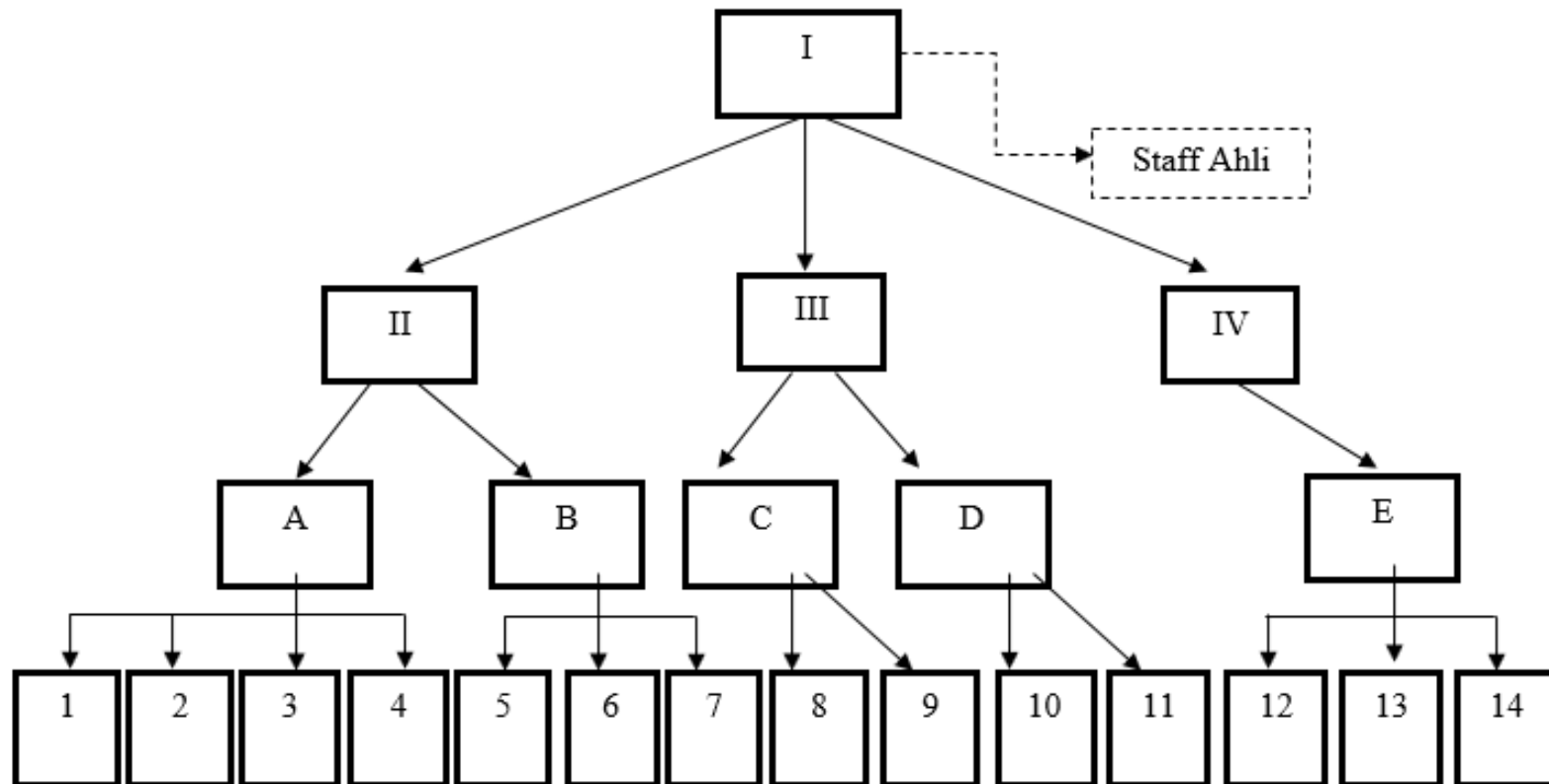
Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan terbatas (PT) yang berbentuk badan hukum. Badan hukum ini disebut perseroan sebab modal badan hukum terdiri atas saham-saham. Perseroan terbatas harus didirikan memakai akte autentik. Bentuk perusahaan ini dipimpin oleh seorang direksi yang terdiri dari seorang direktur utama dibantu oleh direktur-direktur.

Direktur dipilih oleh rapat umum anggota. Tidak selalu orang yang dipilih menjadi direktur adalah orang yang memiliki saham, dapat juga orang lain. Pekerjaan direksi sehari-hari diawasi oleh rapat umum para pemilik saham. Dewan komisaris berhak mengadakan pemeriksaan sendiri atau dibantu oleh akuntan pabrik bila dalam perusahaan ada hal-hal yang kurang beres. Direksi dan komisaris dipilih kembali oleh rapat umum pemilik saham apabila mereka bersedia setelah masa jabatannya habis. Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas adalah rapat umum para pemilik saham yang biasanya diadakan setahun sekali.

Modal perusahaan diperoleh dari penjualan saham-saham, dan bila perusahaan rugi maka pemilik saham hanya akan kehilangan modalnya saja dan tidak menyinggung harta kekayaan pribadi untuk melunasi hutang-hutangnya.

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan kerangka dan pola hubungan yang sistematis dan juga merupakan bagian-bagian yang saling berkaitan untuk membentuk suatu kesatuan dalam usaha mencapai tujuan. Dalam mencapai tujuan tersebut setiap manajemen perusahaan/dinas dituntut untuk membentuk suatu struktur organisasi yang dapat menempatkan seluruh tugas dan kegiatan perusahaan secara efisien sehingga produktifitasnya dapat efektif.



Gambar 4. 5 Struktur Organisasi

Keterangan :

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| I. Direktur Utama | 1. Seksi Pemeliharaan |
| II. Direktur Teknik dan Produksi | 2. Seksi Utilitas |
| III. Direktur Keuangan | 3. Seksi Penelitian |
| IV. Direktur Umum | 4. Seksi Pengembangan |
| A. Kepala Bagian Teknik | 5. Seksi Proses |
| B. Kepala Bagian Produksi | 6. Seksi Pengendalian |
| C. Kepala Bagian Pemasaran | 7. Seksi Laboratorium |
| D. Kepala Bagian Keuangan | 8. Seksi Pembelian |
| E. Kepala Bagian Umum | 9. Seksi Pemasaran |
| | 10. Seksi Administrasi |
| | 11. Seksi Kas |
| | 12. Seksi Personalia |
| | 13. Seksi Humas |
| | 14. Seksi Keamanan |

4.8.3 Tugas dan Wewenang

a. Direktur Utama

Fungsi dari Direktur Utama adalah merencanakan, mengendalikan, dan mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan Direksi dalam pengelolaan perusahaan baik yang bersifat strategis, agar misi perusahaan dapat diemban dengan baik dan tujuan perusahaan dapat dicapai sesuai dengan ketentuan dalam Anggaran Dasar. Direktur Utama mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Jangka pendek dan panjang.
2. Memberikan laporan pertanggungjawaban kepada rapat umum pemegang saham.
3. Bertanggung jawab penuh atas tugasnya untuk kepentingan perseroan dalam mencapai maksud dan tujuannya.

Wewenang :

1. Mengawasi serta mengurus kekayaan perusahaan.
2. Menunjuk, mengangkat dan memberhentikan direktur.
3. Menandatangani permintaan pengeluaran kas yang jumlahnya besar dan sifatnya penting.
4. Menetapkan pencapaian tujuan untuk jangka panjang.
5. Mengambil keputusan dan strategi dalam perusahaan.

b. Direktur Teknik dan Produksi

Fungsi dari Direktur Teknik dan Produksi adalah merencanakan, merumuskan pengembangan, penerapan teknologi, dan mengendalikan kebijakan umum Operasi dan Teknik yang selanjutnya menjadi acuan dalam penyusunan strategi produksi. Direktur Teknik dan Produksi mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Merumuskan sasaran, kebijakan dan strategi Operasi dan Teknik untuk pengembangan dan rencana kerja perusahaan tahunan, mengendalikan kebijakan umum dibidang penelitian, pengembangan, dan penerapan teknologi, mencakup :
 - a. Kemampuan produksi untuk memenuhi permintaan pasar.

- b. Fasilitas peralatan dan permesinan yang efektif dan efisien.
 - c. Pengelolaan sistem pengendalian persediaan yang efektif dan efisien.
 - d. Pengelolaan biaya operasi.
 - e. Peramalan teknologi yang efektif yang akan diterapkan.
 - f. Peningkatan kemampuan pengembangan produk yang sudah ada.
 - g. Peningkatan kemampuan pengembangan produk baru dengan orientasi pasar.
2. Membina Divisi yang memiliki produk pemasaran dan kemampuan teknologi.
 3. Mengawasi kegiatan operasional Divisi dibawah tanggung jawab.
 4. Menilai hasil kerja setiap unit serta menerapkan tindak lanjut pembinaan yang diperlukan untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya.

c. Direktur Keuangan dan Umum

Bertanggung jawab untuk mengarahkan penanggulangan berbagai jenis risiko finansial (*financial risk management*) yang dihadapi perusahaan, melakukan koordinasi aktifitas di Direktorat Keuangan, mengkoordinasi aktifitas sinergi untuk mencapai hasil bisnis yang optimal dari pelaksanaan seluruh usaha perusahaan.

Tugas Utama :

1. Mengkoordinir perumusan Strategi Jangka Panjang sebagai dasar perumusan Rencana Kerja dan Anggaran perusahaan (RKAP) dengan bekerja sama dengan Direksi lainnya.
2. Memberlakukan langkah-langkah yang dapat mengurangi dan menanggulangi berbagai jenis risiko finansial yang dapat dihadapi oleh perusahaan dengan berkoordinasi dengan Direksi lainnya.

3. Memastikan agar seluruh unit usaha dan wilayah kerja perusahaan mematuhi *policy* dan *standard operating procedure* (SOP) keuangan yang berlaku untuk masing-masing fungsi sesuai dengan rencana yang telah disetujui (*business units oversight*).
4. Membangun sinergi dan berusaha mencapai hasil bisnis yang optimal dari pelaksanaan seluruh usaha perusahaan.
5. Memastikan ketersediaan dana operasional yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk kegiatan operasional sehari-hari, dengan melakukan koordinasi erat dengan para pimpinan unit usaha.
6. Memastikan konsolidasi keuangan yang akurat dan tepat waktu untuk keperluan pelaporan kepada Direksi dan Komisaris Perusahaan.

d. Staff Ahli

Staff Ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. *Staff* Ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang dan keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *Staff* Ahli antara lain:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang produksi.

e. Kepala Bagian

Tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinasi, 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 bersama-sama dengan *Staff* Ahli. Kepala Bagian ini bertanggung jawab kepada Direktur masing-masing.

1. Kepala Bagian Produksi

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

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- Seksi Proses

Tugasnya adalah mengawasi jalannya proses dan produksi serta melakukan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

- Seksi Pengendalian

Tugasnya adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

- Seksi Laboratorium

Tugasnya adalah mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan produk, mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, dan membuat laporan berkala pada Kepala Bagian Produksi.

2. Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas, serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

- Seksi Pemeliharaan

Tugasnya adalah melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

- Seksi Utilitas

Tugasnya adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan listrik.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi:

- Seksi Pembelian
- Seksi Pemasaran atau Penjualan

4. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi:

- Seksi Administrasi
- Seksi Kas

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan. Kepala Bagian Umum membawahi:

- Seksi Personalia
- Seksi Humas
- Seksi Keamanan

6. Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab kepada Kepala Bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

7. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Kepala Seksi Proses membawahi :

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses adalah mengawasi jalannya proses dan produksi, serta menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

8. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Kepala Seksi Pengendalian membawahi :

- Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada, serta bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi perawatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi).

9. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Laboratorium bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi.

Kepala Seksi Laboratorium membawahi :

- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium adalah mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan produk, mengawasi dan menganalisa mutu produksi, mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, serta membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

10. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi Pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan, inspeksi, dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada Seksi Operasi.

Kepala Seksi Pemeliharaan membawahi :

- Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan adalah merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

11. Kepala Seksi Utilitas

Tugas Kepala Seksi Utilitas adalah bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Kepala Seksi Utilitas membawahi :

- Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja

12. Kepala Seksi Penelitian

Tugas Kepala Seksi Penelitian adalah bertanggung jawab kepada Kepala Bagian R&D dalam hal mutu produk.

Kepala Seksi Penelitian membawahi :

- Seksi Penelitian

Tugas Seksi Penelitian adalah melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk.

13. Kepala Seksi Pengembangan

Tugas Kepala Seksi Pengembangan adalah bertanggung jawab kepada Kepala Bagian R&D dalam hal pengembangan produksi.

Kepala Seksi Pengembangan membawahi :

- Seksi Pengembangan

Tugas Seksi Pengembangan adalah mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat, mempertinggi efisiensi kerja, mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.

14. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

Kepala Seksi Administrasi membawahi :

- Seksi Administrasi

Tugas Seksi Administrasi adalah menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

15. Kepala Seksi Keuangan

Tugas Kepala Seksi Keuangan ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan atau anggaran.

Kepala Seksi Keuangan membawahi :

- Seksi Keuangan

Tugas Seksi Keuangan adalah menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan, serta mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

16. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

Kepala Seksi Penjualan membawahi :

- Seksi Penjualan

Tugas Seksi Penjualan adalah merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

17. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Kepala Seksi Pembelian membawahi :

- Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian adalah melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan oleh perusahaan, mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

18. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

Kepala Seksi Personalia membawahi :

- Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia adalah mengelola sumber daya manusia dan menejemen, membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis, serta melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

19. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal yang berhubungan dengan masyarakat.

Kepala Seksi Humas membawahi :

- Seksi Humas

Tugas Seksi Humas adalah mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

20. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Keamanan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Kepala Seksi Keamanan membawahi :

- Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan adalah menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

4.8.4 Sistem Kepegawaian

Pada pabrik lauryl sulfat ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain:

1. Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan di berhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir minggu.

3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang dikaryakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.8.5 Perincian Jumlah Karyawan

Rincian jumlah karyawan pada masing-masing bagian ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 19 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Staff Ahli	2
5	Sekretaris	2
6	Kepala Bagian Umum	1
7	Kepala Bagian Pemasaran	1
8	Kepala Bagian Keuangan	1
9	Kepala Bagian Teknik	1
10	Kepala Bagian Produksi	1
11	Kepala Seksi Personalia	1
12	Kepala Seksi Humas	1
13	Kepala Seksi Keamanan	1
14	Kepala Seksi Pembelian	1
15	Kepala Seksi Pemasaran	1
16	Kepala Seksi Administrasi	1
17	Kepala Seksi Kas/anggaran	1

18	Kepala Seksi Proses	1
19	Kepala Seksi Pengendalian	1
20	Kepala Seksi Laboratorium	1
21	Kepala Seksi Penelitian	1
22	Kepala Seksi Pengembangan	1
23	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
24	Kepala Seksi Utilitas	1
25	Karyawan Personalia	4
26	Karyawan Humas	3
27	Satpam	9
28	Karyawan Pembelian	4
29	Karyawan Pemasaran	4
30	Karyawan Administrasi	3
31	Karyawan kas	3
32	Karyawan Proses	32
33	Karyawan Pengendalian	4
34	Karyawan Laboratorium	4
35	Karyawan Pemeliharaan	4
36	Karyawan Utilitas	12
37	Karyawan Litbang	4
38	Karyawan Pemadam kebakaran	4
39	Dokter	1
40	Perawat	3
41	Sopir	3
42	Cleaning Service	8
Total		135

4.8.6 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

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 harian.

3. Gaji lembur

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

Berikut ini tabel yang menunjukkan penggolongan gaji pegawai berdasarkan jabatan.

Tabel 4. 20 Gaji Pegawai

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur utama	1	45.500.000,00	45.500.000,00
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	29.500.000,00	29.500.000,00
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	29.500.000,00	29.500.000,00
4	Staff Ahli	2	25.000.000,00	50.000.000,00
5	Sekretaris	2	7.500.000,00	15.000.000,00
6	Kepala Bagian Umum	1	20.000.000,00	20.000.000,00
7	Kepala Bagian Pemasaran	1	20.000.000,00	20.000.000,00
8	Kepala Bagian Keuangan	1	20.000.000,00	20.000.000,00
9	Kepala Bagian Teknik	1	20.000.000,00	20.000.000,00
10	Kepala Bagian Produksi	1	20.000.000,00	20.000.000,00
11	Kepala Seksi Personalia	1	15.000.000,00	15.000.000,00
12	Kepala Seksi Humas	1	15.000.000,00	15.000.000,00
13	Kepala Seksi Keamanan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
14	Kepala Seksi Pembelian	1	15.000.000,00	15.000.000,00
15	Kepala Seksi Pemasaran	1	15.000.000,00	15.000.000,00
16	Kepala Seksi Administrasi	1	15.000.000,00	15.000.000,00
17	Kepala Seksi Kas/anggaran	1	15.000.000,00	15.000.000,00
18	Kepala Seksi Proses	1	15.000.000,00	15.000.000,00
19	Kepala Seksi Pengendalian	1	15.000.000,00	15.000.000,00
20	Kepala Seksi Laboratorium	1	15.000.000,00	15.000.000,00
21	Kepala Seksi Penelitian	1	15.000.000,00	15.000.000,00
22	Kepala Seksi Pengembangan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
23	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
24	Kepala Seksi Utilitas	1	15.000.000,00	15.000.000,00
25	Karyawan Personalia	4	8.000.000,00	32.000.000,00
26	Karyawan Humas	3	8.000.000,00	24.000.000,00
27	Satpam	9	3.500.000,00	31.500.000,00
28	Karyawan Pembelian	4	8.000.000,00	32.000.000,00
29	Karyawan Pemasaran	4	8.000.000,00	32.000.000,00
30	Karyawan Administrasi	3	8.000.000,00	24.000.000,00
31	Karyawan kas	3	8.000.000,00	24.000.000,00

32	Karyawan Proses	32	8.000.000,00	256.000.000,00
33	Karyawan Pengendalian	4	8.000.000,00	32.000.000,00
34	Karyawan Laboratorium	4	8.000.000,00	32.000.000,00
35	Karyawan Pemeliharaan	4	8.000.000,00	32.000.000,00
36	Karyawan Utilitas	12	8.000.000,00	96.000.000,00
37	Karyawan Litbang	4	8.000.000,00	32.000.000,00
38	Karyawan Pemadam kebakaran	4	8.000.000,00	32.000.000,00
39	Dokter	1	9.000.000,00	9.000.000,00
40	Perawat	3	6.500.000,00	19.500.000,00
41	Sopir	3	3.500.000,00	10.500.000,00
42	Cleaning Service	8	3.500.000,00	28.000.000,00
Total		135	577.000.000,00	1.258.000.000,00

4.8.7 Pengaturan Jam Kerja

Pabrik Lauryl Sulfat direncanakan beroperasi selama 24 jam dalam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja selama setahun 330 hari. Hari-hari yang lain digunakan untuk perawatan dan perbaikan. Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu karyawan *shift* dan *non shift*.

a. Karyarwan *Non Shift*

Karyawan *non shift* berlaku 6 hari kerja dalam seminggu dan libur pada hari minggu serta hari-hari libur nasional. Sehingga total kerja 40 jam seminggu, dengan pengaturan sebagai berikut :

Senin – Kamis : Pukul 08.00 – 16.00 WIB

Pukul 12.00 – 13.00 WIB (istirahat)

Jumat : Pukul 08.00 – 16.00 WIB

Pukul 12.00 – 13.30 WIB (istirahat)

Sabtu : Pukul 08.00 – 12.00 WIB

b. Karyawan *Shift*

Bagi karyawan *shift*, setiap 4 hari kerja mendapatkan libur 1 hari dan masuk *shift* secara bergantian waktunya. Kelompok kerja ini dibagi menjadi 3 *shift* perhari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok, dimana setiap hari 3 kelompok bertugas sedangkan 1 kelompok istirahat.

Aturan jam kerja karyawan shift :

Shift I : Pukul 08.00 – 16.00 WIB

Shift II : Pukul 16.00 – 00.00 WIB

Shift III : Pukul 00.00 – 08.00 WIB

4.8.8 Fasilitas dan Hak Karyawan

Semua Karyawan dan *staff* di perusahaan ini akan mendapatkan :

1. Gaji (*Salary*)
2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan
 - a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
 - b. Jamsostek: 3,5 % kali gaji pokok.
 - 1,5 % tanggungan perusahaan
 - 2 % tanggungan karyawan
3. Pengobatan (*Medical*)
4. Perumahan
5. Rekreasi dan olahraga
6. Kenaikkan gaji dan promosi
 - a. Kenaikkan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.

- b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.

7. Hak cuti dan ijin

- a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun ke 5 mendapatkan tambahan 2 hari (total 20 hari)
- b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam peraturan yang ada.

8. Pakaian kerja dan sepatu

4.8.9 Pengendalian Produksi

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

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

a. Pengendalian kualitas

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

b. Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan

evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian bahan proses

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

4.9 Evaluasi Ekonomi

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

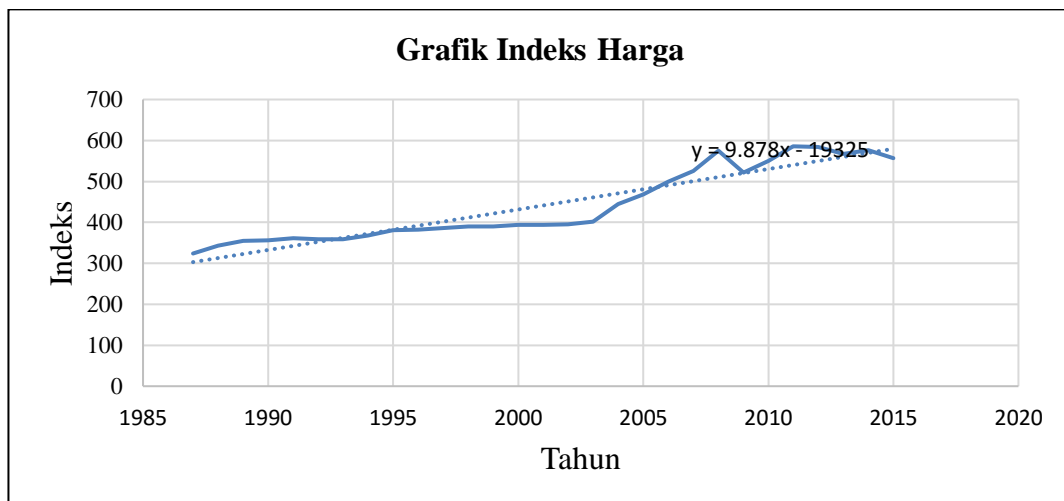
Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya dikalikan rasio indeks harga. Diasumsikan kenaikan harga setiap tahun adalah linear, sehingga dapat ditentukan indeks nilai pada tahun tertentu.

Tabel 4. 21 Indeks Harga Alat

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

No	(Xi)	Indeks (Yi)
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: www.chemengonline.com



Gambar 4. 6 Grafik Indeks Harga Tiap Tahun

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9,878x - 19325$$

Dengan:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks ditahun 2022 adalah 648,316.

Harga alat dan lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2022) dan dilihat dari grafik pada refrensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan:

$$EX = EY \frac{NX}{NY}$$

Dimana:

EX : harga alat pada tahun x

EY : harga alat pada tahun y

NX : harga indeks untuk tahun x

NY : harga indeks untuk tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan:

$$Eb = Ea \left(\frac{Cb}{Ca} \right)^x$$

Dimana:

Ea : harga alat a

Eb : harga alat b

Ca : kapasitas alat a

Cb : kapasitas alat b

x : eksponen

harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada *Peter & Timmerhaus, "Plant Design And Economic for Chemical Engineering", 3th edition*. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x sebesar 0,6. Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah:

- a) Kapasitas produksi : 12.000 ton/tahun
- b) Satun tahun operasi : 330 hari
- c) Pabrik didirikan tahun : 2023
- d) Nilai kurs dollar 2018 : \$ 1 = Rp 14.655
- e) Umur alat : 10 tahun

4.9.2 Perhitungan Biaya

a. *Capital Investment*

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

Capital investment meliputi:

a) *Fixed Capital investment (FCI)*

Fixed Capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan pabrik beserta fasilitas-fasilitasnya.

b) *Working Capital investment (WCI)*

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

b. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk produksi suatu barang, yang merupakan jumlah dari *Direct Manufacturing Cost*(DC), *Indirect Manufacturing Cost*(IC), dan *Fixed Manufacturing Cost* (FC), yang berkaitan dengan produk.

a) *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b) *Indirect Manufacturing Cost*

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

c) *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah harga yang berkaitan dengan *Fixed Capital Investment* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan, dimana harganya tetap tidak dipengaruhi waktu maupun tingkat produksi.

c. *General Expense*

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

4.9.3 Pendapatan Modal

Untuk mendapatkan titik impas maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang tidak terpengaruh produksi atau tidak berproduksi.

b. Biaya variabel (*Variabel Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya dipengaruhi kapasitas produksi.

c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya proporsional dengan kapasitas produksi. Biaya-biaya itu bisa menjadi biaya tetap dan bisa menjadi biaya variabel.

4.9.4 Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, dan untuk mengetahui pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak, maka perlu dilakukan analisa kelayakan.

1. *Percent Return On Investment* (ROI)

Percent Return On Investment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{\textit{Profit}}{\textit{Fixed Capital Cost}} \times 100\%$$

Nilai ROI minimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 11% dan ROI minimum untuk pabrik beresiko tinggi adalah 40%. (Aries & Newton, 1955)

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang dibutuhkan untuk pengembalian *Fixed Capital Investment* dengan keuntungan pertahun sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Cost}}{\text{profit} + (0,1 \times \text{Fixed Capital Investment})} \times 100\%$$

Untuk pabrik beresiko rendah selama 5 tahun, sedangkan untuk pabrik beresiko tinggi selama 2 tahun. (Aries & Newton, 1955)

3. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales* sama dengan *total cost*.

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

Dimana:

Fa : *Annual Fixed Expense*

Ra : *Annual Regulated Expense*

Va : *Annual Variabel Expense*

Sa : *Annual Sales Value*

Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah nilai BEP dan untung jika beroperasi diatas nilai BEP. Harga BEP pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas maksimal. (Aries & Newton, 1955)

4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

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

5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Discounted Cash Flow adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank.

Rate of Return dihitung dengan persamaan: $(FC + WC)(1 + i)^n = CF[(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1 + SV + WC]$

Nilai R harus sama dengan S.

Dimana:

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value* (nilai tanah)

CF : *Annual Cash Flow (Profit after taxes + depresi + finance)*

i : *Discounted Cash Flow*

n : Umur pabrik (tahun)

4.9.5 Perhitungan Ekonomi

1) Penentuan Total *Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam perhitungan analisis ekonomi:

- a. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2023
- b. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
- c. Kapasitas produksi adalah 12.000 ton/tahun
- d. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun
- e. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
- f. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun
- g. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
- h. Situasi pasar, biaya, dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
- i. Upah tenaga asing sebesar \$ 20/jam
- j. Upah tenaga Indonesia sebesar Rp. 15.000/jam
- k. Harga bahan baku asam sulfat Rp. 97.500
- l. Harga bahan Lauril Alkohol Rp. 15.000
- m. Harga produk *Lauril Sulfat* \$ 2,6
- n. Kurs rupiah yang dipakai sebesar \$ 1 sama dengan Rp.14.655

2) Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 4. 22 Harga Alat Proses

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Us \$
1	Reaktor	R-01	1	\$ 373.730
2	Reaktor	R-02	1	\$ 373.730
3	Reaktor	R-03	1	\$ 373.730
4	Reaktor	R-04	1	\$ 373.730
5	Dekanter	DEC-01	1	\$ 86.202
6	Evaporator	EV-01	1	\$ 614.330
7	Cooler	CL-01	1	\$ 4.051
8	Cooler	CL-02	1	\$ 4.389
9	Heater	HE-01	1	\$ 1.238
10	Heater	HE-02	1	\$ 1.350
11	Tangki Lauril Alkohol	T-01	1	\$ 88.340
12	Tangki Asam Sulfat	T-02	1	\$ 55.030
13	Tangki Lauryl Sulfat	T-03	1	\$ 281.788
14	Pompa	P-01	2	\$ 12.154
15	Pompa	P-02	2	\$ 19.356
16	Pompa	P-03	2	\$ 24.533
17	Pompa	P-04	2	\$ 24.533
18	Pompa	P-05	2	\$ 24.533
19	Pompa	P-06	2	\$ 24.533
20	Pompa	P-07	2	\$ 17.330
21	Pompa	P-08	2	\$ 17.330
22	Pompa	P-09	2	\$ 24.533
23	Pompa	P-10	2	\$ 15.530
24	Condensor	CD-01	1	\$ 31.060
Total				\$ 2.867.062

Tabel 4. 23 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga US\$
Flokulator	FL	1	\$ 653
Boiler	BL	1	\$ 243.301
Clarifier	CL	1	\$ 2.251
Cooling Tower	CT	1	\$ 10.916
Deaerator	DE	1	\$ 1.463

KE	KE	2	\$ 21.832
AE	AE	2	\$ 21.832
Tangki tawas	TU-01	1	\$ 1.688
Tangki Kaporit	TU-02	1	\$ 1.688
Tangki Desinfektan	TU-03	1	\$ 6.865
Tangki NaCl	TU-04	1	\$ 113
Tangki NaOH	TU-05	1	\$ 113
Tangki N ₂ H ₄	TU-06	1	\$ 113
Tangki Na ₂ SO ₄	TU-07	1	\$ 113
Tangki Umpan Boiler	TU-08	1	\$ 675
Tangki Condensat	TU-09	1	\$ 3.638
Blower CT-01	BU-01	1	\$ 172.688
Pompa Utilitas-01	PU-01	2	\$ 18.681
Pompa Utilitas-02	PU-02	2	\$ 18.681
Pompa Utilitas-03	PU-03	2	\$ 18.681
Pompa Utilitas-04	PU-04	2	\$ 18.681
Pompa Utilitas-05	PU-05	2	\$ 18.681
Pompa Utilitas-06	PU-06	2	\$ 16.880
Pompa Utilitas-07	PU-07	2	\$ 16.880
Pompa Utilitas-08	PU-08	2	\$ 16.880
Pompa Utilitas-09	PU-09	2	\$ 16.880
Pompa Utilitas-10	PU-10	2	\$ 10.803
Pompa Utilitas-11	PU-11	2	\$ 10.803
Pompa Utilitas-12	PU-12	2	\$ 10.803
Pompa Utilitas-13	PU-13	2	\$ 11.929
Generator	GU	1	\$ 2.251
Bak Pengendap Awal	BU-01	1	\$ 1.688
Bak Saringan Pasir	SPU-01	1	\$ 27.121
Bak Penampung Air Bersih	BU-02	1	\$ 83.501
Bak Penampung Air Kantor & Sanitasi	BU-03	1	\$ 1.688
Bak Penampung Air Pendingin	BU-05	1	\$ 10.916
Total			\$ 822.369

a) *Purchased Equipment Cost (PEC)*

Harga pembelian alat proses dan alat utilitas dari tempat pembelian.

Alat proses = \$ 2.867.062

$$\text{Alat utilitas} = \$ 822.369$$

$$\text{Total PEC} = \text{alat proses} + \text{alat utilitas}$$

$$= \$ 2.867.062 + \$ 822.369$$

$$= \$ 3.689.431$$

$$= \text{Rp. } 54.068.614.252$$

b) *Delivered Equipment Cost (DEC)*

$$\text{Biaya pengangkutan} = 15\% \text{ PEC}$$

$$= 15\% \times \$ 3.689.431$$

$$= \$ 553.415$$

$$\text{Biaya administrasi \& pajak} = 10\% \text{ PEC}$$

$$= 10\% \times \$ 3.689.431$$

$$= \$ 368.943$$

$$\text{Total DEC} = \$ 553.415 + \$ 368.943$$

$$= \$ 922.358$$

$$= \text{Rp. } 13.517.153.563$$

c) *Biaya Pemasangan (Instalation Cost)*

Besarnya instalasi adalah 43% dari *Purchased Equipment Cost (PEC)*

$$\text{Material} = 11\% \text{ PEC}$$

$$= 11\% \times \$ 3.689.431$$

$$= \$ 405.837$$

$$= \text{Rp. } 5.947.547.568$$

$$\text{Labor} = 32\% \text{ PEC}$$

$$= 32\% \times \$ 3.689.431$$

$$\begin{aligned}
 &= \$ 1.180.618 \\
 \text{Tenaga asing} &= 5\% \text{ Labor} \\
 &= 5\% \times \$ 1.180.618 \\
 &= \$ 59.031 \\
 \text{Tenaga Indonesia} &= 95\% \text{ Labor} \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20) \\
 &= 95\% \times \$ 1.180.618 \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20) \\
 &= \text{Rp. } 1.682.380.628 \\
 &= \$ 114.799 \\
 \text{Total biaya instalasi} &= \$ 405.837 + \$ 59.031 + \$ 114.799 \\
 &= \$ 579.667 \\
 &= \text{Rp. } 8.495.026.023
 \end{aligned}$$

d) Biaya Pemipaan (*Piping Cost*)

$$\begin{aligned}
 \text{Material} &= 21\% \text{ PEC} \\
 &= 21\% \times \$ 3.689.431 \\
 &= \$ 774.781 \\
 \text{Labor} &= 15\% \text{ PEC} \\
 &= 15\% \times \$ 3.689.431 \\
 &= \$ 553.415 \\
 \text{Tenaga asing} &= 5\% \text{ Labor} \\
 &= 5\% \times \$ 553.415 \\
 &= \$ 27.671 \\
 \text{Tenaga Indonesia} &= 95\% \text{ Labor} \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20) \\
 &= 95\% \times \$ 553.415 \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20)
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 788.615.919$$

$$= \$ 53812,07228$$

$$\text{Total biaya pemipaan} = \$ 774.781 + \$ 27.671 + \$ 53812,07228$$

$$= \$ 856.263$$

$$= \text{Rp. } 12.548.539.519$$

e) Biaya Instrumentasi (*Instrumentation Cost*)

$$\text{Material} = 24\% \times \text{PEC}$$

$$= 24\% \times \$ 3.689.431$$

$$= \$ 885.463$$

$$\text{Labor} = 6\% \times \text{PEC}$$

$$= 6\% \times \$ 3.689.431$$

$$= \$ 221.366$$

$$\text{Tenaga asing} = 5\% \text{ Labor}$$

$$= 5\% \times \$ 221.366$$

$$= \$ 11.068$$

$$\text{Tenaga Indonesia} = 95\% \text{ Labor} \times 2 \times (\text{Rp. } 15.000 / \$ 20)$$

$$= 95\% \times \$ 221.366 \times 2 \times (\text{Rp. } 15.000 / \$ 20)$$

$$= \text{Rp. } 315.446.368$$

$$= \$ 21.525$$

$$\text{Total biaya} = \$ 885.463 + \$ 11.068 + \$ 21.525$$

$$= \$ 918.057$$

$$= \text{Rp. } 13.454.119.631$$

f) Biaya Isolasi (*Insulation Cost*)

$$\text{Material} = 3\% \text{PEC}$$

$$= 3\% \times \$ 3.689.431$$

$$= \$ 110.683$$

$$\text{Labor} = 5\% \text{PEC}$$

$$= 5\% \times \$ 3.689.431$$

$$= \$ 184.472$$

$$\text{Tenaga asing} = 5\% \text{Labor}$$

$$= 5\% \times \$ 184.472$$

$$= \$ 9.224$$

$$\text{Tenaga Indonesia} = 95\% \text{Labor} \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20)$$

$$= 95\% \times \$ 184.472 \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20)$$

$$= \text{Rp. } 262.871.973$$

$$= \$ 17.937$$

$$\text{Total biaya insulasi} = \$ 110.683 + \$ 9.224 + \$ 17.937$$

$$= \$ 137.844$$

$$= \text{Rp. } 2.020.101.936$$

g) Biaya Listrik (*Electrical Cost*)

Biaya listrik biasanya berkisar antara 10% - 15% dari PEC. Pada pabrik

Methyl Acrylate ini diambil biaya listrik 10% dari PEC.

$$\text{Total biaya listrik} = 10\% \text{PEC}$$

$$= 10\% \times \$ 3.689.431$$

$$= \$ 368.943$$

$$= \text{Rp. } 5.406.861.425$$

h) Biaya Bangunan (*Building Cost*)

$$\text{Luas bangunan} = 11.900 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga bangunan} = \text{Rp. } 6.000.000 / \text{m}^2$$

$$\text{Total biaya bangunan} = \text{Luas} \times \text{Harga}$$

$$= 11.900 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 6.000.000 / \text{m}^2$$

$$= \text{Rp. } 71.400.000.000$$

$$= \$ 4.872.057$$

i) Tanah dan Perluasan Tanah (*Land and Yard Improvement*)

$$\text{Luas tanah} = 21.200 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga tanah} = \text{Rp. } 7.000.000 / \text{m}^2$$

$$\text{Total harga tanah} = \text{Luas} \times \text{Harga}$$

$$= 21.200 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 7.000.000 / \text{m}^2$$

$$= \text{Rp. } 148.400.000.000$$

$$= \$ 10.126.237$$

Tabel 4. 24 Data Physical Plant Cost (PPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment cost	Rp 54.068.614.252	\$ 3.689.431
2	Delivered Equipment Cost	Rp 13.517.153.563	\$ 922.358
3	Instalasi cost	Rp 8.495.026.023	\$ 579.667
4	Pemipaan	Rp 12.548.539.519	\$ 856.263
5	Instrumentasi	Rp 13.454.119.631	\$ 918.057
6	Insulasi	Rp 2.020.101.936	\$ 137.844
7	Listrik	Rp 5.406.861.425	\$ 368.943
8	Bangunan	Rp 71.400.000.000	\$ 4.872.057
9	Land & Yard Improvement	Rp 148.400.000.000	\$ 10.126.237
Total		Rp 329.310.416.349	\$ 22.470.857

j) *Engineering and Construction*

Untuk PPC lebih dari US\$ 5.000.000, *Engineering and Construction* sebesar 20% dari PPC.

$$\begin{aligned}
 \text{Engineering and Construction} &= 20\% \text{ PPC} \\
 &= 20\% \times \$ 22.470.857 \\
 &= \$ 4.494.171 \\
 &= \text{Rp. } 65.862.083.270
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DPC (Direct Plant Cost)} &= \text{PPC} + \text{Engineering and Construction} \\
 &= \$ 22.470.857 + \$ 4.494.171 \\
 &= \$ 26.965.029 \\
 &= \text{Rp. } 395.172.499.619
 \end{aligned}$$

k) *Contractor's fee*

Biasanya berkisar antara 4 % sampai 10% dari nilai *Direct Plant Cost*.

Pada analisa ini diambil nilai *contractor's fee* sebesar 4% dari nilai DPC.

$$\begin{aligned}
 \text{Contractor's fee} &= 4\% \text{ DPC} \\
 &= 4\% \times \$ 26.965.029 \\
 &= \$ 1.078.601 \\
 &= \text{Rp. } 15.806.899.985
 \end{aligned}$$

l) *Contingency*

Nilai dari *contingency* biasanya kurang dari sama dengan 10% DPC

$$\begin{aligned}
 \text{Contingency} &= 10\% \text{ DPC} \\
 &= 10\% \times \$ 26.965.029 \\
 &= \$ 2.696.503
 \end{aligned}$$

= Rp. 39.517.249.962

Tabel 4. 25 Data Fixed Capital Investment (FCI)

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, (\$)
1	Direct Plant Cost	Rp 395.172.499.619	\$ 26.965.029
2	Cotractor's fee	Rp 15.806.899.985	\$ 1.078.601
3	Contingency	Rp 39.517.249.962	\$ 2.696.503
Jumlah		Rp 450.496.649.566	\$ 30.740.133

3) Manufacturing Cost

Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan suatu produk (per tahun).

a) Direct Manufacturing Cost

Merupakan pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu pabrik.

a. Raw Material

Tabel 4. 26 Bahan Baku Pabrik Lauril Sulfat

No	Bahan Baku	Densitas (kg/m ³)	Kebutuhan (Kg/tahun)	Harga (\$/Kg)	Total Harga (\$/Tahun)
1	Asam Sulfat	578,10	4.496.360,616	0,1	449.636
2	Lauril Alkohol	820,0127	8.557.223,4	1,00	8.557.223,40
TOTAL					9.006.859

Total Raw Material = Rp. 131.995.525.410 /Tahun

= Rp. 366.654.237 / Hari

b. Tenaga Kerja

Pekerja yang berhubungan langsung dengan produksi

Total biaya tenaga kerja= total gaji/tahun + labor/tahun

= Rp. 15.096.000.000 + Rp. 1.758.000.000

= Rp. 16.854.000.000

= \$ 1.150.051

c. *Supervisor*

Biaya *supervisor* biasanya berkisar antara 10% sampai 25% dari *labor cost*. Pada analisa kali ini diambil biaya *supervisor* sebesar 25% dari *labor cost*.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya } supervisor &= 25\% \text{ Labor} \\
 &= 25\% \times \text{Rp. } 16.854.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 4.213.500.000 \\
 &= \$ 287.513
 \end{aligned}$$

d. *Maintenance*

Biaya *maintenance* biasanya berkisar antara 2% sampai 4% dari *fixed capital investment* (FCI). Pada analisa kali ini diambil biaya *maintenance* sebesar 4% dari *fixed capital*.

$$\begin{aligned}
 \text{Maintenance} &= 4\% \text{ FCI} \\
 &= 4\% \times \text{Rp. } 450.496.649.566 \\
 &= \text{Rp. } 18.019.865.983 \\
 &= \$ 1.229.605
 \end{aligned}$$

e. *Plant Supplies*

Biasanya nilai *plant supplies* sebesar 15% dari biaya *maintenance*.

$$\begin{aligned}
 \text{Plant Supplies} &= 15\% \text{ Maintenance cost} \\
 &= 15\% \times \text{Rp. } 18.019.865.983 \\
 &= \text{Rp. } 2.702.979.897 \\
 &= \$ 184.441
 \end{aligned}$$

f. *Royalties and Patents*

Nilai dari royalti dan paten biasanya berkisar antara 1 sampai 5 %.

Rincian penjualan produk *Lauryl Sulfat* sebagai berikut:

Produksi	= 12.000.000 kg/tahun
Harga	= \$ 2,6 /Kg
Total harga	= \$ 31.200.000 /tahun
	= Rp. 457.236.000.000 /tahun
Royalties & patents	= 5% harga penjualan
	= 5% x Rp. 457.236.000.000
	= Rp 22.861.800.000
	= \$ 1.560.000

g. *Utilitas*

Biaya kebutuhan utilitas	= Rp. 1.177.123.703
	= \$ 80.322

Tabel 4. 27 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	131.995.525.410	9.006.859
2	<i>Labor</i>	16.854.000.000	1.150.051
3	<i>Supervision</i>	4.213.500.000	287.969
4	<i>Maintenance</i>	18.019.865.983	1.229.605
5	<i>Plant Supplies</i>	2.702.979.897	184.441
6	<i>Royalty and Patents</i>	22.861.800.000	1.560.000
7	Utilitas	1.177.123.703	80.322
Total DMC		197.824.794.993	13.498.792

b) *Indirect Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

a. *Payroll Overhead*

Pengeluaran perusahaan untuk pensiunan, liburan yang dibayar perusahaan, asuransi, cacat jasmani akibat kerja, keamanan, dan sebagainya. Besarnya *payroll overhead* ini biasanya berkisar antara 15 sampai 20% *labor cost*.

$$\begin{aligned}
 \text{Payroll overhead} &= 15\% \text{ Labor} \\
 &= 15\% \times \text{Rp. } 16.854.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 2.528.100.000 \\
 &= \$ 172.508
 \end{aligned}$$

b. *Laboratory*

Laboratory dibutuhkan untuk menjamin *quality control*, karenanya biaya tergantung dari produk yang dihasilkan. Nilai *laboratory* biasanya berkisar antara 10 sampai 20% *labor cost*.

$$\begin{aligned}
 \text{Laboratory} &= 10\% \text{ Labor} \\
 &= 10\% \times \text{Rp. } 16.854.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 1.685.400.000 \\
 &= \$ 115.005
 \end{aligned}$$

c. *Plant Overhead*

Biaya untuk *service* yang tidak langsung berhubungan dengan unit produksi. Termasuk didalamnya adalah biaya kesehatan, fasilitas rekreasi, pembelian (*purchasing*), pergudangan, dan *engineering*. Biaya *plant overhead* biasanya berkisar antara 50 sampai 100% *labor cost*.

$$\begin{aligned}
 \text{Plant overhead} &= 50\% \text{ Labor} \\
 &= 50\% \times \text{Rp. } 16.854.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 8.427.000.000 \\
 &= \$ 575.026
 \end{aligned}$$

d. *Packaging and Shipping*

Biayanya sebesar 5% dari harga penjualan produknya. Biaya *container* untuk *packaging* tergantung dari sifat-sifat dan chemis produk juga nilainya.

$$\begin{aligned}
 \text{Packaging and Shipping} &= 5\% \text{ Sales Price} \\
 &= 5\% \times \text{Rp. } 457.236.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 22.861.800.000 \\
 &= \$ 1.560.000
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 28 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll overhead</i>	2.528.100.000	172.508
2	<i>Laboratory</i>	1.685.400.000	115.005
3	<i>Plant overhead</i>	8.427.000.000	575.026
4	<i>Packaging and shipping</i>	22.861.800.000	1.560.000
Total IMC		35.502.300.000	2.422.538

c) *Fixed Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan dengan *initial fixed capital investment* dan harganya tetap tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

a. *Depreciation*

Nilainya berkisar antara 8 sampai 10% dari nilai FCI.

$$\text{Depreciation} = 10\% \text{ FCI}$$

$$= 10\% \times \text{Rp. } 450.496.649.566$$

$$= \text{Rp. } 45.049.664.957$$

$$= \$ 3.074.013,303$$

b. Property Taxes

Nilainya berkisar antara 1 sampai 2% dari nilai FCI.

$$\text{Property Taxes} = 1\% \text{ FCI}$$

$$= 1\% \times \text{Rp. } 450.496.649.566$$

$$= \text{Rp. } 4.504.966.496$$

$$= \$ 307.401$$

c. Insurance

Nilai *Insurance* biasanya 1% dari nilai FCI.

$$\text{Insurance} = 1\% \text{ FCI}$$

$$= 1\% \times \text{Rp. } 450.496.649.566$$

$$= \text{Rp. } 4.504.966.496$$

$$= \$ 307.401$$

Tabel 4. 29 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	45.049.664.957	3.074.013
2	<i>Property taxes</i>	4.504.966.496	307.401
3	<i>Insurance</i>	4.504.966.496	307.401
Total FMC		54.059.597.948	3.688.816

Tabel 4. 30 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	197.824.794.993	13.498.792
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	35.502.300.000	2.4292.538
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	54.059.597.948	3.688.816
Total Manufacturing Cost		287.386.692.941	19.610.146

4) Working Capital

a) Raw Material Inventory

Persediaan bahan baku untuk kebutuhan produksi selama 7 hari.

$$\begin{aligned}
 \text{Raw material inventory} &= (7/330) \times \text{total raw material} \\
 &= (7/330) \times \text{Rp. 131.995.525.410} \\
 &= \text{Rp. 2.799.905.084} \\
 &= \$ 191.055
 \end{aligned}$$

b) Inprocess Inventory

Persediaan bahan baku dalam proses untuk satu hari proses dengan harga 50% *manufacturing cost*.

$$\begin{aligned}
 \text{Inprocess Inventory} &= (1/330) \times (50\% \text{ total manufacturing cost}) \\
 &= (1/330) \times (50\% \times \text{Rp. 287.386.692.941}) \\
 &= \text{Rp. 435.434.383} \\
 &= \$ 29.712
 \end{aligned}$$

c) Product Inventory

Biaya penyimpanan produk sebelum dikirim ke konsumen selama 7 hari.

$$\begin{aligned}
 \text{Product Inventory} &= (7/330) \times \text{total manufacturing cost} \\
 &= (7/330) \times \text{Rp. 287.386.692.941} \\
 &= \text{Rp. 6.096.081.365} \\
 &= \$ 415.973
 \end{aligned}$$

d) Extended Credit

Modal untuk biaya pengiriman produk sampai ke konsumen selama 7 hari.

$$\begin{aligned}
 \textit{Extended Credit} &= (7/330) \times \text{penjualan produk} \\
 &= (7/330) \times \text{Rp. 457.236.000.000} \\
 &= \text{Rp. 9.698.945.455} \\
 &= \$ 661.818
 \end{aligned}$$

e) *Available Cash*

Dana untuk pembayaran gaji, jasa, dan material selama 1 bulan.

$$\begin{aligned}
 \textit{Available Cash} &= (30/330) \times \text{total manufacturing cost} \\
 &= (30/330) \times \text{Rp. 287.386.692.941} \\
 &= \text{Rp. 26.126.062.995} \\
 &= \$ 1.782.741
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 31 Working Capital (WC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	2.799.905.084	191.055
2	<i>Inprocess Inventory</i>	435.434.383	29.712
3	<i>Product Inventory</i>	6.096.081.365	415.973
4	<i>Extended Credit</i>	9.698.945.454,55	661.818
5	<i>Available Cash</i>	26.126.062.995	1.782.741
Total Working Capital		45.156.429.282	3.081.298

5) General Expense

Yaitu macam-macam pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

a) *Administration*

Biaya administrasi penggajian, audit (3-6% MC)

$$\textit{Administration} = 3\% \text{ manufacturing cost}$$

$$= 3\% \times \text{Rp. } 287.386.692.941$$

$$= \text{Rp. } 8.621.600.788$$

$$= \$ 588.304$$

b) *Sales Expense*

Penjualan, distribusi, *advertising* (5-22% MC)

$$\text{Sales Expense} = 5\% \text{ manufacturing cost}$$

$$= 5\% \times \text{Rp. } 287.386.692.941$$

$$= \text{Rp. } 14.369.334.647$$

$$= \$ 980.507$$

c) *Research*

Riset atau penelitian dan pengembangan bernilai 3,5% sampai 8% dari *manufacturing cost* karena *industrial chemical*.

$$\text{Research} = 3,5\% \text{ manufacturing cost}$$

$$= 3,5\% \times \text{Rp. } 287.386.692.941$$

$$= \text{Rp. } 10.058.534.253$$

$$= \$ 686.355$$

d) *Finance*

Biaya untuk membayar bunga pinjaman bank atau deviden para pemegang saham, nilainya berkisar antara 2 sampai 4% dari FCI+WCI

$$\text{Finance} = 4\% \times \text{Capital Investment}$$

$$= 4\% \times (\text{Rp. } 450.496.649.566 + \text{Rp. } 45.156.429.282)$$

$$= \text{Rp. } 19.826.123.154$$

$$= \$ 1.352.857$$

Tabel 4. 32 General Expense (GE)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	8.621.600.788	588.304
2	<i>Sales Expense</i>	14.369.334.647	980.507
3	<i>Research</i>	10.058.534.253	686.355
4	<i>Finance</i>	19.826.123.154	1.352.857
Total <i>General Expense</i>		52.875.592.842	3.608.024

Total Production Cost = Manufacturing Cost + General Expense

= Rp. 287.674.692.941 + Rp. 52. 875.592.842

= Rp. 340.262.285.783

= \$ 23.218.170,30

6) Analisa keuntungan

Pabrik Lauril Sulfat yang didirikan ini merupakan pabrik beresiko rendah. Karena dilihat dari kondisi operasi, sifat-sifat bahan yang digunakan, serta produk samping yang dihasilkan, pabrik Lauril Sulfat ini masuk dalam kategori pabrik beresiko rendah.

Total penjualan = Rp. 457.236.000.000

Total *production cost* = Rp. 340.262.285.782,611

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 116.973.714.217

Pajak 52% dari keuntungan = Rp. 60.826.331.393

Keuntungan setelah pajak = Rp. 56.147.382.824,347

a) *Return on Investment* (ROI)

a. ROI sebelum pajak (*industrial chemical* 11-44%)

$$ROI_b = (\text{keuntungan sebelum pajak} / \text{fixed capital}) \times 100\%$$

= 26%

b. ROI sesudah pajak

$$\begin{aligned} ROI_a &= (\text{keuntungan sebelum pajak} / \text{fixed capital}) \times 100\% \\ &= 12,46\% \end{aligned}$$

b) *Pay Out Time* (POT)

a. POT sebelum pajak

$$POT_b = \frac{\text{fixed capital}}{\text{keuntungan sebelum pajak} + \text{depresiasi}}$$

$$POT_b = \frac{Rp. 450.496.649.566}{Rp. 116.973.714.217 + Rp. 45.049.664.957}$$

$$POT_b = 2,8 \text{ tahun}$$

b. POT sesudah pajak

$$POT_a = \frac{\text{fixed capital}}{\text{keuntungan setelah pajak} + \text{depresiasi}}$$

$$POT_b = \frac{Rp. 450.496.649.566}{Rp. 56.147.382.824,347 + Rp. 45.049.664.957}$$

$$POT_b = 4,5 \text{ tahun}$$

c) Break Event Point (BEP)

a. *Fixed Cost* (Fa)

Perhitungan *fixed cost* terdiri dari:

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi} &= Rp. 45.049.664.957 \\ &= \$ 3.074.013 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Property Taxes} &= Rp. 4.504.966.496 \\ &= \$ 307.401 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asuransi} &= Rp. 4.504.966.496 \\ &= \$ 307.401 \end{aligned}$$

$$\text{Total nilai Fa} = Rp. 54.059.597.948$$

$$= \$ 3.688.816$$

b. *Regulated Cost (Ra)*

Perhitungan *regulated cost* terdiri dari:

$$\text{Gaji karyawan} = \text{Rp. } 16.854.000.000$$

$$= \$ 1.150.051$$

$$\text{Payroll overhead} = \text{Rp. } 2.528.100.000$$

$$= \$ 172.508$$

$$\text{Supervision} = \text{Rp. } 4.213.500.000$$

$$= \$ 287.513$$

$$\text{Plant overhead} = \text{Rp. } 8.427.000.000$$

$$= \$ 575.026$$

$$\text{Laboratorium} = \text{Rp. } 1.685.400.000$$

$$= \$ 115.005$$

$$\text{General Expense} = \text{Rp. } 52.875.592.842$$

$$= \$ 3.608.024$$

$$\text{Maintenance} = \text{Rp. } 18.019.865.983$$

$$= \$ 1.229.605$$

$$\text{Plant Supplies} = \text{Rp. } 2.702.979.897$$

$$= \$ 184.441$$

$$\text{Total nilai Ra} = \text{Rp. } 107.306.438.722$$

$$= \$ 7.322.173$$

c. *Variabel Cost (Va)*

Perhitungan *variabel cost* terdiri dari:

Raw material = Rp. 131.995.525.410

= \$ 9.006.859

Packaging and Shipping = Rp. 22.861.800.000

= \$ 1.560.000

Utilitas = Rp. 1.177.123.703

= \$ 80.322

Royalty & Patent = Rp. 22.861.800.000

= \$ 1.560.000

Total nilai Va = Rp. 178.896.249.113

= \$ 12.207.182

d. *Sales (Sa)*

Biaya sales = Rp. 457.236.000.000

Maka nilai BEP = 42%

d) *Shut Down Point (SDP)*

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

$$SDP = 15,84\%$$

e) *Discounted Cash Flow Rate*

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage value = depresiasi

= Rp. 45.049.664.957

Cash flow = *annual profit* + depresiasi + *finance*

= Rp. 121.023.170.935

Working capital = Rp. 45.156.429.282

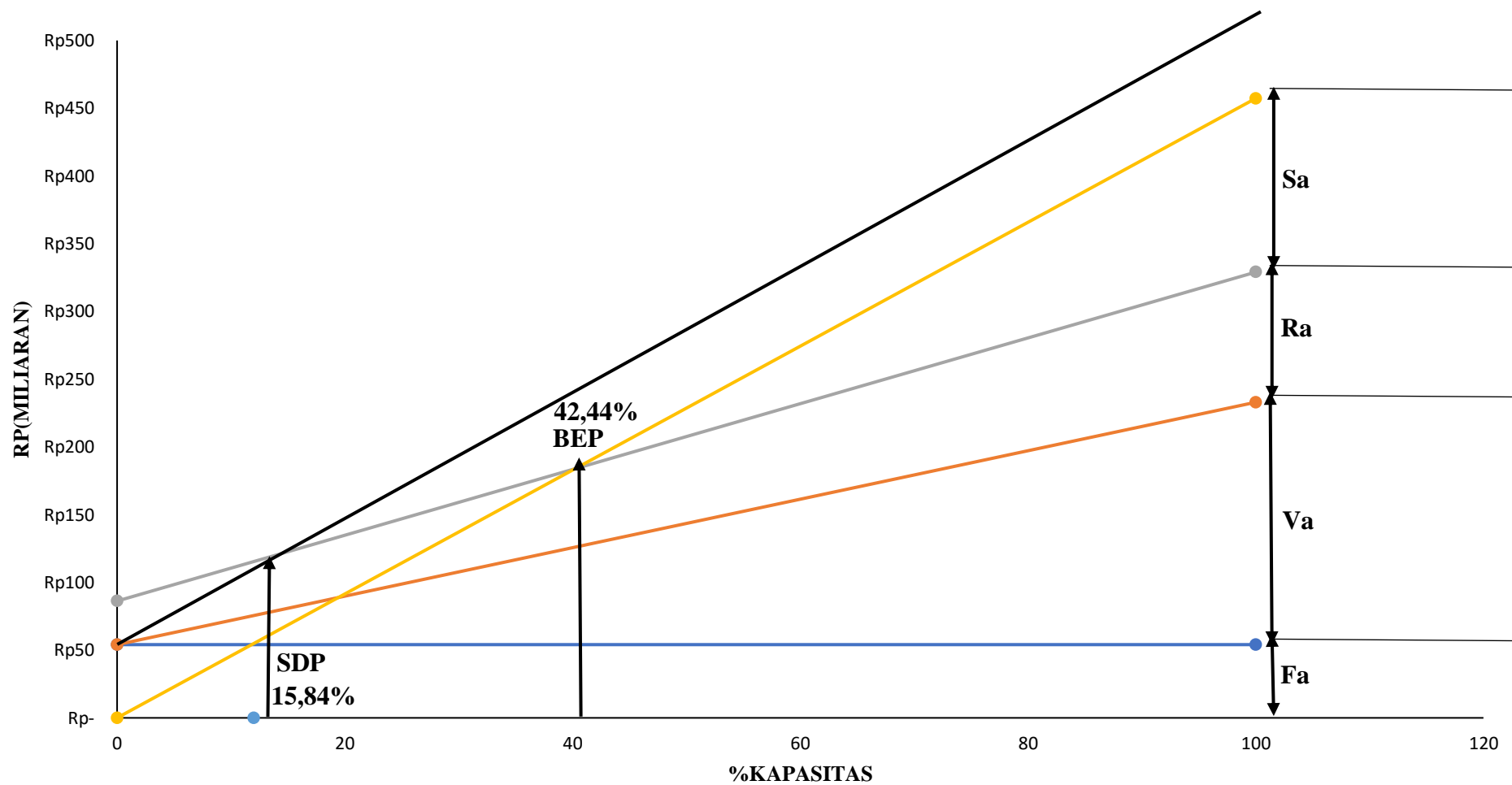
FCI = Rp. 450.496.649.566

Discounted Cash Flow Rate adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibanding dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. Nilai dari DCFR harus lebih dari 1,5% bunga bank atau DCFR bernilai minimum 7,125%. Pada perhitungan ini diperoleh nilai DCFR sebesar 9,614%.

Tabel 4. 33 Analisa Kelayakan

No	Kriteria	Terhitung	Syarat
1	<i>Return on Investment</i> - ROI sebelum pajak - ROI setelah pajak	25,97% 12,46%	Minimal 11% untuk pabrik beresiko rendah
2	<i>Pay Out Time</i> - POT sebelum pajak - POT setelah pajak	2,78 4,45	Maksimal 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah
3	<i>Break Event Point</i>	42,44%	40 – 60%
4	<i>Shut Down Point</i>	15,84%	
5	<i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i>	9,614%	1,5% x suku bunga acuan bank = 7,125% (suku bunga acuan bank 2018 : 4,75%)

Dari perhitungan evaluasi ekonomi, maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP sebagai berikut:



Gambar 4. 7 Grafik BEP

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam prarancangan pabrik Lauril Sulfat dari Lauril Alkohol dan Asam Sulfat dengan kapasitas 12.000 ton/tahun. Meskipun Lauril Alkohol masih di impor dari luar negeri, lokasi pabrik yang dekat dengan pelabuhan akan memudahkan pengiriman barang dan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pendirian pabrik Lauril Sulfat diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Lauril Sulfat dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah impor, meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
2. Pabrik Lauril Sulfat berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di kawasan industri Manyar, Gresik, Jawa Timur di atas tanah seluas 33.100 m² dengan jumlah karyawan 150 orang dan beroperasi 330 hari/tahun.
3. Berdasarkan proses, kondisi operasi, dan sifat-sifat bahan baku pembuatan Lauril Sulfat, maka pabrik Lauril Sulfat tergolong pabrik beresiko rendah, karena bahan baku maupun produknya merupakan fase cair.
4. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, maka diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a) Keuntungan pabrik sebelum pajak diperoleh sebesar Rp. 116.973.714.217. Sedangkan keuntungan pabrik setelah pajak diperoleh sebesar Rp. 56.147.382.824,347.
 - b) Nilai ROI sebelum pajak sebesar 26% dan nilai ROI sesudah pajak sebesar 12,46%. Menurut Aris Newton (1955), untuk pabrik kimia

- c) beresiko rendah harga ROI sebelum pajak minimum sebesar 11%, sehingga memenuhi syarat.
- d) *Pay Out Time* sebelum pajak adalah 2,8 tahun dan sesudah pajak adalah 4,5 tahun. Nilai ini berada dibawah POT maksimum yang besarnya 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah.
- e) Diperoleh nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 42,44%. Untuk pabrik di Indonesia nilai BEP sekitar 40% sampai 60%.
- f) Diperoleh nilai *shut down point* (SDP) sebesar 15,84%
- g) Nilai *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) diperoleh sebesar 9,614%.

5. Dengan mempertimbangkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi diatas maka pabrik Lauril Sulfat dari Lauril Alkohol dan Asam Sulfat dengan kapasitas 12.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Dalam prarancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman tentang konsep-konsep dasar yang dapat memudahkan dalam hal perancangannya. Misalnya, pemilihan alat proses, atau alat penunjang, bahan baku, kondisi operasi, dan lain-lain. Selain itu juga harus melakukan pencarian data-data yang diperlukan sebelum membangun suatu pabrik kimia sehingga dengan informasi dan data-data yang lengkap dapat mempermudah suatu prarancangan pabrik kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw-Hill Book Company, New York
- BPS, "Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia", BPS, Yogyakarta
- Brown. G. G., 1978, *Unit Operations*, vol I, John Willey and Sons inc, New York
- Brownell, L.E., and Young, E.N., 1979, *Process Equipment Design*, 3rded., Wiley Eastern Ltd., New Delhi.
- Coulson and Richardson's., 1993, *Chemical Engineering*, Vol 6, 2nd ed, R. K. Sinnott, Swansea
- Fogler, Scott H., "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, Prentice Hall International Inc., USA, 1999.
- Groggins, P. H., 1958, " Unit Process in Organic Chemistry ", 5th ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha.
- Harga Alat, www.matche.com, 18 September 2018
- Harga Bahan, www.indonesian.alibaba.com 18 September 2018
- Kern, D.Q., 1965, "*Process Heat Transfer*", McGraw Hill Book Co. Ltd., New York
- Ludwig, E.E., 1984, "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant*", 2nd ed., Vol. 3, Gulf Publishing Company, Houston, Texas
- Perry, R.H., and Chilton, C.H., "*Chemical Engineering's Handbook*", 3rd ed., McGraw Hill Book Kogakusha, Tokyo

- Petters, M.S. and Timmerhaus, K. D., 1958, *Plant Design Economic for Chemical Engineer's*, 2nd ed., Mc Graw Hill Book Company, Kogakusha, Ltd Tokyo.
- Powell, P.T., 1954, "*Water Conditioning for Industry*", McGraw Hill Co. Ltd., New York
- Rase. H. R.,1977, *Chemical Reactor Design For Process Plants*, Vol 1, A Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C., "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd edition, Mc. Graw Hill Book Kogokusha Ltd, Tokyo,1975.
- Sularso., "*Pompa dan Kompresor*", cetakan VI, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1996.
- Treyball, R.E., 1979, "*Mass Transfer Operations*", 3rd ed., McGraw Hill Book Kogakusha, Tokyo
- Takei, Kensuke.1985. *Anionic Surfactants* : Lauric Products. Kao corporation, Wakayama

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Reaktor

Fungsi : Mereaksikan Lauril Alkohol dan asam sulfat menjadi lauryl sulfat dan air.

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Sifat Reaksi : Eksotermis

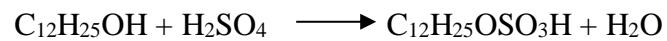
Kondisi Operasi : Tekanan (P) = 1 atm

Suhu (T) = 40°C

Perbandingan mol : C₁₂H₂₅OH : mol H₂SO₄ = 1,11 : 1,69

A. Kinetika Reaksi

Reaksi :



Persamaan kecepatan reaksi :

$$\frac{d[\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{H}]}{dt} = k[\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OH}][\text{H}_2\text{SO}_4]$$

$$-r_a = k \cdot C_a \cdot C_b$$

Dengan,

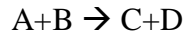
-r_a = kecepatan reaksi (kmol/m³.jam)

k = konstanta kecepatan reaksi (m³/kmol.jam)

C_a = konsentrasi C₁₂H₂₅OH (kmol/m³)

C_b = konsentrasi H₂SO₄ (kmol/m³)

Reaksi merupakan reaksi orde 2 :



$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

INPUT REAKTOR :

Komponen	BM	INPUT		ρ	v	
	kg/kmol	kmol/jam	kg/jam	kg/m ³	m ³	L
C ₁₂ H ₂₅ OH	186	5,7328	1066,3050	751,0024	1,4198	1419,84244
H ₂ SO ₄	98	8,5992	842,7249	1672,7614	0,5271	527,147827
H ₂ O	18	2,1704	39,0676	903,1392	0,0433	43,2575414
TOTAL		16,5025	1948,0976	3326,9029	1,9902	1990,2478

1. Menghitung konsentrasi umpan

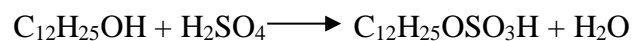
Reaktan pembatas pada reaksi ini adalah Lauril Alkohol (C₁₂H₂₅OH) maka C₁₂H₂₅OH adalah senyawa A dan H₂SO₄ adalah senyawa B.

$$C_{A0} = \frac{\text{mol A}}{\sum Fv} = \frac{5,7328 \text{ kmol/jam}}{1,9902 \text{ m}^3/\text{jam}} = 2,8805 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{B0} = \frac{\text{mol B}}{\sum Fv} = \frac{8,5992 \text{ kmol/jam}}{1,9902 \text{ m}^3/\text{jam}} = 4,3207 \text{ kmol/m}^3$$

2. Menghitung waktu reaksi

Reaksi dapat ditulis dengan :



Mula-mula : C_{A0} C_{B0}

Bereaksi : C_{A0}·X_a C_{A0}·X_a

Sisa : C_A C_B

Maka,

$$C_A = C_{A0} - C_{A0} \cdot X_a$$

$$C_B = C_{B0} - C_{A0} \cdot X_a$$

Diketahui :

$$\text{Konversi (x)} = 0,98$$

$$\text{Harga k} = 147 \times 10^{-7} \text{ mol/1000gr.sekon (Table.II.googlebooks)}$$

$$= 5,29 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$$

$$M = C_{B0}/C_{A0}$$

$$= 4,3207/2,8805 \text{ kmol/m}^3$$

$$= 1,5000$$

$$-R_a = k \cdot C_a \cdot C_b$$

$$= k \cdot C_{A0}^2 \cdot (1-X_a) \cdot (M-X_a)$$

$$= (5,29 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{kmol.jam})(2,8805 \text{ kmol/m}^3)^2(1-0,98)(1,5000-0,98)$$

$$= 0,0509 \text{ kmol/m}^3.\text{jam}$$

B. OPTIMASI REAKTOR

1. Menghitung Volume Reaktor

Untuk menghitung volume satu RATB dapat menggunakan rumus :

$$V = \frac{F_{A_0} (X_{out} - X_{in})}{-r_A}$$
$$V = \frac{F_{A_0} \cdot X_A}{-r_A}$$

sedangkan untuk menghitung volume RATB yang disusun seri digunakan

rumus :

dengan :

$$V = \frac{F_{A_0} (X_n - X_{n-1})}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_{A_0} (X_n - X_{n-1})}{k \cdot C_A \cdot C_B}$$

$$\frac{V \cdot k \cdot C_A \cdot C_B}{F_{A_0}} = X_n - X_{n-1}$$

$$\frac{V \cdot k \cdot C_{A_0}^2 (1 - X_n)(M - X_n)}{F_{A_0}} = X_n - X_{n-1}$$

$$X_{n-1} = X_n - \frac{V \cdot k \cdot C_{A_0}^2 (1 - X_n)(M - X_n)}{V_0 \cdot C_{A_0}}$$

$$X_{n-1} = X_n - \frac{V \cdot k \cdot C_{A_0} (1 - X_n)(M - X_n)}{V_0}$$

V = Volume reaktor

F_{A0} = kecepatan umpan A masuk reaktor

C_{A0} = konsentrasi A dalam umpan

k = konstanta kecepatan reaksi

X_n = konversi reaksi

X_{n-1} = konversi reaksi pada reaktor sebelumnya

Dengan cara *trial* volume masing-masing reaktor untuk mendapatkan konversi tiap reaktor yang disusun seri, diperoleh dengan menggunakan excel:

(diketahui k = 5,29 x 10⁻¹ m³/kmol.jam dan Fv = 1,9902 m³/jam)

- Jumlah reaktor = 1

$$X_{a1} = 0,98$$

$$X_{a0} = 0$$

$$V = 110,44 \text{ m}^3$$

$$t = V/Fv = 55 \text{ jam}$$

- Jumlah reaktor = 2

$$X_{a2} = 0,98$$

$$X_{a1} = 0,87$$

$$X_{a0} = 0$$

$$V = 12,424245 \text{ m}^3$$

$$t = V/Fv = 6 \text{ jam}$$

- Jumlah reaktor = 3

$$X_{a3} = 0,98$$

$$X_{a2} = 0,93$$

$$X_{a1} = 0,76$$

$$X_{a0} = 0$$

$$V = 5,228 \text{ m}^3$$

$$t = V/F_v = 1,5 \text{ jam}$$

- Jumlah reaktor = 4

$$X_{a4} = 0,98$$

$$X_{a3} = 0,95$$

$$X_{a2} = 0,88$$

$$X_{a1} = 0,68$$

$$X_{a0} = 0$$

$$V = 3,1426 \text{ m}^3$$

$$t = V/F_v = 1,6 \text{ jam}$$

- Jumlah reaktor = 5

$$X_{a5} = 0,98$$

$$X_{a4} = 0,95$$

$$X_{a3} = 0,88$$

$$X_{a2} = 0,70$$

$$X_{a1} = 0,67$$

$$X_{a0} = 0$$

$$V = 3,0339 \text{ m}^3$$

$$t = V/Fv = 1,5 \text{ jam}$$

2. Menghitung Harga Reaktor

Bahan konstruksi reaktor dipilih bahan stainless steel 50 lb/in², didapat basis harga pada volume 10000 gallon sebesar \$100000 (*Timmerhaus, Fig. 16-35, P. 731*).

$$E_b = E_a \times \left(\frac{C_b}{C_a}\right)^{0,6}$$

Dimana : E_a : Harga reaktor basis

E_b : Harga reaktor perancangan

C_a : Kapasitas reaktor basis

C_b : Kapasitas reaktor perancangan

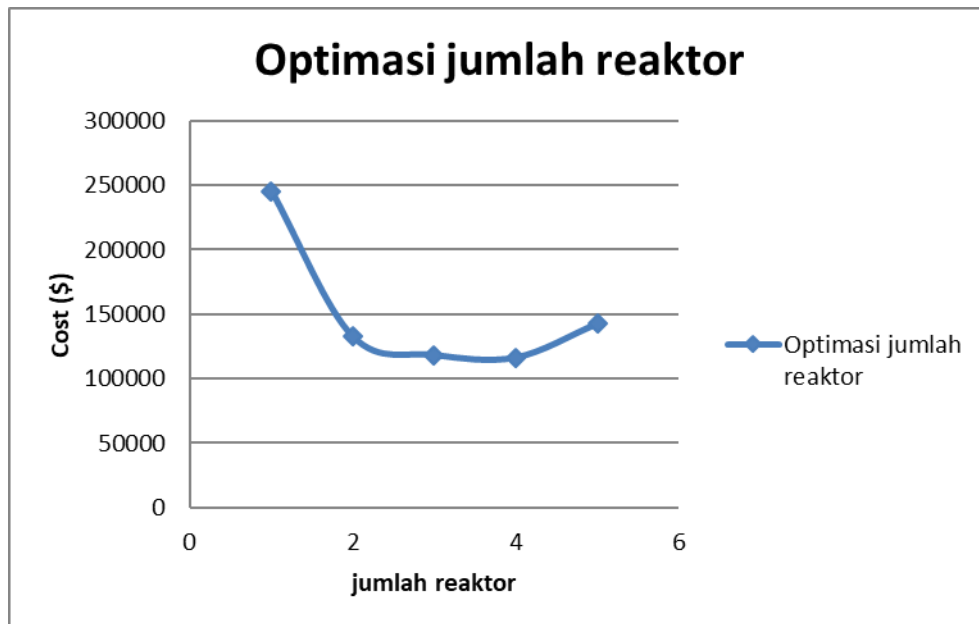
Perhitungan untuk 1 buah reaktor :

$$E_b = \$ 100.000 \times \left(\frac{29156,7754}{10.000}\right)^{0,6}$$

$$E_b = \$ 190039,419$$

N	Volume Reaktor (Liter)	Volume reaktor (Gallon)	Volume Total (Gallon)	Cost/unit \$	Cost
1	110442,331	29156,775	29156,775	\$ 190.039	\$ 190.039
2	12424,245	3280,001	6560,001	\$ 51.230	\$ 102.460
3	5227,874	1380,159	4140,476	\$ 30.476	\$ 91.428
4	3142,619	829,651	3318,606	\$ 22.456	\$ 89.825
5	3033,887	800,946	4004,730	\$ 21.987	\$ 109.934

3. Penentuan Jumlah Reaktor yang Optimum



Maka dari tabel tersebut jumlah reaktor yang optimum sebanyak 4 buah disusun seri untuk mendapatkan harga perancangan reaktor yang minimum.

C. PERANCANGAN REAKTOR

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Kondisi isothermal

Volume cairan dalam reaktor :

$$V_{\text{cairan}} = 3142,619 \text{ liter}$$

$$= 3,143 \text{ m}^3$$

$$= 110,966 \text{ ft}^3$$

Perancangan dibuat dengan over design 20%, sehingga volume reaktor menjadi:

$$V_{\text{design}} = 3771,143 \text{ liter}$$

$$= 3,771 \text{ m}^3$$

$$= 133,159 \text{ ft}^3$$

1. Menentukan Diameter dan Tinggi Tangki Reaktor

Dipilih RATB berbentuk silinder tegak dengan perbandingan $D : H = 1 : 1.5$

(*Brownell & Young, table 3.3, P.43*)

$$V_{\text{reaktor}} = 3.771,143 \text{ liter}$$

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{shell}} + 2V_{\text{head}}$$

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

$$V_{\text{head}} = 0.0847 D^3 \quad D = \text{ft} ; V = \text{ft}^3$$

(*Brownell & Young, P.88*)

$$V_{\text{reaktor}} = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \right) + (2 \times 0.0847 D^3)$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1.5 D + 0.1694 D^3$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 1.5 D^3 + 0.1694 D^3$$

Maka, $D = 1,4098 \text{ m}$

$$= 55,5021 \text{ in}$$

$$H = 2,1146 \text{ m}$$

$$= 83,2531 \text{ in}$$

2. Menentukan Tebal Dinding (*Shell*) Reaktor

Dipilih bahan *stainless steel* SA-167, Grade : 11, Tipe : 316, Dari appendix D,

hal: 342 (*Brownell & Young, 1959*)

Spesifikasi :

$$\text{Max.Allowable Stress, } f = 18750 \text{ psia}$$

$$\text{Efisiensi sambungan, } E = 0.85 \quad (\text{Brownell, 1959. p 254) table 13.2}$$

Corrosion Allowance , C = 0.125 in

- Tekanan Perancangan

$$\text{Densitas total umpan reaktor} = \frac{\text{massa}}{f_v} = \frac{1948,0976}{1,9902} = 978,8216 \text{ kg/ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan hidrostatik} &= \rho \times H \\ &= 978,8216 \text{ kg/ m}^3 \times 2,1146 \text{ m} \\ &= 2069,85 \text{ kg/m}^2 \\ &= 2,9445 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan Desain} = 14,7 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{operasi}} &= P_{\text{desain}} + P_{\text{hidrostatik}} \\ &= 14.7 \text{ psia} + 2,9445 \text{ psia} \\ &= 17,6445 \text{ psia} \end{aligned}$$

Dipilih *over design* tekanan sebesar 20%, maka:

$$\begin{aligned} P_{\text{design}} &= 1.2 \times P_{\text{operasi}} \\ &= 21,1734 \text{ psia} \\ &= 1,4 \text{ atm} \end{aligned}$$

- *Tebal Shell*

$$t_s = \frac{P_d r_i}{fE - 0.6P_d} + C \quad (\text{Brownell, 1959. p 254})$$

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } r_i = ID/2 = r_i &= \frac{ID}{2} = \frac{1,4098}{2} \text{ m} \\ &= 0,7049 \text{ m} \\ &= 27,7510 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Diperoleh } t_s = \frac{21,1734 \times 27,7510}{(18750 \times 0.85) - (0.6 \times 21,1734)} + 0.125 = 0.1619 \text{ in}$$

Ukuran standar, t_s standar dilihat di appendix C bagian F, hal : 332

(Brownell & Young, 1959)

$$t_{s \text{ standar}} = 0.1875 \text{ (3/16 in)}$$

$$ID_{shell} = 55,5021 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} OD_{shell} &= ID + 2 \cdot \text{tebal dinding reaktor} \\ &= 55,8771 \text{ in} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel : 5.7, hal : 90, (*Brownell & Young, 1959*)

Dipilih $OD_{standar}$ yang mendekati perhitungan :

$$\begin{aligned} OD_{standart} &= 55,8771 \text{ in} \\ &= 60 \text{ in (Brownell & Young, 1959, p: 258, pers.13.12)} \end{aligned}$$

$$r = 60 \text{ in}$$

$$icr = 3,625 \text{ in}$$

$$OD = ID + (2 \cdot \text{tebal dinding reaktor})$$

$$\begin{aligned} ID_{standart} &= OD_{standart} - (2 \cdot \text{tebal dinding reaktor}) \\ &= 60 \text{ in} - (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\ &= 59,6250 \text{ in} = 1,5145 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H = 89,44 \text{ in} = 2,2717 \text{ m}$$

3. Menentukan Tebal Head

Jenis : Untuk range 15 – 200 psig dipakai tutup reaktor dengan bentuk *torispherical dished heads* (Brownell & Young , 1978, P.88)

$$\begin{aligned} t_h &= \frac{0.885 P_d r_c}{fE - 0.1 P_d} + C \\ &= \frac{0,885 \times 21,1734 \times 60}{(18750 \times 0,85) - (0,1 \times 21,1734)} + 0.125 = 0.2 \text{ in} \end{aligned}$$

Ukuran standar ($t_{h\text{standar}}$) dilihat di appendix C bagian F, hal : 332 (*Brownell & Young, 1959*) = 0,25 in (1/4) in

$$= 0,0063 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{OD} &= \text{ID} + 2 \cdot \text{th}_{\text{standar}} \\ &= 55,5021 \text{ in} + (2 \times 0,25 \text{ in}) \\ &= 56,0021 \text{ in} \\ &= 1,4224 \text{ m} \end{aligned}$$

Standarisasi dari table 5.7 Brownell & Young, hal.90, didapat

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 60 \text{ in} \\ \text{icr} &= 3,6 \text{ in} \\ r &= 60 \text{ in} \end{aligned}$$

4. Menentukan Ukuran *Head*

Dipilih :

$$\text{sf} = 2 \text{ in} \text{ (Brownell and Young , p.93, table 5.8)}$$

$$\text{icr} = 3,6 \text{ in}$$

$$r = 60 \text{ in}$$

$$a = \text{ID}/2 = 59,6250 \text{ in} / 2 = 29,81 \text{ in}$$

$$\text{AB} = a - \text{icr} = 29,81 \text{ in} - 3,6 \text{ in} = 26,19 \text{ in}$$

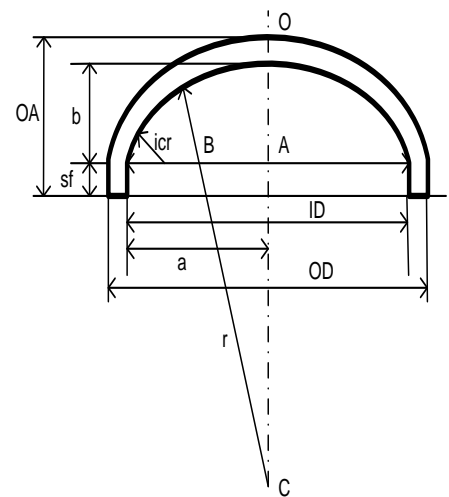
$$\text{BC} = r - \text{icr} = 60 \text{ in} - 3,6 \text{ in} = 56 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{AC} &= (\text{BC}^2 - \text{AB}^2)^{0,5} = ((56^2 - 26,19)^{0,5}) \text{ in} \\ &= 49,9234 \text{ in} \end{aligned}$$

$$b = r - \text{AC} = (60 - 49,9234) \text{ in} = 10,0765 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{OA} &= b + \text{sf} + \text{th} \\ &= (10,0765 + 2 + 0,25) \text{ in} \\ &= 12,3265 \text{ in} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh tinggi total *head* = 12,3265 in



$$= 0,3131 \text{ m}$$

Menghitung Volume *Head* :

$$V_{head} = 0,000049 \cdot ID^3 + \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot ID^2 \cdot Sf$$

dimana D = in (Brownell & Young, p.88)

$$\begin{aligned} V_{total\ head} &= (0,000049 \times (59,6250 \text{ in})^3) + (3,14/4 \times (59,6250 \text{ in})^2 \times 2 \text{ in}) \\ &= 0,2941 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Menghitung Tinggi *Shell*

$$\text{Volume tangki, } V_t = 3,771 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume shell, } V_s &= V_t - 2 \cdot V_{head\ total} \\ &= 3,771 \text{ m}^3 - (2 \times 0,916 \text{ m}^3) \\ &= 3,5879 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi shell, } L_s &= H_s = \frac{4V_s}{\pi \cdot ID^2} \\ &= 1,9927 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor} &= \text{tinggi shell} + (2 \times \text{tinggi head}) \\ &= 1,9927 \text{ m} + (2 \times 0,3131 \text{ m}^3) \\ &= 2,6189 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan total dalam reaktor, } h &= h_s + b + sf \\ &= 2,0013 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung Luas Permukaan Reaktor

Luas muka reaktor untuk tebal *head* < 1 in, digunakan persamaan 5-12 Brownell & Young p.88.

$$D_e = OD + \frac{OD}{24} + 2 \cdot sf + \frac{2}{3} icr$$

dengan : D_e = diameter ekivalen (in)

$$D_e = 68,9167 \text{ in} = 1,7505 \text{ m}$$

$$A_{\text{total}} = A_{\text{shell}} + 2 \cdot A_{\text{tiap head}} = (\pi \cdot D \cdot H) + 2 \cdot (\pi/4 D_e^2)$$

$$= 24.201,43825 \text{ in}^2 = 15,6138 \text{ m}^2$$

5. Merancang Pengaduk Reaktor

Tugas pengaduk : untuk mencampur

$$\mu_{\text{campuran R-01}} = 2,1157 \text{ Cp}$$

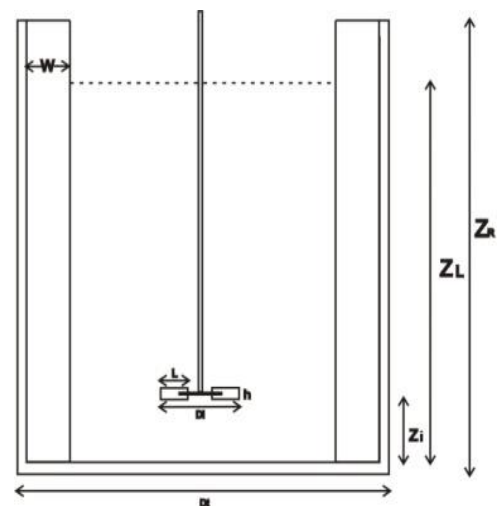
$$\mu_{\text{campuran R-02}} = 1,8293 \text{ Cp}$$

$$\mu_{\text{campuran R-03}} = 1,7606 \text{ Cp}$$

$$\mu_{\text{campuran R-04}} = 3,8529 \text{ Cp}$$

Menurut Richard Coulsoun, fig 10.57, p.472 untuk viskositas diatas digunakan pengaduk jenis turbine (Brown, p. 507).

- Z_R = Tinggi reaktor
- Z_L = Tinggi cairan
- Z_i = Tinggi pengaduk dari dasar
- D_t = Diameter reaktor
- D_i = Diameter pengaduk
- L = Lebar pengaduk
- h = Tinggi pengaduk
- w = Lebar *baffle*



Diketahui :

$$D_t = 1,5145 \text{ m}$$

$$D_t/D_i = 3$$

$$D_i = D_t/3 = 0,5048 \text{ m}$$

$$Z_i/D_i = 1,3 \longrightarrow Z_i = 1,3 \times 0,5048 \text{ m} = 0,6563$$

$$W/D_i = 0,17 \longrightarrow W = 0,17 \times D_i$$

$$= 0,0858$$

$$Z_l/D_i = 3,9 \longrightarrow Z_l = 3,9 \times D_i$$

$$= 1,9688$$

$$L/D_t = 0,25 \longrightarrow L = 0,25 \times D_t$$

$$= 0,1262$$

6. Menghitung Kecepatan Pengaduk Dalam reaktor

$$\frac{WELH}{2D_i} = \left[\frac{H \cdot D_i \cdot N}{600} \right]^2 \quad (\text{Eq. 8-8, P-345, HF. Rase})$$

Dimana :

WELH : *Water Equipment Liquid Height*

Di : Diameter pengaduk (ft)

N : Kecepatan putaran pengaduk (rpm)

H : Tinggi pengaduk (ft)

$$WELH = ZL \times \left(\frac{\rho_{cairan}}{\rho_{air}} \right)$$

$$6,4594 \text{ ft} \times \left(\frac{66,3343}{63,2881} \right)$$

$$= 6,7703$$

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

$$= 164,9382 \text{ rpm}$$

$$= 2,7490 \text{ rps}$$

Kecepatan pengaduk (N) standar yang digunakan adalah 155 rpm (P-288, Wallas)

7. Menghitung Bilangan Reynold

Reaktor-01

$$Nre = \frac{N \cdot Di^2 \cdot \rho}{\mu}$$

$$= 405.300,3311$$

karena $Nre > 2100$ maka alirannya *turbulen*

Dengan mempergunakan kurva 3 fig.8.7 Rase 1977 diperoleh $Np = 7$

Reaktor-02

$$Nre = \frac{N \cdot Di^2 \cdot \rho}{\mu}$$

$$= 468.769,3166$$

karena $Nre > 2100$ maka alirannya *turbulen*

Dengan mempergunakan kurva 3 fig.8.7 Rase 1977 diperoleh $Np = 7$

Reaktor-03

$$Nre = \frac{N \cdot Di^2 \cdot \rho}{\mu}$$

$$= 487.044,6694$$

karena $Nre > 2100$ maka alirannya *turbulen*

Dengan mempergunakan kurva 3 fig.8.7 Rase 1977 diperoleh $Np = 7$

Reaktor-04

$$Nre = \frac{N \cdot Di^2 \cdot \rho}{\mu}$$

$$= 222.561,5533$$

karena $Nre > 2100$ maka alirannya *turbulen*

Dengan mempergunakan kurva 3 fig.8.7 Rase 1977 diperoleh $Np = 7$

8. Menghitung Power

Reaktor-01

$$P = \frac{N^3 D_i^5 \rho \cdot Np}{550 \cdot g_c}$$

$$Pa = 10,3766 \text{ Hp}$$

Jika Effisiensi pengaduk 70 %

(*Timmerhause*)

$$\text{Maka : } Power = \frac{Pa}{Eff}$$

$$= \frac{10,3766}{70\%} = 14,8237$$

Digunakan Hp standar = 15 Hp (standar NEMA)

Reaktor-02

$$P = \frac{N^3 D_i^5 \rho \cdot Np}{550 \cdot g_c}$$

$$Pa = 10,3849 \text{ Hp}$$

Jika Effisiensi pengaduk 70 %

(*Timmerhause*)

$$\text{Maka : } Power = \frac{Pa}{Eff}$$

$$= \frac{10,3849}{70\%} = 14,8356$$

Digunakan Hp standar = 15 Hp (standar NEMA)

Reaktor-03

$$P = \frac{N^3 D_i^5 \rho \cdot Np}{550 \cdot g_c}$$

$$P_a = 10,3849 \text{ Hp}$$

Jika Effisiensi pengaduk 70 %

(*Timmerhause*)

$$\text{Maka : } Power = \frac{P_a}{Eff}$$

$$= \frac{10,3849}{70\%} = 14,8356$$

Digunakan Hp standar = 15 Hp (standar NEMA)

Reaktor-04

$$P = \frac{N^3 D_i^5 \rho \cdot Np}{550 \cdot g_c}$$

$$P_a = 10,3849 \text{ Hp}$$

Jika Effisiensi pengaduk 70 %

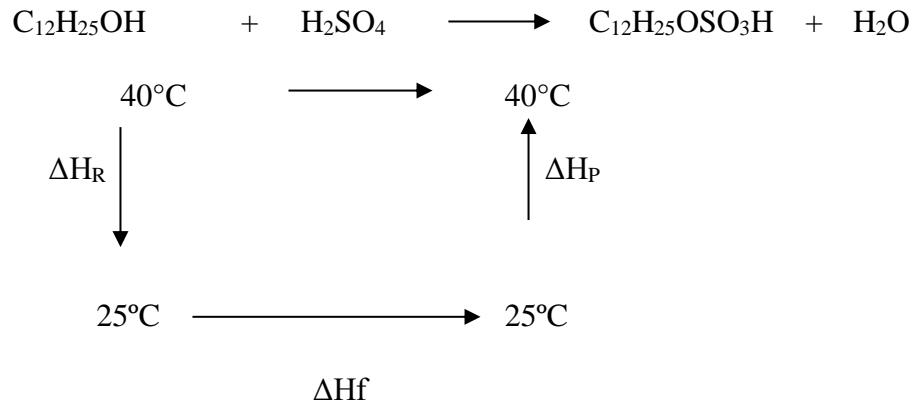
(*Timmerhause*)

$$\text{Maka : } Power = \frac{P_a}{Eff}$$

$$= \frac{10,3849}{70\%} = 14,8356$$

Digunakan Hp standar = 15 Hp (standar NEMA)

D. MENGHITUNG NERACA PANAS REAKTOR



Data panas pembentukan :

ΔH_f Lauril Alkohol	=	-528,5 J/mol
ΔH_f asam sulfat	=	-813,989 J/mol
ΔH_f air	=	-285,83 J/mol
ΔH_f lauryl sulfat	=	-798,03 J/mol

REAKTOR – 01

$$\Delta H_R^\circ = \left(\sum n_i \cdot \Delta H_{f,i}^\circ \right)_{\text{produk}} - \left(\sum n_i \cdot \Delta H_{f,i}^\circ \right)_{\text{reaktan}}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_R^\circ &= (-798,03 - 285,83 + 528,5 + 813,989) \text{ J/mol} \times (5,7328 - 1,8107) \\
 &\text{ kmol/jam} \times 1000 \text{ mol/kmol} \\
 &= 1.014.364,224 \text{ J/ jam}
 \end{aligned}$$

Panas umpan masuk Reaktor-01

Komponen	BM	INPUT	Cp(40°C)	n.cp	ΔH_1
	kg/kmol	mol/jam	J/mol.K		J/jam
C ₁₂ H ₂₅ OH	186	5.732,8228	501,1710	2.873.124,739	-43.096.871,1
H ₂ SO ₄	98	8.599,2342	142,1260	1.222.174,581	-18.332.618,7
H ₂ O	18	2.170,4211	75,2692	163.365,8707	-2.450.488,1
TOTAL		16.502,4780	718,5662	4.258.665,1911	-63.879.977,9

Panas keluar Reaktor-01

Komponen	n, mol/Jam	Cp, J/mol.K	n*Cp	ΔH_2
C ₁₂ H ₂₅ OH	1.810,7405	501,1710	9,07E+05	1,36E+07
H ₂ SO ₄	4.677,1519	142,1260	6,65E+05	9,97E+06
H ₂ O	6.092,5034	75,2692	4,59E+05	6,88E+06
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	3.922,0823	371,4559	1,46E+06	2,19E+07
TOTAL	16.502,4780	1.090,0221	3,49E+06	5,23E+07

Neraca Panas Reaktor-01

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
ΔH_1	63.879.977,87	ΔH_2	52.315.407,82
Qs	-10550205,82	Qp	1014364,224
Total	53.329.772,043	Total	53.329.772,043

$$\Delta H_r = \Delta H_R + \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$= -105.538.274,9 \text{ J/ jam} + 1.014.364,224 \text{ J/ jam} + 9,40 \times 10^7 \text{ J/ jam}$$

$$= -1,06 \times 10^7 \text{ J/ jam}$$

$$= -9999,63 \text{ BTU/jam}$$

➤ Kebutuhan air Pendingin

$$T \text{ pendingin masuk} = 30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$$

$$T \text{ pendingin keluar} = 39^\circ\text{C} = 102,2^\circ\text{F}$$

$$C_p \text{ air} = 0,9988 \text{ BTU/lb }^\circ\text{F}$$

$$\text{Kebutuhan air pendingin} = \frac{Q}{C_p \Delta T} = \frac{-9999,63 \text{ BTU/jam}}{0,9988 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \times (102,2^\circ\text{F} - 86^\circ\text{F})}$$

$$= 617,9913909 \text{ lb/jam}$$

REAKTOR – 02

$$\Delta H_R^\circ = \left(\sum n_i \cdot \Delta H_{f,i}^\circ \right)_{\text{produk}} - \left(\sum n_i \cdot \Delta H_{f,i}^\circ \right)_{\text{reaktan}}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_R^\circ &= (-798,03 - 285,83 + 528,5 + 813,989) \text{ J/mol} \times (1,8107 - 0,6814) \text{ kmol/jam} \\ &\quad \times 1000 \text{ mol/kmol} \\ &= 2,921 \times 10^5 \text{ J/ jam} \end{aligned}$$

Panas umpan masuk Reaktor-02

Komponen	mol/jam	Cp (40)	n*Cp	ΔH_1
C ₁₂ H ₂₅ OH	1.810,7405	501,1710	9,07E+05	-13.612.360,29
H ₂ SO ₄	4.677,1519	142,1260	6,65E+05	-9.971.171,885
H ₂ O	6.092,5034	75,2692	4,59E+05	-6.878.668,366
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	3.922,0823	371,4559	1,46E+06	-21.853.207,28
Total	16.502,47804	1,090,0221	3,49E+06	-5,23E+07

Panas keluar Reaktor-02

Komponen	n,mol/Jam	Cp,J/mol.K	n*Cp	ΔH_2
C ₁₂ H ₂₅ OH	681,4103	501,1710	3,42E+05	5,12E+06
H ₂ SO ₄	3.547,8217	142,1260	5,04E+05	7,56E+06
H ₂ O	7.221,8335	75,2692	5,44E+05	8,15E+06
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	5.051,4124	371,4559	1,88E+06	2,81E+07
Total	16.502,4780	1.090,0221	6,04E+06	9,06E+07

Neraca Panas Reaktor-02

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
ΔH_1	52.315.407,82	ΔH_2	48.985.488,54
Qs	-3.037.841,753	Qp	292.077,5237
Total	49.277.566,066	Total	49.277.566,066

$$\begin{aligned} \Delta H_r &= \Delta H_R + \Delta H_1 + \Delta H_2 \\ &= 2,92 \times 10^5 \text{ J/jam} + -9,40 \times 10^7 \text{ J/jam} + 9,06 \times 10^7 \text{ J/jam} \\ &= -3,04 \times 10^6 \text{ J/ jam} \\ &= -2,88 \times 10^3 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

➤ Kebutuhan air Pendingin

$$T \text{ pendingin masuk} = 30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$$

$$T \text{ pendingin keluar} = 39^{\circ}\text{C} = 102,2^{\circ}\text{F}$$

$$C_p \text{ air} = 0,9988 \text{ BTU/lb }^{\circ}\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= \frac{Q}{C_p \Delta T} = \frac{-2,88 \times 10^3 \text{ BTU/jam}}{0,9988 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}^{\circ}\text{F} \times (102,2^{\circ}\text{F} - 86^{\circ}\text{F})} \\ &= 177,9453483 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

REAKTOR – 03

$$\Delta H_R^{\circ} = \left(\sum n_i \cdot \Delta H_f^{\circ} \right)_{\text{produk}} - \left(\sum n_i \cdot \Delta H_f^{\circ} \right)_{\text{reaktan}}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_R^{\circ} &= (-798,03 - 285,83 + 528,5 + 813,989) \text{ J/mol} \times (0,6814 - 0,2745) \text{ kmol/jam} \\ &\quad \times 1000 \text{ mol/kmol} \\ &= 105.233,5169 \text{ J/jam} \end{aligned}$$

Panas umpan masuk Reaktor-03

Komponen	mol/jam	Cp (40)	n*Cp	ΔH_1
C ₁₂ H ₂₅ OH	681,4103	501,1710	3,42E+05	-5.122.547,0
H ₂ SO ₄	3.547,8217	142,1260	5,04E+05	-7.563.564,6
H ₂ O	7.221,8335	75,2692	5,43 E+05	-8.153.725,1
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	5.051,4124	371,4559	1,88E+06	-28.145.651,9
Total	16.502,4780	1,090,0221	3,26 E+06	-4,899E+07

Panas keluar Reaktor-03

Komponen	n, mol/Jam	Cp, J/mol.K	n*Cp	ΔH_2
C ₁₂ H ₂₅ OH	274,5205	501,1710	1,38E+05	2,06E+06
H ₂ SO ₄	3.140,9319	142,1260	4,46E+05	6,70E+06
H ₂ O	7.628,7234	75,2692	5,74E+05	8,61E+06
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	5.458,3023	371,4559	2,03E+06	3,04E+07
Total	16.502,4780	1.090,0221	3,19E+06	4,78E+07

Neraca Panas Reaktor-03

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
ΔH_1	48.985.488,54	ΔH_2	47.785.741,6
Qs	-1.094.513,43	Qp	105.233,5169
Total	47.890.975,115	Total	47.890.975,115

$$\Delta H_r = \Delta H_R + \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$= 105.233,5169 \text{ J/jam} + -9,06 \times 10^7 \text{ J/jam} + 4,78 \times 10^7 \text{ J/jam}$$

$$= -4,28 \times 10^7 \text{ J/jam}$$

$$= -4,05 \times 10^4 \text{ BTU/jam}$$

➤ Kebutuhan air Pendingin

$$T \text{ pendingin masuk} = 30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$$

$$T \text{ pendingin keluar} = 39^\circ\text{C} = 102,2^\circ\text{F}$$

$$C_p \text{ air} = 0,9988 \text{ BTU/lb }^\circ\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= \frac{Q}{C_p \Delta T} = \frac{-4,05 \times 10^4 \text{ BTU/jam}}{0,9988 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}^\circ\text{F} \times (102,2^\circ\text{F} - 86^\circ\text{F})} \\ &= 2.504,299 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

REAKTOR – 04

$$\Delta H_R^\circ = \left(\sum n_i \cdot \Delta H_{f^\circ} \right)_{\text{produk}} - \left(\sum n_i \cdot \Delta H_{f^\circ} \right)_{\text{reaktan}}$$

$$\Delta H_R^\circ = (-798,03 - 285,83 + 528,5 + 813,989) \text{ J/mol} \times (0,2745 - 0,1147) \text{ kmol/jam}$$

$$\times 1000 \text{ mol/kmol}$$

$$= 4,135 \times 10^4 \text{ J/jam}$$

Panas umpan masuk Reaktor-04

Komponen	n, mol/Jam	Cp, J/mol.K	n*Cp	ΔH_2
C ₁₂ H ₂₅ OH	274,5205	501,1710	1,38E+05	-2,06E+06
H ₂ SO ₄	3.140,9319	142,1260	4,46E+05	-6,696E+06
H ₂ O	7.628,7234	75,2692	5,74E+05	-8,61E+06
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	5.458,3023	371,4559	2,03E+06	-3,04E+07
Total	16.502,4780	1.090,0221	3,19E+06	-4,78E+07

Panas keluar Reaktor-04

Komponen	n, mol/Jam	Cp, J/mol.K	n*Cp	ΔH_2
C ₁₂ H ₂₅ OH	114,6565	501,1710	5,75E+04	8,62E+05
H ₂ SO ₄	2.981,0678	142,1260	4,24E+05	6,36E+06
H ₂ O	7.788,5874	75,2692	5,86E+05	8,79E+06
C ₁₂ H ₂₅ OSO ₃ H	5.618,1663	371,4559	2,09E+06	3,13E+07
Total	16.502,4780	1.090,0221	3,15E+06	4,73E+07

Neraca Panas Reaktor-04

Masuk	J/jam	Keluar	J/jam
ΔH_1	47.785.741,6	ΔH_2	47.314.369,84
Qs	-430.026,2856	Qp	41.345,47578
Total	47.355.715,312	Total	47.355.715,312

$$\Delta H_r = \Delta H_R + \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$= 4,135 \times 10^4 \text{ J/jam} + -4,78 \times 10^7 \text{ J/jam} + 4,73 \times 10^7 \text{ J/jam}$$

$$= -4,30 \times 10^5 \text{ J/ jam}$$

$$= -4,08 \times 10^2 \text{ BTU/jam}$$

➤ Kebutuhan air Pendingin

$$T \text{ pendingin masuk} = 30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$$

$$T \text{ pendingin keluar} = 39^\circ\text{C} = 102,2^\circ\text{F}$$

$$C_p \text{ air} = 0,9988 \text{ BTU/lb }^\circ\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= \frac{Q}{C_p \Delta T} = \frac{-4,07 \times 10^2 \text{ BTU/jam}}{0,9988 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \cdot \text{F} \times (102,2^\circ\text{F} - 86^\circ\text{F})} \\ &= 25,1893 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

E. PERANCANGAN KOIL PENDINGIN

Untuk Reaktor-01

$$T \text{ pendingin masuk} = 30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$$

$$T \text{ pendingin keluar} = 39^\circ\text{C} = 102,2^\circ\text{F}$$

Harga kecepatan untuk cairan dalam pipa = 1,5-2,5 m/s (Coulson, p.534)

kecepatan alir = 5 fps

$$T_{c, \text{avg}} = \text{suhu air rata-rata} = 1/2 (T_{c1} + T_{c2}) = 34,5^\circ\text{C}$$

$$\text{Luas pipa koil (A)} = \frac{wt}{\rho \times v} = \frac{617,9913909 \text{ lb/jam}}{61,910123 \times 5 \text{ fps}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3.600 \text{ s}} = 0,0006 \text{ ft}^2$$

diameter pipa :

$$\text{ID pipa} = \left(\frac{4 \cdot A}{\pi} \right)^{0,5} = \left(\frac{4 \times 0,00055 \text{ ft}^2}{3,14} \right)^{0,5} = 0,0266 \text{ ft} = 0,3189 \text{ in}$$

Digunakan pipa standar dengan spesifikasi :

1/2 in IPS, sch. no. 40

$$\text{OD} = 0,84 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 0,622 \text{ in}$$

$$a_t = 0,304 \text{ in}^2$$

$$a_0 = 0,22 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

Perhitungan dimensi koil (koil 1)

$$\Delta t = LMTD = \frac{(T_2 - t_1)^{\circ} F - (T_1 - t_2)^{\circ} F}{\ln \frac{(T_2 - t_1)^{\circ} F}{(T_1 - t_2)^{\circ} F}}$$

$$\Delta T_{LTMD} = \frac{(104-86)^{\circ}\text{F} - (104-102,2)^{\circ}\text{F}}{\ln \frac{(104-86)^{\circ}\text{F}}{(104-102,2)^{\circ}\text{F}}} = 7,0356 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

dicoba $U_D = 90 \times 10^2 \text{ BTU/j ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{F}$

$$\begin{aligned} \text{Luas bidang transfer panas (A)} &= \frac{Q}{\Delta T_{LTMD} \times U_D} = \frac{9999,63 \text{ BTU/jam}}{7,0356 \text{ }^{\circ}\text{F} \times 90 \text{ BTU/j ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{F}} = \\ &= 15,8 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Panjang koil yang dibutuhkan :

$$L1 = A1/a'' = 718 \text{ ft}$$

$$AB = ID = 1,3630 \text{ m} = 4,47 \text{ ft}$$

$$BC = x = 90\% \cdot OD = 0,063 \text{ ft}$$

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = 4,472 \text{ ft}$$

Panjang 1 putaran *Heliks* (Lhe) :

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

$$= 1/2 \cdot \pi \cdot r_{he} + 1/2 \pi \cdot DH$$

$$= 1/2 \pi \cdot (DH^2 + Jsp^2) + 1/2 \pi \cdot DH$$

$$= 38,4234 \text{ ft} = 11,7115 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah lengkung koil, } n1 = L1/L1' = 3$$

$$\text{Panjang koil terkoreksi, } L = n \cdot L' = 115,2702 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = n \cdot X = 0,189 \text{ ft} = 0,0576 \text{ m}$$

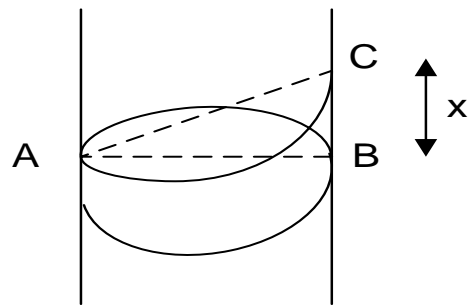
$$\text{Volume koil } 1 = \pi/4 (OD)^2 \cdot L = 0,4434 \text{ ft}^3 = 0,0125 \text{ m}^3$$

Tinggi cairan setelah ditambah koil

$$h_L = \frac{V(\text{cair}) + V(\text{koil})}{\left(\frac{\pi}{4} D_R^2\right)}$$

$$\text{Diket : } V \text{ cairan di shell} = 3,0510 \text{ m}^3$$

$$\text{ID reaktor} = 1,5145 \text{ m}$$



$$h_L = 1,7015 \text{ m}$$

Menghitung *pressure drop* koil 1

$$\Delta P_t = \frac{f \cdot G_t^2 \cdot L}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot D \cdot S \cdot \phi_t}$$

dengan :

$$\Delta P_t = \text{pressure drop, psi}$$

$$f = \text{faktor friksi, ft}^2/\text{in}^2 = 0,00025 \text{ ft}^2/\text{in}^2, \text{ dari fig.26 (Kern,1983) p.836}$$

$$G_t = \text{mass velocity in tube, lb/j/ft}^2 = 292732,76 \text{ lb/j/ft}^2$$

$$D = \text{diameter dalam tube, in} = 0,622 \text{ in}$$

$$S = \text{specific gravity} = 1,0481$$

$$\Phi_t = \mu/\mu_w = 1$$

$$L = \text{panjang tube, ft} = 718 \text{ ft}$$

maka,

$$\Delta P_t = 0,0452 \text{ psi}$$

$$\text{Syarat : DP} < 10 \text{ psi}$$

Kesimpulan Reaktor

Fungsi : Mereaksikan Lauril Alkohol dan asam sulfat menjadi lauryl sulfat dan air

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)

Kondisi operasi :

T = 40 °C

P = 1 atm

k = 5,29 x 10⁻¹ m³/kmol.jam

x = 98 %

Reaksi : C₁₂H₂₅OH + H₂SO₄ → C₁₂H₂₅OSO₃H + H₂O

Maka diperoleh:

Volume reaktor (V_R) : 3,771 m³

Tinggi reaktor (Z_R) : 2,1146 m

Tinggi cairan (Z_L) : 1,9688 m

Tinggi pengaduk dari dasar (Z_i) : 0,6563 m

Diameter reaktor (Dt) : 59,625 in = 1,5145 m

Diameter pengaduk (Di) : 0,5048 m

Lebar pengaduk (L) : 0,1262 m

Lebar *baffle* (w) : 0,0858 m

Jumlah *baffle* (N) : 4

Tebal dinding reaktor standar (t) : 0,1875 in = 0,0048 m

Jumlah pengaduk : 1

Kecepatan pengadukan : 190 rpm

Reaktor-01

- *Power* pengadukan = 15 Hp
- Luas transfer panas (A) = 16 ft²
- Kecepatan volumetrik air(q_v) = 5 fps
- Spesifikasi pipa = 1/2 in IPS, sch. no. 40
- Panjang pipa *coil* (L_{pc}) = 72 ft
- Volume *coil* (V) = 0,0125 m³
- Diameter koil = 0,008 m
- Jumlah lengkung *coil* (N_c) = 3 lengkungan
- Tinggi *coil* (H_c) = 0,0576 m
- Tinggi *liquid* (H_L) = 1,7015 m
- Jenis bahan reaktor = Baja *stainless steel*

Reaktor-02

- *Power* pengadukan = 15 Hp
- Luas transfer panas (A) = 46 ft²
- Kecepatan volumetrik air (q_v) = 6 fps
- Spesifikasi pipa = 1/4 in IPS, sch. no. 40
- Panjang pipa *coil* (L_{pc}) = 32 ft
- Volume *coil* (V) = 0,0042 m³
- Diemeter koil = 0,004 m
- Jumlah lengkung *coil* (N_c) = 1 lengkungan
- Tinggi *coil* (H_c) = 0,01234 m
- Tinggi *liquid* (H_L) = 1,6968 m

- Jenis bahan reaktor = Baja *stainless steel*

Reaktor-03

- *Power* pengadukan = 15 Hp
- Luas transfer panas (A) = 63 ft²
- Kecepatan volumetrik air(q_v) = 6 fps
- Spesifikasi pipa = 3/4 in IPS, sch. no. 40
- Panjang pipa *coil* (L_{pc}) = 233 ft
- Volume *coil* (V) = 0,03 m³
- Diameter koil = 0,0014 m
- Jumlah lengkung *coil* (N_c) = 7 lengkungan
- Tinggi *coil* (H_c) = 0,1680 m
- Tinggi *liquid* (H_L) = 1,7108 m
- Jenis bahan reaktor = Baja *stainless steel*

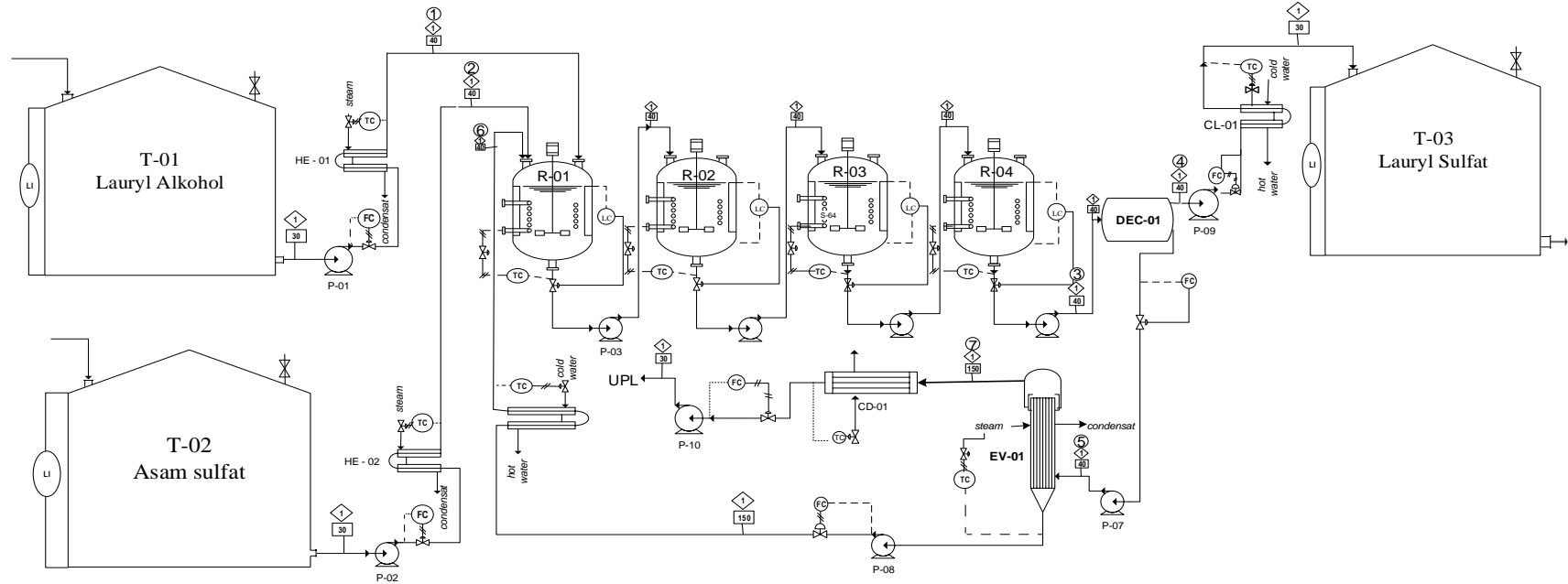
Reaktor-04

- *Power* pengadukan = 15 Hp
- Luas transfer panas (A) = 64 ft²
- Kecepatan volumetrik air (q_v) = 6 fps
- Spesifikasi pipa = 1/8 in IPS, sch. no. 40
- Panjang pipa *coil* (L_{pc}) = 61 ft
- Volume *coil* (V) = 0,0042 m³
- Diameter koil = 0,002 m
- Jumlah lengkung *coil* (N_c) = 1 lengkungan
- Tinggi *coil* (H_c) = 0,0093 m

- Tinggi *liquid* (H_L) = 1,6968 m
- Jenis bahan reaktor = Baja *stainless steel*

Lampiran 2 Process Engineering Flow Diagram

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA-RANCANGAN PABRIK LAURYL SULFAT DARI LAURYL ALKOHOL DAN ASAM SULFAT KAPASITAS : 12.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (kg/jam)						
	1	2	3	4	5	6	7
$C_{12}H_{25}OH$	1065,7443	0	21,4333	20,8725	0,5607	0,5607	0
H_2SO_4	0	556,3679	292,2011	0	292,2011	286,3571	5,8440
H_2O	21,7499	11,3544	140,1842	0	140,1842	5,9633	134,2209
$C_{12}H_{25}OSO_3H$	0	0	1494,2790	1494,2790	0	0	0
Total	1087,4942	567,7223	1948,0976	1515,1515	432,946	292,8811	140,0649

ALAT	KETERANGAN
CD	Condensator
CL	Cooler
HE	Heater
R	Reaktor
DEC	Dekanter
EV	Evaporator
T	Tangki
P	Pompa

SIMBOL	KETERANGAN
(Circle with horizontal line)	Level Controller
(Circle with vertical line)	Level Indikator
(Circle with diagonal line)	Temperature Controller
(Circle with 'F')	Flow Controller
(Circle with 'N')	Nomor Anus
(Circle with 'S')	Suhu, C
(Circle with 'T')	Tekanan, atm
(Circle with 'V')	Control Valve
(Circle with 'E')	Electric Connection
(Dashed line)	Piping
(Line with arrow)	Udara Tekan
(Line with cross)	Vert

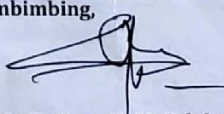
	JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
	PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PABRIK LAURYL SULFAT DARI LAURYL ALKOHOL DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN
Dikerjakan oleh: 1. NI FERUSANTO (13-521-864) 2. FEBGARADITYATAMAP (14-521-281)	
Dosen pembimbing: 1. Dr. Ir. FARHAM H. M. SALEH, MS.IE. (NIP 865210103)	

Lampiran 3 Kartu Konsultasi

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : Muhammad Feri Susanto
 No. MHS : 14521281
 Nama Mahasiswa : Tegar Adityatama Putra
 No. MHS : 14521281
 Judul Prarancangan)* : PRARANCANGAN PABRIK LAURYL SULFAT DARI LAURYL ALKOHOL DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 12.000 TON / TAHUN
 Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2018
 Batas Akhir Bimbingan : 10 September 2018

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	1 maret 2018	Pengajuan judul dan ACC judul TA	<i>[Signature]</i>
2	15 maret 2018	Mengolah data kapasitas	<i>[Signature]</i>
3	23 maret 2018	Flow diagram	<i>[Signature]</i>
4	2 april 2018	Neraca massa, neraca panas	<i>[Signature]</i>
5	27 april 2018	ACC neraca massa, neraca panas	<i>[Signature]</i>
6	15 mei 2018	Konsultasi Reaktor, Dekanter, Evaporator	<i>[Signature]</i>
7	8 juni 2018	ACC alat besar	<i>[Signature]</i>
8	24 juli 2018	Konsultasi alat kecil	<i>[Signature]</i>
9	25 / 9 / 18	ACC alat kecil	<i>[Signature]</i>
10	16 / 10 / 18	Utilitas, evaluasi ekonomi, PEFD	<i>[Signature]</i>
11	24 / 10 / 18	Konsultasi naskah	<i>[Signature]</i>
12	26 / 10 / 18	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

Disetujui Draft Penulisan:
 Yogyakarta, 26 Oktober 2018
 Pembimbing,

 Dr. Ir. Farham H. M. Saleh, M.S.I.E.

)* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

Scanned by CamScanner