

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
SODIUM DODEKILBENZENE SULFONAT DARI
DODEKILBENZENE DAN OLEUM 20%
DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh:

**Nama : Kris Alan Farisi
NIM : 17521066**

**TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
YOGYAKARTA
2024**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
SODIUM DODEKILBENZENE SULFONAT
DARI DODEKILBENZENE DAN OLEUM 20%
DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kris Alan Farisi

NIM : 17521066



Yogyakarta, 20 Juli 2024

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri.

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

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

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
SODIUM DODEKILBENZENE SULFONAT
DARI DODEKILBENZENE DAN OLEUM 20%
DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN**

10

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Nama : Kris Alan Farisi

NIM : 17521066

Yogyakarta, 20 Juli 2024

Pembimbing I,



Venalitya Alethea Sari Augustia, S. T., M. Eng

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
SODIUM DODEKILBENZENE SULFONAT
DARI DODEKILBENZENE DAN OLEUM 20%
DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN**



Oleh:

Nama : kris alan Farisi

NIM : 17521066

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 20 Juli 2024

Tim Penguji,

Ketua
Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T.,M.Eng

()

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

( ^{26/8/24})

Anggota II
Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T, M.Eng

()

Mengetahui

Ketua program studi teknik kimia

Fakultas teknologi industri

Universitas islam Indonesia





Sholeh Ma'mun, S.T.,M.T.,Ph.D

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr, Wb.

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **"PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA SODIUM DODEKILBENZENE SULFONAT DARI DODEKILBENZENE DAN OLEUM 20% DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN"**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama di bangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberika doa, semangat, motivasi dan kasih sayang yang tak terbatas.
3. Bapak Prof. Dr. Id. Hari Purnomo, M.T.,IPU.,ASEAN,Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T.,M.T.,Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Venitalitya Alethea Sari Augustin, S. T., M. Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

7. Teman-teman Teknik Kimia 2017 yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
8. Diri sendiri yang sudah berjuang menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa di dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 19 Juli 2024

Penyusun

Kris Alan Farisi

DAFTAR ISI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA SODIUM DODEKILBENZENE SULFONAT DARI DODEKILBENZENE DAN OLEUM 20% DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
1.2.1 Data Impor dan EksporD Sodium Dodekilbenzen Sulfonat	2
1.2.2 Kapasitas Pabrik yang Telah Ada.....	4
1.2.3 Penetapan Kapasitas	5
1.3 Tinjauan Pustaka	6
1.3.1 Sodium Dodekilbenzen Sulfonat.....	6
1.3.2 Macam – Macam Proses Pembuatan Sodium Dodekilbenzen Sulfonat	7
BAB II PERANCANGAN PRODUK	11
2.1 Spesifikasi Produk.....	11
2.1.2 Sodium Dodekilbenzen Sulfonat.....	11
2.2.2 Asam Sulfat.....	11
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	12
2.2.2 Dodekilbenzen.....	12
2.2.3 Oleum 20%.....	12
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu	13
2.3.2 NaOH 48%.....	13

2.4	Pengendalian Kualitas.....	13
2.4.2	Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	13
2.4.3	Pengendalian Kualitas Produksi.....	13
2.4.4	Pengendalian Kualitas Produk.....	14
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		15
3.1	Uraian Proses.....	15
3.1.1	Penyiapan Bahan Baku.....	15
3.1.2	Proses Pembentukan Produk.....	15
3.1.3	Proses Pemisahan.....	16
3.1.4	Proses Pemurnian dan Pemekatan Produk.....	16
3.2	Spesifikasi Alat/Mesin Produk.....	17
3.2.1	Tangki Penyimpanan Bahan Baku.....	17
3.2.2	Tangki Penyimpanan Produk.....	19
3.2.3	<i>Heat Exchanger</i>	20
3.2.4	<i>Cooler</i>	21
3.2.5	Reaktor - 01.....	23
3.2.6	Reaktor – 02.....	24
3.2.7	<i>Mixer</i>	25
3.2.8	<i>Decanter</i>	26
3.2.9	Netralizer.....	26
3.2.10	<i>Spray Dryer</i>	27
3.2.11	Pompa.....	28
3.3	Perencanaan Produksi.....	32
3.3.1	Analisis Kebutuhan Bahan Baku.....	32
3.3.2	Analisis Kebutuhan Alat Proses.....	32
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....		33
4.1	Lokasi Pabrik.....	33
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	35
4.3	Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Machines Layout</i>).....	39
4.4	Alir Proses dan Material.....	41
4.4.1	Neraca Massa Total.....	41
4.4.2	Neraca Massa Alat.....	42

4.4.3	Neraca Energi.....	44
4.5	Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	50
4.6	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	51
4.6.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	51
4.6.2	Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Generation System</i>).....	57
4.6.3	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	58
4.6.4	Unit Penyedia Udara Instrumen (<i>Instrument Air System</i>).....	61
4.6.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	61
4.7	Organisasi Perusahaan.....	61
4.7.1	Bentuk Perusahaan.....	61
4.7.2	Struktur Organisasi.....	62
4.7.3	Tugas dan Wewenang.....	64
4.7.4	Status Karyawan.....	68
4.7.5	Ketenagakerjaan.....	69
4.7.6	Fasilitas Karyawan.....	73
4.7.6	Penggolongan Jabatan dan Keahlian.....	75
4.8	Evaluasi Ekonomi.....	76
4.8.1	Harga Alat.....	76
4.8.2	Dasar Perhitungan.....	81
4.8.3	Perhitungan Modal (<i>Capital Investment</i>).....	81
4.8.4	Analisis Keuntungan.....	85
4.8.5	Analisis Kelayakan.....	85
BAB V PENUTUP.....		91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....		93
LAMPIRAN.....		95

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Sodium Dodekilbenzene Sulfonat.....	2
Tabel 1. 2 Data Ekspor Sodium Dodekilbenzene Sulfonat	3
Tabel 1. 3 Pabrik Penghasil Sodium Dodekilbenzene Sulfonat.....	4
Tabel 1. 4 Data Konsumsi Sodium Dodekilbenzene Sulfonat.....	5
Tabel 1. 5 Data Pertumbuhan Persen	5
Tabel 1. 6 Data Produksi Pada Tahun 2030.....	5
Tabel 1. 7 Perbandingan Macam-Macam Proses.....	10
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	36
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total.....	41
Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	42
Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R-02).....	42
Tabel 4. 5 Neraca Massa Mixer (M-01).....	42
Tabel 4. 6 Neraca Massa Decanter (D-01).....	43
Tabel 4. 7 Neraca Massa Netralizer (N-01).....	43
Tabel 4. 8 Neraca Massa Spray Dryer (SD-01).....	44
Tabel 4. 9 Neraca Energi Heater (HE-01).....	44
Tabel 4. 10 Neraca Energi Heater (HE-02).....	45
Tabel 4. 11 Neraca Energi Reaktor (R-01).....	45
Tabel 4. 12 Neraca Energi Reaktor (R-02).....	45
Tabel 4. 13 Neraca Energi Mixer (M-01).....	45
Tabel 4. 14 Neraca Energi Decanter (D-01).....	46
Tabel 4. 15 Neraca Energi Netralizer (N-01)	46
Tabel 4. 16 Neraca Energi Spray Dryer (SD-01).....	47
Tabel 4. 17 Neraca Energi Cooler (CL-01)	47
Tabel 4. 18 Neraca Energi Cooler (CL-02)	47
Tabel 4. 19 Neraca Energi Cooler (CL-03)	48
Tabel 4. 20 Kebutuhan air proses.....	56

Tabel 4. 21 Kebutuhan air pendingin	56
Tabel 4. 22 Kebutuhan steam.....	57
Tabel 4. 23 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	57
Tabel 4. 24 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas	59
Tabel 4. 25 Total Kebutuhan Listrik	61
Tabel 4. 27 Jadwal Kerja Karyawan Shift.....	73
Tabel 4. 28 Jabatan dan Keahlian	75
Tabel 4. 29 Index Harga	77
Tabel 4. 30 Harga Alat Proses	80
Tabel 4. 31 Harga Alat Utilitas.....	80
Tabel 4. 32 Physical Plan Cost (PPC).....	81
Tabel 4. 33 Direct Plan Cost (DPC).....	82
Tabel 4. 34 Fixed Capital Investment (FCI).....	82
Tabel 4. 35 Total Working Capital Investment (WCI).....	82
Tabel 4. 36 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	83
Tabel 4. 37 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	83
Tabel 4. 38 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	84
Tabel 4. 39 Total Manufacturing Cost (TMC).....	84
Tabel 4. 40 General Expense	84
Tabel 4. 41 Total Production Cost (TPC).....	85
Tabel 4. 42 Annual Fixed Cost (Fa).....	86
Tabel 4. 43 Annual Variable Cost (Va).....	87
Tabel 4. 44 Annual Regulated Cost (Ra).....	87
Tabel 4. 45 Annual Sales Cost (Sa).....	87
Tabel 4. 46 Grafik Analisis Kelayakan	90
Tabel 5. 1 Hasil Analisa Ekonomi	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Impor Sodium Dodekilbenzene Sulfonat	2
Gambar 1. 2 Data Ekspor Sodium Dodekilbenzene Sulfonat.....	3
Gambar 1. 3 Rumus Bangun Sodium Dodekilbenzene Sulfonat	6
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat	33
Gambar 4. 2 <i>Plant Lay Out</i> Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat.....	37
Gambar 4. 3 Lay out alat proses	40
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif	49
Gambar 4. 5 Diagram Pengolahan Air Utilitas.....	53
Gambar 4. 6 Struktur Organisasi.....	63
Gambar 4. 7 Tahun vs Index Harga	78

ABSTRAK

Pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonate merupakan pabrik yang dirancang dengan kapasitas 23.000 ton/tahun. Pabrik ini direncanakan akan berdiri di kawasan industri di Cilegon, Banten. Pabrik ini dirancang dengan menggunakan bahan baku dodekilbenzen yang dibeli dari PT. Unggul Indah Jaya Corporation, dan Oleum 20% dibeli dari PT. Indonesian acids industry, serta NaOH yang dibeli dari PT. Asahimas Chemical yang terletak tidak jauh dari lokasi pabrik yang akan didirikan. Dodekilbenzen akan direaksikan dengan oleum 20% ke dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan koil pendingin dengan suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Produk yang keluar dari reaktor berupa asam dodekilbenzen yang kemudian akan dimasukkan ke dalam mixer untuk mengurangi kadar asam sulfat. Keluar dari mixer dimasukkan ke dalam decanter, di dalam decanter kemudian dipisahkan berdasarkan fase berat dan fase ringan. Fase ringan tersebut dimasukkan ke dalam netralizer untuk dinetralkan dengan sodium hidroksida untuk menghasilkan sodium dodekilbenzen sulfonate dan dihilangkan kadar airnya menggunakan spray dryer. Utilitas terdiri dari beberapa unit pendukung meliputi unit penyediaan dan pengolahan air, unit pembangkit steam, unit pembangkit listrik, dan penyediaan bahan bakar. Kebutuhan air tersebut sebesar 25012,7495 kg/jam sedangkan untuk total kebutuhan listrik sebesar 186,6191 kwh. Hasil analisis ekonomi terhadap prarancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonate diperoleh ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak sebesar 38% dan setelah pajak sebesar 19%. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak selama 1,9 tahun sedangkan sesudah pajak sebesar 3,1 tahun. Dan Untuk BEP (*Break Even Point*) sebesar 46,65%. Berdasarkan analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik sodium dodekilbenzen sulfonate dengan kapasitas 23.000 ton/tahun layak untuk direalisasikan pembangunannya.

Kata kunci: Sodium Dodekilbenzene Sulfonat, Oleum 20%

ABSTRACT

The Sodium Dodecylbenzene Sulfonate plant is a plant designed with a capacity of 23,000 tons/year. The plant is planned to stand in an industrial area in Cilegon, Banten. This plant was designed using dodecylbenzen raw materials purchased from PT. Unggul Indah Jaya Corporation, and Oleum 20% were purchased from PT. Indonesian acids industry, and NaOH purchased from PT. Asahimas Chemical. Dodecylbenzen will be reacted with 20% oleum into a continuous stirred tank reactor (CSTR) equipped with a cooling coil with a temperature of 50° C and a pressure of 1 atm. The product that comes out of the reactor is dodecylbenzene acid which will then be put into a mixer to reduce sulfuric acid levels. Out of the mixer is inserted into the decanter, inside the decanter then separated by heavy phase and light phase. The light phase is entered into the neutralizer to be neutralized with sodium hydroxide to produce sodium dodecylbenzen sulfonate and water content is removed using a spray dryer. Utilities consist of several supporting units including water supply and treatment units, steam generating units, power generation units, and fuel supply. The water demand is 25012.7495 kg/hour while the total electricity demand is 186.6191 kwh. The results of an economic analysis of the sodium dodecylbenzen sulfonate plant design obtained ROI (Return On Investment) before tax of 38% and after tax of 19%. POT (Pay Out Time) before taxes for 1.9 years while after taxes for 3.1 years. And for BEP (Break Even Point) of 46.65%. Based on economic analysis it can be concluded that the establishment of a sodium dodecylbenzen sulfonate plant with a capacity of 23,000 tons / year is feasible to be realized.

Keywords: Sodium Dodecylbenzene Sulfonate, Oleum 20%

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dan merupakan negara yang sangat kaya akan sumber daya alam dan manusia. Pada masa ini, Indonesia tengah melakukan pembangunan di berbagai bidang termasuk bidang industri. Salah satu industri yang mempunyai peranan penting adalah industri kimia.

Industri kimia di Indonesia memegang peranan penting dalam laju pembangunan. Dengan adanya industri kimia tersebut, diharapkan dapat membantu pertumbuhan ekonomi negara ke arah yang baik, mengurangi ketergantungan impor dari negara asing dan dapat menyerap banyak tenaga kerja untuk mengurangi angka pengangguran yang ada di Indonesia. Salah satu contoh produk industri kimia yang sangat populer di Indonesia maupun dunia adalah detergen.

Sodium dodekilbenzen sulfonat merupakan bahan baku dalam pembuatan detergen (surfaktan) dan untuk bahan pembersih lainnya. Surfaktan adalah bahan aktif yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan bahan sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. Pada saat ini, penggunaan detergen semakin meluas sehingga berdampak pada kebutuhan detergen yang semakin meningkat. Dengan meningkatnya penggunaan detergen maka timbul masalah pencemaran lingkungan, salah satunya saluran pembuangan rumah tangga. Hal ini memicu pihak industri untuk memproduksi detergen yang rendah tingkat pencemarannya.

Penggunaan sodium dodekilbenzen sulfonat memenuhi syarat keamanan lingkungan dari bahaya pencemaran lingkungan karena sodium dodekilbenzen sulfonat merupakan Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) yang memiliki gugus alkil lurus (tidak bercabang) sehingga dapat diurai secara biologis oleh mikroorganisme. (*Joseph A. Kocal*) Pendirian pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat diharapkan dapat mendorong berdirinya pabrik-pabrik baru yang dapat

mengolah sodium dodekilbenzen sulfonat ini lebih lanjut menjadi deterjen ramah lingkungan yang siap dipasarkan.

1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Pra rancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini direncanakan dengan berbagai pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri dan mengurangi ketergantungan import.

1.2.1 Data Impor dan Ekspor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

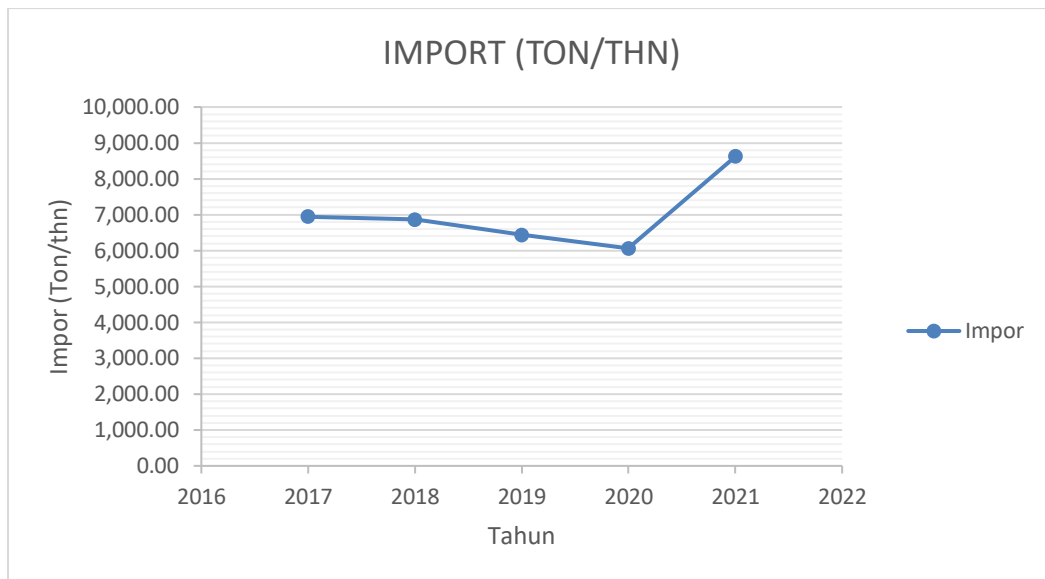
Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri, maka produksi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat di Indonesia juga harus ditingkatkan. Berikut ini tabel yang menunjukkan impor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat pada tahun 2017 sampai 2021.

Tabel 1. 1 Data Impor Sodium Dodekilbenzene Sulfonat

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2017	6.948.46
2018	6,860.51
2019	6,432.74
2020	6,063.08
2021	8,618.30

Dari data impor diatas, didapatkan grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data impor dari sumbu y, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1

Gambar 1. 1 Data Impor Sodium Dodekilbenzene Sulfonat



Data ekspor juga diperlukan untuk penentuan kapasitas pabrik. Berikut ini tabel yang menunjukkan ekspor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat pada tahun 2017 sampai 2021.

Tabel 1. 2 Data Ekspor Sodium Dodekilbenzene Sulfonat

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)
2017	16,961.17
2018	15,887.42
2019	18,259.46
2020	21,446.85
2021	27,897.90

Dari data ekspor diatas, didapatkan grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data ekspor dari sumbu y, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.2

Gambar 1. 2 Data Ekspor Sodium Dodekilbenzene Sulfonat



1.2.2 Kapasitas Pabrik yang Telah Ada

Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan salah satunya mengetahui data produksi dari kapasitas pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat yang sudah beroperasi. Berikut data pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat yang sudah beroperasi:

Tabel 1. 3 Pabrik Penghasil Sodium Dodekilbenzene Sulfonat

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT FINDECO JAYA	30.000
PT AKTIF INDONESIA INDAH	30.000
PT TIMUR RAYA INDAH	21.600
PT UNILEVER INDONESIA	13.000

Sumber: (www.depperin.go.id)

Berasarkan data tersebut, maka diketahui data kapasitas produksi yang bias dihasilkan adalah rata-rata dari kapasitas produksi pabrik yang telah berdiri yaitu sebesar 23.650 ton/tahun.

1.2.3 Penetapan Kapasitas

Tabel 1. 4 Data Konsumsi Sodium Dodekilbenzene Sulfonat

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)
2017	13,635.31
2018	14,623.09
2019	11,832.28
2020	8,266.23
2021	4,370.40

Dengan menggunakan metode persen pertumbuhan rata-rata pertahun, maka dibuat data persen untuk impor, ekspor, dan konsumsi

Tabel 1. 5 Data Pertumbuhan Persen

Tahun	%P impor		%P ekspor		% konsumsi	
2017	-	-	-	-	-	-
2018	-0.01238	-1.24%	-0.06331	-6.33%	0.072443	7.24%
2019	-0.06235	-6.24%	0.148737	14.87%	-0.19085	-19.08%
2020	-0.05747	-5.75%	0.17514	17.51%	-0.30138	-30.14%
2021	0.421439	42.14%	0.300792	30.08%	-0.47129	-47.13%
Jumlah		28.92%		56.14%		-89.11%
Rata-rata		7.23%		14.03%		-22.28%

Dengan analisis supply and demand, maka bisa memprediksi berapa kapasitas yang akan didirikan. Pabrik direncanakan akan didirikan pada tahun 2030, sehingga prediksi kasarnya sebagai berikut :

Tabel 1. 6 Data Prediksi Pada Tahun 2030

Data	M ₂₀₃₀ (Ton/Tahun)
Impor	16,155.10
Ekspor	90,966.82
Konsumsi	452.33

Dengan perhitungan supply and demand, yaitu

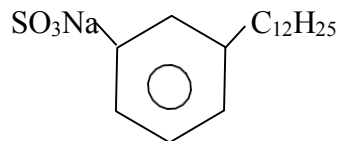
$$m_{2030} = (mk_{2030} + me_{2030}) - (mp_{2030} + mi_{2030})$$

Maka didapat peluang kapasitas produksi pada tahun 2030 adalah sebesar 51.600 ton/tahun. Dengan pertimbangan rata-rata produksi pabrik yang telah ada, maka dipilih kapasitas sebesar 23.000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

Sodium dodekilbenzen sulfonat adalah bahan detergen yang mudah larut dalam air, dengan lebih dari 80.000 isomer dari C₁₀-C₁₅ pada rantai alkil, tetapi pada umumnya yang sering digunakan adalah *dodecane*. (Peters and Timmerhaus, 1991)



Gambar 1. 3 Rumus Bangun Sodium Dodekilbenzene Sulfonat

Sodium dodekilbenzen sulfonat atau nama lainya *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) memiliki rumus bangun seperti pada Gambar 1.2 rumus molekulnya adalah C₆H₄(C₁₂H₂₅)SO₃Na.

Sodium Dodekilbenzen Sulfonat merupakan zat aktif surfaktan yang mempunyai ujung berbeda yaitu *hydrophile* (suka air) dan *hydrophobe* (suka lemak). Bahan aktifnya berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan bahan sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan sodium dodekilbenzen sulfonat digunakan sebagai bahan baku pembuatan detergen. Sodium dodekilbenzen sulfonat sendiri juga dapat digunakan pada berbagai bidang, yaitu pencucian alat-alat industri, pencucian bahan tekstil, sebagai bahan

pengemulsi, dan digunakan sebagai finishing dalam industri pulp. (*Kirk Othmer*, 1983)

1.3.2 Macam – Macam Proses Pembuatan Sodium Dodekilbenzen

Sulfonat

Pemilihan proses ini bertujuan untuk menentukan proses yang akan digunakan dalam pabrik yang dapat dilihat dari keuntungan baik dari segi proses maupun ekonomi. Pada pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap sulfonasi dan tahap netralisasi. Tahap sulfonasi ini dapat digunakan dengan beberapa macam proses, sehingga dibutuhkan seleksi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dalam pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat ini ada 3 macam proses antara lain:

1. Reaksi langsung dengan H₂SO₄

Proses sulfonasi dengan H₂SO₄ merupakan cara yang pertama kali dilakukan. Pada proses yang menggunakan asam sulfat ini akan menghasilkan asam dodekilbenzena sulfonat dan air.

Reaksi yang terjadi:

- Sulfonasi



- Netralisasi



Pada pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat dengan H₂SO₄ sangat mudah dalam penanganannya. Namun reaksi pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat dengan H₂SO₄ tidak banyak digunakan karena sangat banyak menghasilkan air. Adanya air akan mengganggu reaksi, karena keberadaan air tersebut menunjukkan terjadinya kesetimbangan reaksi sehingga konversi yang dihasilkan rendah. (*Kirk Othmer*, 1983)

Proses sulfonasi dengan menggunakan H₂SO₄ 100% ini dapat

berjalan secara *batch* maupun kontinyu. Proses berlangsung pada suhu antara 0 – 50 °C dengan tekanan 1 atm. Tergantung pada kualitas warna produk yang diinginkan, serta pada proses ini tidak menggunakan katalis sehingga Dodekilbenzen yang digunakan langsung direaksikan dengan H₂SO₄. Waktu reaksi yang diperlukan adalah 30 jam dengan yield yang dihasilkan 80%. (*Kirk Othmer*, 1983)

2. Reaksi dengan SO₃

Pada pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat dengan gas SO₃ terdiri dari empat tahapan yaitu: proses pemanasan sulfur, oksidasi gas SO₂ menjadi SO₃, proses sulfonasi dan proses netralisasi. Pengeringan udara dalam proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat di udara dan apabila diudara masih terdapat kandungan air dalam jumlah yang cukup banyak maka akan mengakibatkan terbentuknya oleum pada reaksi antara H₂O dengan SO₃, serta menyebabkan kualitas warna sodium dodekilbenzen sulfonat menjadi rendah.

Reaksi yang terjadi:

- Sulfonasi



- Netralisasi



Reaksi sulfonasi sendiri terjadi dalam suatu reaktor gelembung dengan mengalirkan Dodekilbenzen dan gas SO₃ secara berlawanan untuk menghasilkan Sodium Dodekilbenzen Sulfonat. Pada proses sulfonasi dengan gas SO₃ ini tidak membentuk air serta menghasilkan panas yang tinggi, umumnya pada reaksi sulfonasi bersifat eksotermis yaitu sekitar 170 KJ/mol, maka mudah terjadi polisulfonat. Pada proses sulfonasi menggunakan gas SO₃ memerlukan biaya produksi yang lebih mahal dibandingkan reaksi

sulfonasi dengan H₂SO₄ 100 % dan Oleum 20%, dan juga menghasilkan produk yang berwarna lebih gelap, serta terdapat reaksi samping yang tidak diinginkan.

3. Reaksi dengan Oleum

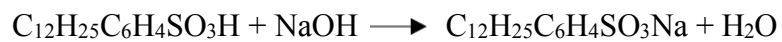
Proses sulfonasi dengan Oleum 20% reaksi terjadi pada reaktor alir tangki berpengaduk dengan suhu reaksi 30 – 60 °C dan tekanan 1 atm. Oleum yang digunakan pada reaksi ini adalah oleum 20% dengan massa perbandingan antara dodekilbenzen dan oleum 20% adalah 1: 1,25. Dodekilbenzen dan oleum 20% dialirkan ke dalam reaktor dengan hasil keluaran berupa asam Dodekilbenzen Sulfonat dan H₂SO₄ dengan sedikit air. (*Peters and Timmerhaus, 1991*)

Reaksi yang terjadi:

- Sulfonasi



- Netralisasi



Pada proses ini memiliki keunggulan yaitu selain penanganannya mudah, biaya produksi juga relatif lebih murah jika dibandingkan dengan proses yang lain, produk yang dihasilkan berwarna terang dan menghasilkan produk samping yang berupa H₂SO₄ yang dapat dijual kembali di pasaran. (*Kirk and Othmer, 1983*).

Kondisi operasi pada reaksi sulfonasi dengan oleum 20% ini berlangsung pada suhu rendah dan tekanan atmosferis sehingga penanganannya mudah serta energi yang dibutuhkan kecil. Namun, pada proses ini memiliki kelemahan yaitu masih kurangnya pabrik di Indonesia yang memproduksi Oleum 20%.

Tabel 1. 7 Perbandingan Macam-Macam Proses

Keterangan	H ₂ SO ₄	Oleum 20%	Gas SO ₃
1. Reaktor	RATB	RATB	Gelembung
2. Temperatur	0-50 °C	38-60 °C	50°C
3. Tekanan	1 atm	1 atm	1,5 atm
4. Hasil Samping	H ₂ O	H ₂ SO ₄	-
5. Konversi	97%	99%	96%

Dari ketiga uraian proses sulfonasi diatas, proses yang dipilih dalam pembuatan sodium dodekilbenzen sulfonat pada pabrik ini adalah proses sulfonasi antara Dodekilbenzen dan Oleum 20%. Alasan pemilihan proses didasarkan pada:

- a. Proses Produksi lebih sederhana, dengan biaya produksi rendah dan menghasilkan produk samping berupa H₂SO₄ yang dapat dipasarkan kembali.
- b. Proses lebih mudah dalam penanganannya dan kondisi operasi yang mudah dicapai, yaitu pada suhu 38-60 °C dan tekanan 1 atm.
- c. Bahan baku cukup tersedia serta didapatkan konversi yang cukup tinggi sekitar 99%.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Agar dapat memenuhi kualitas produk sesuai target pada pembuatan pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat, maka mekanisme dalam perancangannya berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian proses.

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

Rumus Kimia	: $C_{18}H_{37}NaO_2S$
Wujud	: Serbuk
Berat Molekul	: 348 g/gmol
Viskositas (μ)	: 4,24 cp
Kapasitas Panas (Cp)	: 0,18148 kkal/kg.K
Densitas (ρ)	: 1,105 g/cm ³
Titik didih	: 212°C
Kelarutan	: Larut dalam air

2.1.2 Asam Sulfat

Rumus Kimia	: H_2SO_4
Wujud	: Cair
Berat Molekul	: 98 g/gmol
Viskositas (μ)	: 26,7 cp
Kapasitas Panas (Cp)	: 0,17102 kkal/kg.K
Densitas (ρ)	: 1,84g/cm ³
Titik didih	: 337 °C
Kelarutan	: Larut dalam air

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Dodekilbenzen

Rumus kimia	: $C_{18}H_{30}$ or $C_6H_5(CH_2)_{11}CH_3$
Wujud	: Cair
Berat Molekul	: 246 g/gmol
Kapasitas panas (Cp)	: 0,21074 kkal/kg.K
Densitas (ρ)	: 0,86 g/cm ³
Titik didih(Td)	: 328°C
Viskositas (μ)	: 2,47 cp
Titik beku	: 2.93°C
Kelarutan	: Sangat sedikit larut dalam air panas, tidak larut dalam air dan metanol

2.2.2 Oleum 20%

Rumus Kimia	: $H_2SO_4.O_3S$
Wujud	: Cair
Berat Molekul	: 178,129 g/gmol
Kapasitas panas	: 22,847 kkal/kmol.K
Viskositas (μ)	: 10,3 cp
Densitas (ρ)	: 1,915 g/cm ³
Titik beku	: 1°C
Titik didih	: 140 °C
Kelarutan	: Mudah larut
Bersifat korosif	

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

2.3.1 NaOH 48%

Wujud	: Cair
Berat Molekul	: 40 g/gmol
Viscositas (μ)	: 3,87 cp
Kapasitas panas (Cp)	: 0,40327 kkal/kg.K
Densitas (ρ)	: 1,525 g/cm ³
Titik didih (Td)	: 142 °C
Titik beku	: 12 °C
Kelarutan organik	: Larut dalam air dan beberapa pelarut organik

2.4 Pengendalian Kualitas

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku ini digunakan untuk mengetahui kualitas bahan baku ini sudah sejauh mana yang digunakan dan apakah sudah memenuhi standar yang ditentukan untuk proses. Sebelum dilakukannya proses produksi, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku seperti kandungan dan kemurniannya. Namun, apabila bahan baku yang telah dianalisa tidak sesuai, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut dikembalikan kepada supplier.

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produksi

Proses Produksi terhadap pengendalian dan pengawasan ini dilakukan dengan menggunakan alat pengendalian yang berpusat di control room, menjadikan semua proses dapat berjalan dengan baik serta kualitas produk dapat disesuaikan. Adapun alat control yang bias dijalankan yaitu: Kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu.

Alat control yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

1. Flow rate Controller

Flow rate Controller merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

2. Temperature Controller

Temperature Controller mempunyai set point atau batasan nilai suhu yang dapat diatur. Output dapat bekerja, jika nilai suhu aktual yang diukur melebihi set point-nya. Sementara itu, untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung dibutuhkan pengendalian waktu produksi.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan maka perlu dilakukan pengendalian produksi. Setiap tahapan proses mulai dari bahan baku hingga produk dilakukan dengan pengendalian. Pengendalian ini meliputi pengawasan terhadap mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi serta produk penunjang mutu proses. Penggunaan alat kontrol maupun dengan analisis bahan di laboratorium semua pengawasan mutu dapat dilakukan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka dilakukan uji kemurnia produk, uji densitas, volatilitas, viskositas dan komposisi komponen produk.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk dapat memperoleh kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat dengan kapasitas 23.000 ton/tahun ini perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku untuk pembuatan Sodium Dodekilbenzene Sulfonat adalah Dodekilbenzene yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) dan Oleum 20% yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02). Kedua bahan baku disimpan pada kondisi operasi dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Dari tangki penyimpanan, bahan baku dipompa menuju heat exchanger (HE-01 dan HE-02) dengan menggunakan pompa (P-01 dan P-02) untuk dinaikkan suhunya hingga 50 °C yang kemudian dialirkan menuju reaktor (R-01) dengan perbandingan Dodekilbenzen dan Oleum 20% sebesar 1 : 1,25.

3.1.2 Proses Pembentukan Produk

Reaktor yang digunakan pada proses pembuatan Sodium Dodekilbenzene Sulfonat adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang bekerja pada kondisi isothermal. Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah reaksi eksotermis dan tidak dapat balik (*irreversible*), sehingga suhu dalam reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Untuk menjaga suhu reaksi, maka reaktor (R-01) dilengkapi dengan koil pendingin. Produk yang keluar dari reaktor terdiri dari campuran asam dodekilbenzen sulfonat,

sisa dodekilbenzen, sisa oleum 20% dan asam sulfat yang berada pada suhu 50 °C dan tekanan 1 atm.

Produk yang keluar dari reaktor kemudian dialirkan menuju mixer (M-01) menggunakan pompa (P-04) untuk ditambahkan dengan air supaya kadar asam sulfat yang terkandung dalam produk turun menjadi 78% sebelum dialirkan ke dekanter untuk memudahkan pemisahan. Dari mixer (M-01), produk dialirkan ke dekanter (D-01) menggunakan pompa (P-05).

3.1.3 Proses Pemisahan

Hasil dari mixer (M-01) yang berupa asam dodekilbenzen sulfonat dan asam sulfat dipisahkan dengan menggunakan dekanter (D-01) yang memanfaatkan beda densitas pada masing-masing produk. Asam sulfat yang terkandung dalam produk dipisahkan untuk dijadikan sebagai produk samping. Produk yang memiliki densitas lebih besar akan menjadi fase berat dan produk yang memiliki densitas lebih kecil akan menjadi fase ringan. Asam sulfat terpisah melalui bagian bawah dekanter (D-01) sebagai fase berat yang kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-06) menuju tangki penyimpanan (T-04) sebagai produk samping. Sedangkan asam dodekilbenzen sulfonat dengan sisa asam sulfat keluar melalui bagian atas dekanter (D-01) sebagai fase ringan yang kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-07) menuju netralizer (N-01) untuk dinetralkan kandungannya.

3.1.4 Proses Pemurnian dan Pemekatan Produk

Asam dodekilbenzen sulfonat dinetralkan menggunakan NaOH 48% dalam netralizer (N-01). Reaksi ini berlangsung pada suhu 30 °C, sehingga sebelum masuk ke dalam netralizer (N-01), produk terlebih dahulu dialirkan menuju *cooler* (CL-02) untuk menurunkan suhunya dari 50 °C menjadi 30 °C. Dari netralizer (N-01) menghasilkan sodium

dodekilbenzen sulfonat dan air yang kemudian dialirkan menuju *spray dryer* (SD-01) yang bertujuan untuk mengeringkan produk.

Pada *spray dryer* (SD-01), produk dipanaskan dengan udara panas bersuhu 100 °C sehingga kandungan air dalam produk dapat teruapkan. Kemudian produk dari *spray dryer* (SD-01) terlebih dahulu dilewatkan kedalam *cooler* (CL-03) untuk menurunkan suhunya dari 100 °C menjadi 30 °C. Setelah itu produk dilewatkan kedalam *belt conveyor* (BC-01) untuk dimasukkan kedalam silo (S-01).

3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

3.2.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku

a. Tangki Penyimpanan Bahan Baku (T-01)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku Dodekilbenzen
Bahan	: <i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>
Kapasitas	: 323441,9899 kg
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30 °C
Lama Penyimpanan	: 7 hari
Spesifikasi Alat	
Diameter Alat	: 12,1920 m
Tinggi Alat	: 5,4864 m
Tebal <i>Shell</i>	: ¼ in
Tebal <i>Head</i>	: 1 in
Tinggi <i>Head</i>	: 2,2188 m
Harga	: \$ 311386

b. Tangki Penyimpanan Bahan Baku (T-02)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku Oleum 20%
Bahan	: <i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>

Kapasitas	: 291378,562 kg
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30 °C
Lama Penyimpanan	: 7 hari
Spesifikasi Alat	
Diameter Alat	: 9,1440 m
Tinggi Alat	: 3,6576 m
Tebal <i>Shell</i>	: ¼ in
Tebal <i>Head</i>	: 7/8 in
Tinggi <i>Head</i>	: 1,6641 m
Harga	: \$ 175698

c. Tangki Penyimpanan Bahan Baku (T-03)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku NaOH 48%
Bahan	: <i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>
Kapasitas	: 115510,7559 kg
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30 °C
Lama Penyimpanan	: 7 hari
Spesifikasi Alat	
Diameter Alat	: 7,6200 m
Tinggi Alat	: 3,6576 m
Tebal <i>Shell</i>	: ¼ in
Tebal <i>Head</i>	: 5/8 in
Tinggi <i>Head</i>	: 1,3867 m
Harga	: \$ 112421

3.2.2 Tangki Penyimpanan Produk

a. Tangki Penyimpanan Produk (T-04)

Fungsi	: Menyimpan produk H_2SO_4
Bahan	: <i>Stainless Steel</i> 316
Kapasitas	: 237281,1895 kg
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30 °C
Lama Penyimpanan	: 7 hari
Spesifikasi Alat	
Diameter Alat	: 9,1440 m
Tinggi Alat	: 3,6576 m
Tebal <i>Shell</i>	: ¼ in
Tebal <i>Head</i>	: 7/8 in
Tinggi <i>Head</i>	: 1,6641 m
Harga	: \$ 164065

b. Silo (S-01)

Fungsi	: Menyimpan produk Sodium Dodekilbenzen Sulfonat
Bahan	: <i>Carbon steel SA 167 Grade</i> 11 tipe 316
Kapasitas	: 318181,8192 kg
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30 °C
Lama Penyimpanan	: 7 hari
Spesifikasi Alat	
Diameter Alat	: 10,6680 m
Tinggi Alat	: 5,4864 m
Tebal <i>Shell</i>	: ¼ in

Tebal *Head* : 1 in
 Tinggi *Head* : 1,9414 m
 Harga : \$ 331935

3.2.3 *Heat Exchanger*

a. *Heater* (HE-01)

Fungsi : Memanaskan bahan baku dodekilbenzene sebelum masuk ke reactor (R-01)

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin : - *t in* : 30 °C

- *t out* : 50 °C

Fluida Panas : - *t in* : 100 °C

- *t out* : 100 °C

Annulus : *Steam*

- OD : 1,66 in

- ID : 2,469 in

- *Pressure Drop* : 0,00000949 psi

Inner Pipe : Fluida Dingin (*Heavy Organic*)

- OD : 1,66 in

- ID : 1,38 in

- *Pressure Drop* : 0,0601 psi

Luas transfer panas : 4,0195 ft²

Jumlah *Hairpin* : 1 buah

Harga : \$ 870

b. *Heater* (HE-02)

Fungsi : Memanaskan bahan baku Oleum 20% sebelum masuk ke reactor (R-01)

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin : - t_{in} : 30 °C

- t_{out} : 50 °C

Fluida Panas : - t_{in} : 100 °C

- t_{out} : 100 °C

Annulus : *Steam*

- OD : 1,66 in

- ID : 2,067 in

- *Pressure Drop* : 0,0001594 psi

Inner Pipe : Fluida Dingin (*Heavy Organic*)

- OD : 1,66 in

- ID : 1,38 in

- *Pressure Drop* : 0,0343 psi

Luas transfer panas : 3,2222 ft²

Jumlah *Hairpin* : 1 buah

Harga : \$ 1305

3.2.4 Cooler

a. Cooler (CL-01)

Fungsi : Menurunkan suhu H₂SO₄ yang keluar dari dekanter

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin : - t_{in} : 25 °C

- t_{out} : 30 °C

Fluida Panas : - t_{in} : 50 °C

- t_{out} : 35 °C

Annulus : H₂SO₄ dan H₂O (*Heavy Organic*)

- OD : 1,66 in

- ID : 2,067 in

- *Pressure Drop* : 0,3880 psi

Inner Pipe : Fluida Dingin (*Water*)
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure Drop* : 0,0300 psi

Luas transfer panas : 18,7065 ft²

Jumlah *Hairpin* : 3 buah

Harga : \$10111

b. *Cooler* (CL-02)

Fungsi : Menurunkan suhu produk yang keluar dari dekanter menuju netralizer

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin : - *t in* : 25 °C

- *t out* : 30 °C

Fluida Panas : - *t in* : 50 °C

- *t out* : 35 °C

Annulus : Produk (*Medium Organic*)

- OD : 3,5 in

- ID : 4,026 in

- *Pressure Drop* : 0,1208 psi

Inner Pipe : Fluida Dingin (*Water*)

- OD : 3,5 in

- ID : 3,068 in

- *Pressure Drop* : 0.0054 psi

Luas transfer panas : 43,7169 ft²

Jumlah *Hairpin* : 5 buah

Harga : \$ 12721

3.2.5 Reaktor - 01

Fungsi : Mereaksikan Dodekilbenzene dan Oleum 20% menjadi Asam Dodekilbenzene Sulfonat

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Bahan : Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Temperatur : 50 °C

Waktu Tinggal : 60 menit

Spesifikasi Alat

Volume alat : 0,4573 m³

Diameter alat : 0,8033 m

Tinggi alat : 1,2049 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Tinggi cairan : 0,8519 m

Bentuk *head* : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : 0,1875 in

Tinggi *head* : 0,1989 m

Koil Pendingin

Jenis pendingin : Air

Jumlah lilitan : 12 lilitan

Diameter koil : - OD : 1,9 in
- ID : 1,61 in

Tinggi tumpukan koil : 0,7384 m

Pengaduk

Jenis : *Marine propeller with 3 blades and pitch 2Di*

Diameter pengaduk : 0,2584 m

Jarak pengaduk dari dasar: 0,3360 m

Power pengaduk : 0,5 Hp

Jumlah pengaduk : 1 buah
 Harga : \$ 56645

3.2.6 Reaktor – 02

Fungsi : Mereaksikan sisa umpan Dodekilbenzene dan Oleum 20% menjadi Asam Dodekilbenzene Sulfonat

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Bahan : Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Temperatur : 50 °C

Waktu Tinggal : 60 menit

Spesifikasi Alat

Volume alat : 0,4573 m³

Diameter alat : 0,8033 m

Tinggi alat : 1,2049 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Tinggi cairan : 0,8519 m

Bentuk *head* : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : 0.1875 in

Tinggi *head* : 0.1989 m

Koil Pendingin

Jenis pendingin : Air

Diameter koil : - OD : 0,840 in
 - ID : 0,622 in

Jumlah lilitan : 7 lilitan

Tinggi tumpukan koil : 0,1878 m

Tebal koil : 0,1570 m

Pengaduk

Jenis : *Marine propeller with 3 blades and pitch 2Di*

Diameter pengaduk : 0,2584 m
 Jarak pengaduk dari dasar: 0,3360 m
 Power pengaduk : 0,25 Hp
 Jumlah pengaduk : 1 buah
 Harga : \$ 56645

3.2.7 Mixer

Fungsi : Untuk mencampurkan produk dengan air
 Jenis : *Vertical, RATB , torispherical dished head*
 Bahan : Stainless Steel AISI (316)
 Jumlah : 1 buah
 Kondisi Operasi
 Tekanan : 1 atm
 Temperatur : 50 °C
 Waktu tinggal : 5 menit
 Spesifikasi Alat
 Volume alat : 0,3168 m³
 Diameter alat : 0,5865 m
 Tinggi alat : 1,1730 m
 Tebal *shell* : 0,1875 in
 Tinggi cairan : 0,9500 m
 Tebal *head* : 0,1875 in
 Tinggi *head* : 0,1519 m
 Pengaduk
 Jenis : *Flat blade turbin*
 Diameter pengaduk : 0,1955 m
 Jarak pengaduk dari dasar: 0,2542 m
 Power pengaduk : 0,5 Hp
 Jumlah pengaduk : 2 buah
 Harga : \$ 173415

3.2.8 *Decanter*

Fungsi	: Memisahkan produk dari H ₂ SO ₄ dan air
Jenis	: Vertical, Centrifugal decanter, torispherical dished head
Bahan	: Stainless Steel AISI (316)
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 50 °C
Waktu tinggal	: 5 menit
Spesifikasi Alat	
Volume alat	: 0,3146 m ³
Diameter alat	: 0,5852 m
Tinggi alat	: 1,1704 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
Tinggi <i>head</i>	: 0,1572 m
Harga	: \$ 145,908

3.2.9 *Netralizer*

Fungsi	: Menetralkan Asam Dodekilbenzene Sulfonat menjadi Sodium Dodekilbenzen Sulfonat menggunakan NaOH 48%
Jenis	: Reaktor alir tangki berpengaduk
Bahan	: Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 50 °C
Waktu tinggal	: 20 menit
Spesifikasi Alat	
Volume alat	: 1,1539 m ³
Diameter alat	: 1,0160 m

Tinggi alat	: 1,9432 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tinggi cairan	: 0,4304 m
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
Tinggi <i>head</i>	: 0,2266 m
Pengaduk	
Jenis	: <i>Flat blade turbin</i>
Diameter pengaduk	: 0,3311 m
Jarak pengaduk dari dasar:	0,4304 m
Power pengaduk	: 0,5 Hp
Jumlah pengaduk	: 2 buah
Harga	: \$ 313452

3.2.10 *Spray Dryer*

Fungsi	: Mengeringkan produk melalui kontak langsung dengan udara panas
Jenis	: <i>Spray dryer equipped wheel atomizer</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel AISI (316)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 100 °C
Waktu tinggal	: 6 detik
Spesifikasi Alat	
Volume alat	: 15,1292 m ³
Diameter alat	: 1,6502 m
Tinggi alat	: 6,6008 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
Tinggi <i>head</i>	: 1,4291 m
Harga	: \$ 10438

3.2.11 Pompa

a. Pompa (P-01)

Fungsi	: Mengalirkan umpan Dodekilbenzene dari tangki penyimpanan (T-01) ke Heater (HE-01)
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Bahan	: Carbon Steel
Spesifikasi Pompa	
Panjang pipa	: 22,6045 m
Diameter optimum	: 1,2812 in
<i>Head</i> pompa	: 7,7321 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,05 Hp
Daya motor pompa	: 0,08 Hp
Harga	: \$ 9024

b. Pompa (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan umpan Oleum 20% dari tangki penyimpanan (T-02) ke Heater (HE-02)
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Bahan	: Carbon Steel
Spesifikasi Pompa	
Panjang pipa	: 13,4605 m
Diameter optimum	: 0,9538 in
<i>Head</i> pompa	: 7,8022 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,05 Hp
Daya motor pompa	: 0,08 Hp
Harga	: \$ 18157

c. Pompa (P-03)

Fungsi	: Mengalirkan produk dari Reaktor (R-01) ke Reaktor (R-02)
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Bahan	: Carbon Steel
Spesifikasi Pompa	
Panjang pipa	: 20,8062 m
Diameter optimum	: 1,4951 in
<i>Head</i> pompa	: 9,2424 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,1250 Hp
Daya motor pompa	: 0,1667 Hp
Harga	: \$ 18157

d. Pompa (P-04)

Fungsi	: Mengalirkan produk dari Reaktor (R-02) ke Mixer (M-01)
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Bahan	: Carbon Steel
Spesifikasi Pompa	
Panjang pipa	: 19,8918m
Diameter optimum	: 1,4951 in
<i>Head</i> pompa	: 8,9719 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,1250 Hp
Daya motor pompa	: 0,1667 Hp
Harga	: \$ 18157

e. Pompa (P-05)

Fungsi	: Mengalirkan produk dari Mixer (M-01) ke Dekanter (D-01)
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Bahan	: Carbon Steel

Spesifikasi Pompa

Panjang pipa	: 25,0429 m
Diameter optimum	: 1,5591 in
<i>Head</i> pompa	: 5,6428 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,0833 Hp
Daya motor pompa	: 0,1250 Hp
Harga	: \$ 18157

f. Pompa (P-06)

Fungsi : Mengalirkan produk dari Dekanter (D-01) ke Cooler (CL-01) sebelum ke tangki penyimpanan (T-04)

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan : Carbon Steel

Spesifikasi Pompa

Panjang pipa	: 13,5214 m
Diameter optimum	: 0,9018 in
<i>Head</i> pompa	: 7,0961 ft.lbf/lbm
Daya pompa	: 0,05 Hp
Daya motor pompa	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 18157

g. Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan produk dari Dekanter (D-01) ke Cooler (CL-02) sebelum ke Netralizer (N-01)

Jenis : Centrifugal pump single stage

Bahan : Carbon Steel

Spesifikasi Pompa

Panjang pipa	: 22,4216 m
Diameter optimum	: 1,3527 in

Head pompa : 7,3978 ft.lbf/lbm
Daya pompa : 0,0833 Hp
Daya motor pompa : 0,0833 Hp
Harga : \$ 9024

h. Pompa (P-08)

Fungsi : Mengalirkan produk dari Netralizer (N-01)
ke Spray Dryer (SD-01)
Jenis : Centrifugal pump single stage
Bahan : Carbon Steel
Spesifikasi Pompa
Panjang pipa : 23,2141 m
Diameter optimum : 1,5078 in
Head pompa : 5,0794 ft.lbf/lbm
Daya pompa : 1,500 Hp
Daya motor pompa : 1,500 Hp
Harga : \$ 12503

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Bahan baku dodekilbenzene diperoleh dari PT. Unggul Indah Corporation, bahan baku oleum 20% diperoleh dari PT. *Indonesian Acids Industry*, dan bahan pembantu yaitu NaOH 48% diperoleh dari pabrik Asahimas *Chemical*.

Tabel 3.1 Kebutuhan Bahan Baku dan Ketersediaan Bahan Baku

Komponen	Kebutuhan (ton/tahun)	Ketersediaan Bahan Baku (ton/tahun)
Dodekilbenzene	10.355	180.000
Oleum 20%	9.366	82.500
NaOH 48%	1.782	500.000

Pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku Dodekilbenzene, Oleum 20%, dan NaOH dapat memenuhi kebutuhan pabrik yang akan didirikan.

3.3.2 Analisis Kebutuhan Alat Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan alat untuk beroperasi dan umur peralatan serta perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan dan penentuan letak suatu pabrik dalam perencanaan pabrik akan mempengaruhi kemajuan serta kelangsungan suatu industri, karena hal tersebut menyangkut faktor produksi dan besarnya keuntungan yang dihasilkan serta perluasan di masa yang akan datang. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik yang tepat karena akan memberikan kontribusi yang sangat penting baik dalam segi teknis maupun segi ekonomis. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu, pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat direncanakan akan didirikan di Desa Ramanuju, Cilegon, Banten.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

Pemilihan lokasi pabrik ini didasarkan pada beberapa faktor antara lain:

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku dodekilbenzenm oleum 20% dan NaOH 48% dapat diperoleh dengan mudah karena lokasi pabrik tidak terlalu jauh dari lokasi sumber bahan baku. Dodekilbenzene dibeli dari PT. Unggul Indah Corporation yang terletak di Cilegon, Banten. Oleum 20% dibeli dari PT. *Indonesian Acids Industry* yang terletak di Bekasi. Dan NaOH 48% dibeli dari PT. *Asahimas Chemical* yang terletak di Banten.

2. Pemasaran Produk

Produk dari pabrik ini merupakan bahan baku untuk pembuatan detergen, sehingga dapat dipasarkan ke pabrik Unilever, KOA, Wings dan lain-lain yang banyak terletak dipulau Jawa. Pemasaran produk mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai baik jalur darat maupun jalur laut.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan dalam mendirikan suatu pabrik meliputi tenaga listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan listrik disuplai oleh PLN dan Generator Pabrik yang dibangun sendiri sebagai cadangan. Kebutuhan air diambil dari PT Krakatau Tirta Industri (KTI). Sedangkan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar untuk generator dan boiler yang berupa *fuel oil* dapat diperoleh dari Pertamina.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat dengan mudah diperoleh di kawasan industri Cilegon karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat. Begitu juga dengan tingkat sarjana Indonesia serta tenaga kerja lokal yang berkualitas. Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja.

5. Transportasi dan Telekomunikasi

Daerah lokasi pabrik di kawasan Cilegon merupakan daerah yang mudah dijangkau oleh sarana transportasi dan telekomunikasi antara lain

karena dekat dengan pelabuhan (Pelabuhan Merak) dan sarana jalan raya dan jalan tol yang memadai.

6. Keadaan Geografis dan Iklim

Daerah Cilegon, Banten merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri. Daerah Cilegon dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri. Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 22-30°C, sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar. Bencana alam seperti gempa bumi dan tanah longsor jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat kerja peralatan dan tempat penyimpanan bahan yang ditinjau dari segi hubungan antara satu dengan yang lainnya. Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi yang sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan keamanan dan kenyamanan. Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

a. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Areal ini terdiri dari:

1. Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
2. Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
3. Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti: poliklinik, mess, kantin, aula dan masjid.

b. Daerah proses, ruang kontrol dan perluasan.

Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

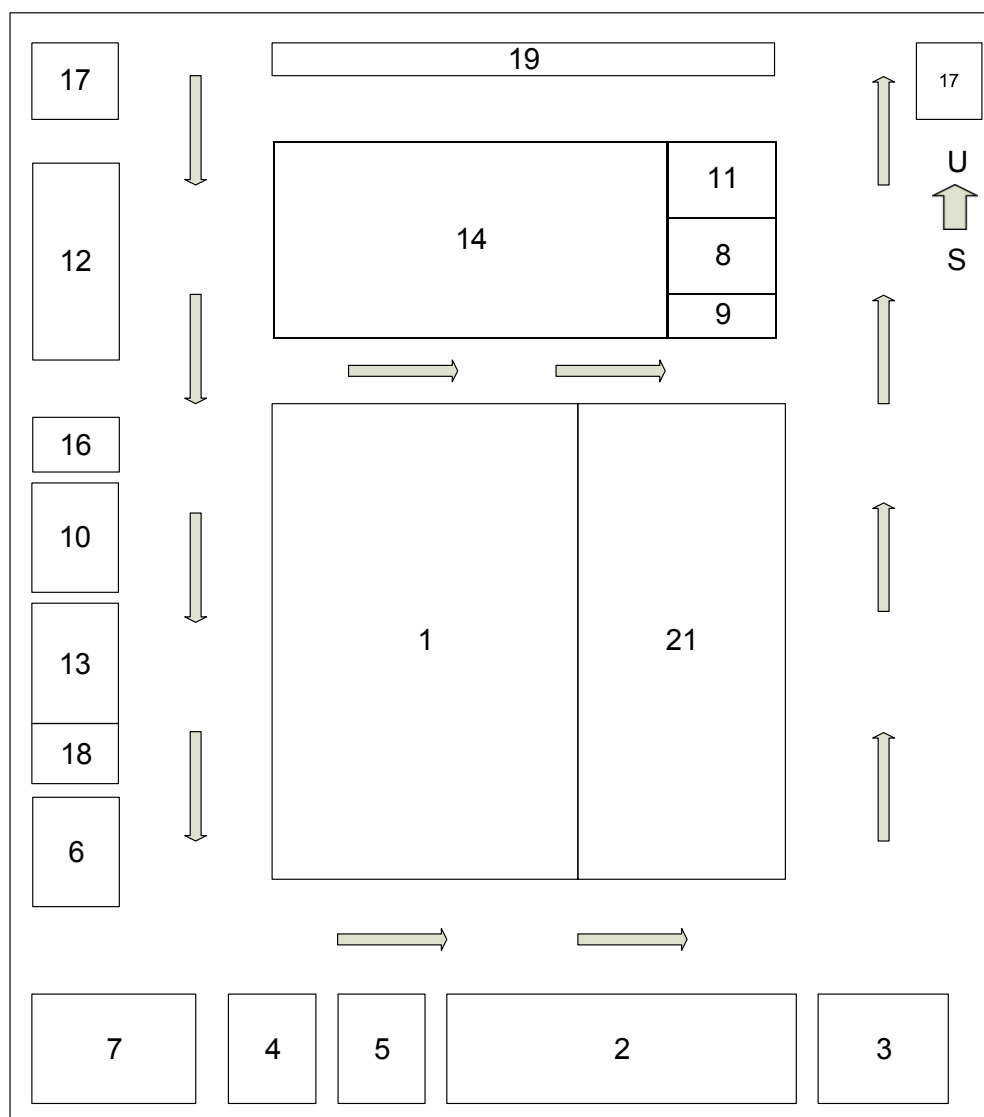
c. Daerah utilitas dan *power station*.

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

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

No.	Lokasi	Ukuran (m)		Luas (m ²)
		Panjang	Lebar	
1	Area Proses	50	60	3000
2	Area Utilitas	30	40	1200
3	Bengkel	20	15	300
4	Control room proses	10	20	200
5	Control room utilitas	10	15	150
6	Gudang	15	20	300
7	Garasi	30	40	1200
8	Kantin	15	15	225
9	Koperasi	5	20	100
10	Laboratorium	20	25	500
11	Masjid	20	20	400
12	Parkir Utama	15	35	525
13	Parkir Truk	15	55	825
14	Perkantoran	30	40	1200
15	Perumahan	20	100	2000
16	Poliklinik	15	15	225
17	Pos keamanan	15	10	150

18	Unit pemadam kebakaran	10	30	300
19	Taman	20	15	300
20	Jalan	700	10	7000
21	Perluasan Pabrik	50	30	1500
Total		1115	630	21600



Gambar 4. 2 *Plant Lay Out* Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

(Skala 1:1000)

Keterangan gambar:

1. Area Proses
2. Area Utilitas
3. Bengkel
4. *Control room* proses
5. *Control room utilitas*
6. Gudang
7. Garasi
8. Kantin
9. Koperasi
10. Laboratorium
11. Masjid
12. Parkir utama
13. Parkir truk
14. Kantor
15. Perumahan
16. Poliklinik
17. Pos keamanan
18. Pemadam kebakaran
19. Taman
20. Perluasan Pabrik

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

Dalam perancangan tata letak alat proses pada pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

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

b. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Dan perlu juga memperhatikan arah hembusan angin.

c. Cahaya

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

d. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

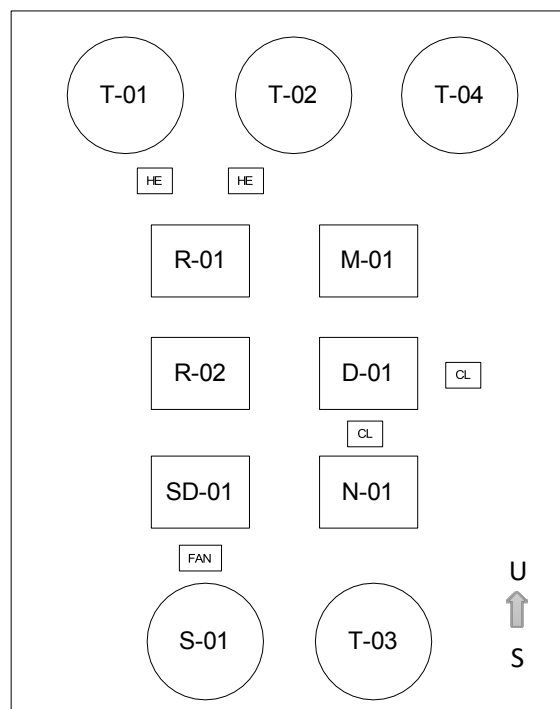
Dalam perancangan tata letak alat proses perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah supaya apabila ada gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

e. Pertimbangan Ekonomi

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

f. Jarak Antar Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai temperature dan tekanan operasi yang tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat - alat proses lainnya. Sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat - alat proses lainnya.



Gambar 4. 3 Lay out alat proses

(skala 1:500)

Keterangan gambar:

1. T-01 : Tangki penyimpanan dodekilbenzene
2. T-02 : Tangki penyimpanan oleum 20%
3. HE-01 : Heater 01
4. HE-02 : Heater 02
5. R-01 : Reaktor 01
6. R-02 : Reaktor 02
7. M-01 : *Mixer* 01

8. D-01 : Dekanter 01
 9. CL-01 : Cooler 01
 10. CL-02 : Cooler 02
 11. T-03 : Tangki penyimpanan NaOH
 12. N-01 : Netralizer 01
 13. SD-01 : Spray dryer 01

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Produk	Limbah
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	1917,5700	3,0681	
C_9H_{10}	7,6703	7,6703	
$H_2SO_4.SO_3$	1734,3875		
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	2537,1041	2537,1041	
H_2SO_4	733,3536	1124,1455	
H_2O	833,0950	313,7006	632,6029
NaOH	330,0297		
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3Na$		2708,3197	
Na_2SO_4		33,2421	
Udara	5589,038901		5589,038901
Jumlah	13,682.278145	13,682.278145	

4.4.2 Neraca Massa Alat

a. Reaktor (R-01)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	arus 1	arus 2	arus 3
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	1917,5796		76,7032
C_9H_{10}	7,6703		7,6703
$H_2SO_4.SO_3$		1734,3962	402,3799
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$			2439,5354
H_2SO_4			733,3573
Jumlah	3659,6461		3659,6461

b. Reaktor (R-02)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R-02)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	arus 3	arus 4
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	76,7032	3,0681
C_9H_{10}	7,6703	7,6703
$H_2SO_4.SO_3$	402,3799	349,0993
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	2439,5354	2537,1169
H_2SO_4	733,3573	762,6916
Jumlah	3659,6461	3659,6461

c. Mixer (M-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	arus 4	arus 5	arus 6
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	3,0681		3,0681
C_9H_{10}	7,6703		7,6703
$H_2SO_4.SO_3$	349,0993		

$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	2537.1169		2537.1169
H_2SO_4	762,6916		1147.0930
H_2O		323.5391	288.2369
Jumlah	3983.1852		3983.1852

Tabel 4. 5 Neraca Massa Mixer (M-01)

d. Decanter (D-01)

Tabel 4. 6 Neraca Massa Decanter (D-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	arus 6	arus 8	arus 7
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	3,0681	3,0681	
C_9H_{10}	7,6703	7,6703	
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	2537,1169	2537,1169	
H_2SO_4	1147,0930	22,9419	1124,1512
H_2O	288,2369		288,2369
Jumlah	3983,1852	3983,1852	

e. Netralizer (N-01)

Tabel 4. 7 Neraca Massa Netralizer (N-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	arus 8	arus 9	arus 10
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	3,0681		3,0681
C_9H_{10}	7,6703		7,6703
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	2537,1041		
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3Na$			2708,3333
H_2SO_4	22,9419		
H_2O	0	357,5333	506,0471
$NaOH$		330,0307	
Na_2SO_4			33,2423

Jumlah	3258,3612	3258,3612
--------	-----------	-----------

f. *Spray Dryer (SD-01)*

Tabel 4. 8 Neraca Massa Spray Dryer (SD-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	arus 10	arus 11	arus 12	arus 13
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅	3,0681			3,0681
C ₉ H ₁₀	7,6703			7,6703
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ SO ₃ Na	2708,3333			2708,3333
H ₂ O	506,0471	152,0226209	632,6060	25,4637
Na ₂ SO ₄	33,2423			33,2423
Udara		5589,066945	5589,066945	
Jumlah	3258,3612	5741,089566	6221,6730	2777,7778
Total	8999,4508		8999,4508	

4.4.3 Neraca Energi

a. *Heater (HE-01)*

Tabel 4. 9 Neraca Energi Heater (HE-01)

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅	5529,8026	30297,4824
C ₉ H ₁₀	46,2011	229,2802
Q pemanasan	24950,7589	-
Total	30526,7626	30526,7626

b. *Heater (HE-02)*

Tabel 4. 10 Neraca Energi Heater (HE-02)

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
H ₂ SO ₄ .SO ₃	9091,6287	45458,1437
Q pemanasan	36366,5150	-

Total	45458,1437	45458,1437
-------	------------	------------

c. Reaktor (R-01)

Tabel 4. 11 Neraca Energi Reaktor (R-01)

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	44436,3074	1777,4523
C_9H_{10}	336,2776	336,2776
$H_2SO_4.SO_3$	45458,1437	28094,7408
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	-	147176,5745
H_2SO_4	-	6456,4435
ΔHR	1243125,5682	-
Q pendinginan	-	1170728,6086
Total	1354570,097	1354570,097

d. Reaktor (R-02)

Tabel 4. 12 Neraca Energi Reaktor (R-02)

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	1777,4523	71,0981
C_9H_{10}	336,2776	336,2776
$H_2SO_4.SO_3$	15467,8910	13419,7289
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	147176,5745	153063,6375
H_2SO_4	6456,4435	6714,7012
ΔHR	49725,0227	-
Q pendinginan	-	47334,2184
Total	220939,6616	220939,6616

e. Mixer (M-01)

Tabel 4. 13 Neraca Energi *Mixer* (M-01)

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
----------	------------------------	-------------------------

$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	71,0981	71,0981
C_9H_{10}	336,2776	336,2776
$H_2SO_4.SO_3$	13419,7289	0,0000
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	153063,6375	153063,6375
H_2SO_4	6714,7012	10098,9537
H_2O	41121,6842	36634,7922
Q pendinginan		14522,3685
Total	214727,1275	214727,1275

f. Decanter (D-01)

Tabel 4. 14 Neraca Energi *Decanter* (D-01)

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	71,0981	71,0981
C_9H_{10}	336,2776	336,2776
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	153063,6375	153063,6375
H_2SO_4	10098,9537	10098,9537
H_2O	36634,7922	36634,7922
Total	200204,7590	200204,7590

g. Netralizer (N-01)

Tabel 4. 15 Neraca Energi *Netralizer* (N-01)

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	12,9766	77,6860
C_9H_{10}	67,7616	347,0262
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	30612,7275	
H_2SO_4	32,4825	0,0000
H_2O	9132,1328	66441,7464
NaOH	3615,3940	
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3Na$		175941,6807
Na_2SO_4		1415,3977

ΔHR	214582.5313	
Total	244223.5370	244223.5370

h. *Spray Dryer (SD-01)*

Tabel 4. 16 Neraca Energi *Spray Dryer (SD-01)*

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	77.6860	174.0722
C_9H_{10}	347.0262	677.7345
H_2O	66441.7464	165476.3785
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3Na$	175941.6807	347190.9298
Na_2SO_4	1415.3977	597.2533
Q	269892.8313	
Total	514116.3683	514116.3683

i. *Cooler (CL-01)*

Tabel 4. 17 Neraca Energi *Cooler (CL-01)*

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
H_2SO_4	6747,9372	1085,2117
H_2O	24978,2675	5019,6549
Q pendingin	-25621,3381	
Total	6104,8666	6104,8666

j. *Cooler (CL-02)*

Tabel 4. 18 Neraca Energi *Cooler (CL-02)*

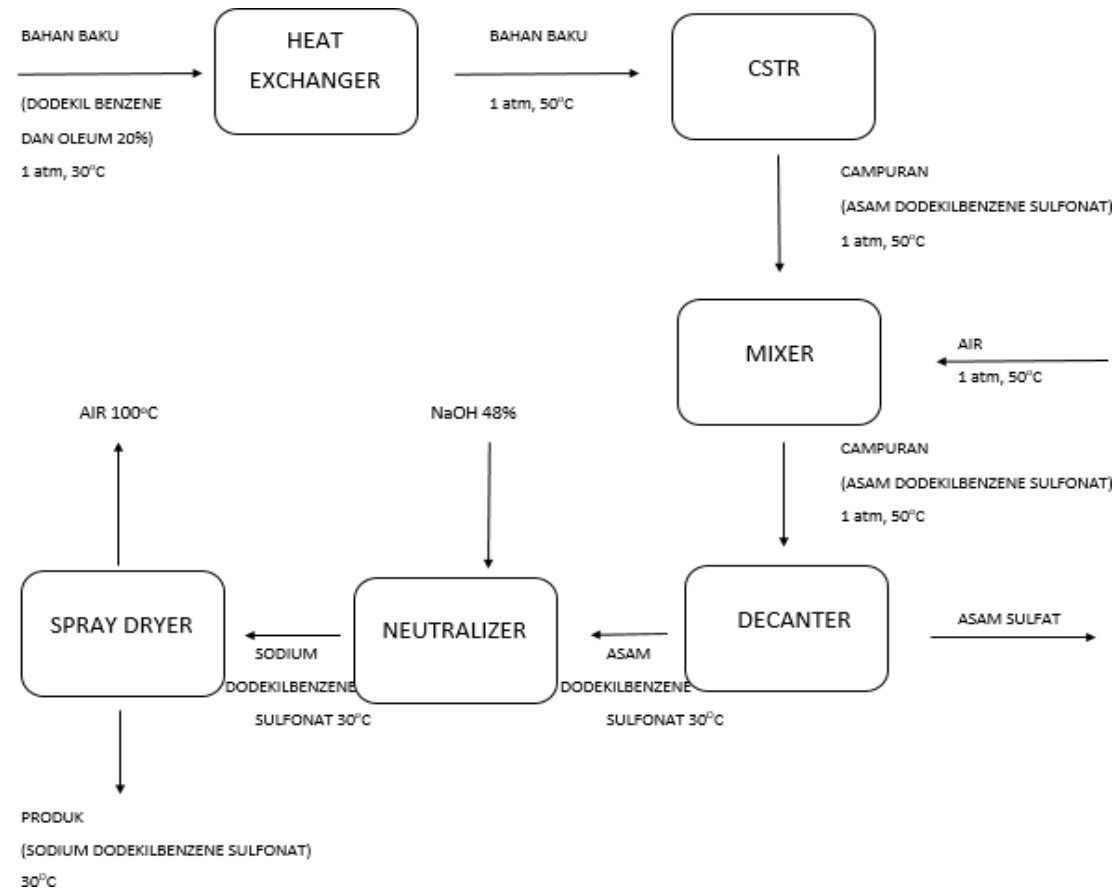
Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	48,4760	8,8477
C_9H_{10}	229,2802	46,2011
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3$	104361,5713	20872,3143
H_2SO_4	137,7130	22,1472
Qpendingin	-83827,5303	

Total	20949,5102	20949,5102
-------	------------	------------

k. Cooler (CL-03)

Tabel 4. 19 Neraca Energi Cooler (CL-03)

Komponen	ΔH in (kj/jam)	ΔH out (kj/jam)
$C_6H_5.C_{12}H_{25}$	146,1944	8,8477
C_9H_{10}	588,8084	46,2011
$C_6H_5.C_{12}H_{25}SO_3Na$	300898,8058	23146,0620
H_2O	5673,5005	443,4514
Na_2SO_4	2418,9753	22,1472
Q pendingin	-286059,5750	
Total	23666,7093	23666,7093



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif

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 setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

1. *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.

2. *Repairing*

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

- 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 meyebabkan 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 Pelayanan Teknik (Utilitas)

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

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

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

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

a. Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, pada umumnya digunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik sodium dodekilbenzen sulfonat ini, sumber air yang digunakan diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri (PT KTI).

Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah:

1. Air Proses

Kebutuhan air proses yang diperoleh dari PT KTI belum memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai air proses, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Persyaratan air yang dapat digunakan sebagai air proses adalah:

- Kekeruhan maksimal 3 ppm

- Bukan merupakan air sadah
- Bebas dari bakteri

2. Air Pendingin

Kebutuhan air pendingin digunakan sebagai media pendingin pada alat proses, yaitu reaktor dan *cooler*. Pada umumnya, air digunakan sebagai media pendingin karena:

- Dapat diperoleh dalam jumlah banyak
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya
- Dapat menyerap jumlah panas yang relative tinggi
- Tidak terdekomposisi

3. Air Domestik

Kebutuhan air domestik digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan dan lain-lain. Air konsumsi dan sanitasi ini mempunyai beberapa syarat, yaitu:

Syarat fisik:

- Suhu air di bawah suhu udara luar
- Tidak berwarna
- Tidak berbau
- Tidak berasa

Syarat kimia:

- Tidak mengandung zat organik
- Tidak beracun

Syarat bakteriologis:

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri *pathogen*

4. Air Umpan Boiler

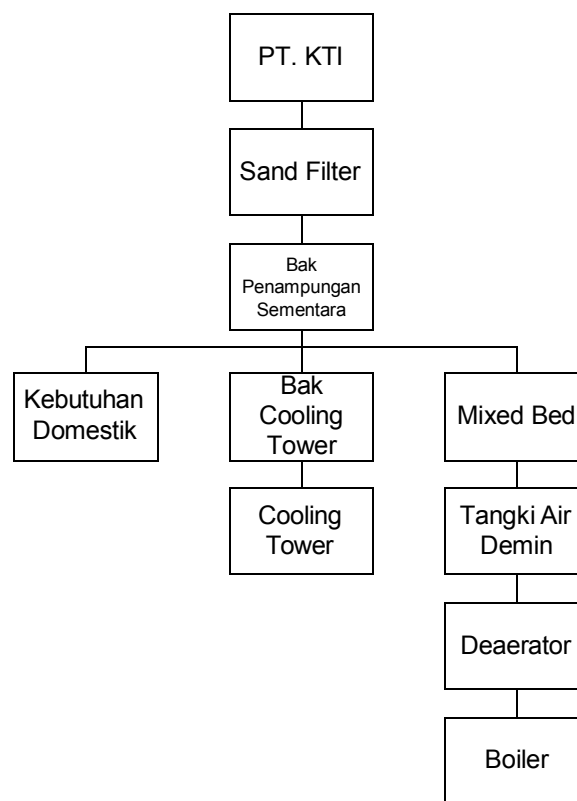
Beberapa hal yang haru diperhatikan untuk air umpan *boiler* yaitu:

- Kandungan air yang dapat menyebabkan korosi

- Kandungan air yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)
- Kandungan air yang dapat menyebabkan busa (*foaming*)

b. Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat ini, kebutuhan air diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri (PT KTI). Berikut diagram alir pengolahan air:



Gambar 4. 5 Diagram Pengolahan Air Utilitas

Adapun tahapan proses pengolahan air yang dilakukan, yaitu:

1. *Sand Filter*

Air dari PT KTI dialirkan ke *filter* yang berjenis *gravity sand filter* dengan menggunakan pasir kasar dan pasir halus. Air yang telah disaring selanjutnya ditampung ke bak penampungan air

sementara yang kemudian dipompakan ke tangki air sanitasi dan air pendingin serta dipompakan juga ke unit *demineralisasi*.

2. Unit *Demineralisasi*

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain dengan bantuan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang sebagian akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler dan sisanya sebagai air proses.

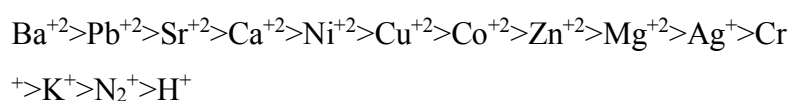
Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

- *Cation Exchanger*

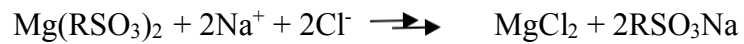
Cation Exchanger ini berisi resin penukar kation dengan formula RSO_3H , dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi penukar kation:



Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+ . Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut:



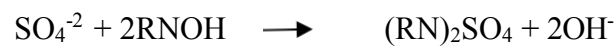
Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi regenerasi:



- *Anion Exchanger*

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

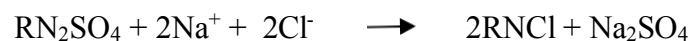
Reaksi Penukar Anion:



Ion SO_4^{2-} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{2-} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi:



3. *Deaerator*

Deaerasi merupakan proses penghilangan gas - gas terlarut, terutama oksigen dan karbon dioksida karena dapat menyebabkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa Hidrazin yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut.

Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel, Pada deaerator ini, air dipanaskan hingga 90°C supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O_2 dan CO_2 dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut

dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas di dalam deaerator.

c. Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air untuk Proses

Tabel 4. 20 Kebutuhan air proses

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
Mixer-01	323,5390546
Jumlah	323,5390546

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air proses} &= 20\% \times 323,5390546 \text{ kg/jam} \\ &= 388,2468655 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Air untuk Pendingin

Tabel 4. 21 Kebutuhan air pendingin

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
Reaktor-01	11338,3086
Reaktor-02	1358,3233
Cooler-01	1789,0392
Cooler-02	5853,3529
Jumlah	20339,0240

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times 20339,0240 \text{ kg/jam} \\ &= 24406,82884 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

3. Kebutuhan Air untuk Steam

Tabel 4. 22 Kebutuhan steam

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
HE-01	11,9519
HE-02	17,4203
Spray dryer	152,0226
Jumlah	181,3948

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 181,3948 \text{ kg/jam} \\ &= 217,67381 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

4. Kebutuhan Air Domestik

- Kebutuhan Air Kantor

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan} &= 160 \text{ orang} \\ \text{Kebutuhan air/orang} &= 100 \text{ kg/hari} \\ \text{Total kebutuhan} &= 16000 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Kebutuhan Air Service Water

Kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum seperti laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran dan lain-lain sebesar 3500 kg/hari.

- Kebutuhan Air rumah Tangga

$$\begin{aligned} \text{Jumlah rumah} &= 15 \text{ rumah} \\ \text{Penghuni rumah} &= 9 \text{ orang} \\ \text{Kebutuhan air} &= 200 \text{ kg/hari} \\ \text{Total kebutuhan} &= 2700 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

4.6.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

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

Kebutuhan steam : 181,3948 kg/jam

Jenis : *water tube boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve sistem* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5–11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran fuel oil yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100⁰C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

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

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

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

Kapasitas = 300 kW

Jumlah = 1 buah

Rincian kebutuhan listrik :

a. Kebutuhan listrik untuk proses

Tabel 4. 23 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Reaktor - 01	R-01	5	3728.5
Reaktor - 02	R-02	4	2982.8
Mixer - 01	M-01	0.5	372.85
Netralizer - 01	N-01	0.5	372.85
Fan - 01	F-01	0.17	126.769
Belt Converyor - 01	BC-01	0.5	372.85
Bucket Elevator - 01	BE-01	0.75	559.275
Pompa - 01	P-01	0.05	37.285
Pompa - 02	P-02	0.05	37.285
Pompa - 03	P-03	0.125	93.2125
Pompa - 04	P-04	0.125	93.2125
Pompa - 05	P-05	0.0833	62.11681
Pompa - 06	P-06	0.05	37.285
Pompa - 07	P-07	0.0833	62.11681
Pompa - 08	P-08	0.1	149.14
Total		12.0866	9087.54

b. Kebutuhan listrik untuk utilitas

Tabel 4. 24 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Blower Cooling Tower	R-01	0.75	559.275
Kompresor Udara	N-01	5	3728.5

Pompa - 01	PU-01	1	745.7
Pompa - 02	PU-02	1.5	1118.55
Pompa - 03	PU-03	1.5	1118.55
Pompa - 04	PU-04	0.05	37.285
Pompa - 05	PU-05	0.0833333333	62.141667
Pompa - 06	PU-06	0.05	37.285
Pompa - 07	PU-07	0.0833333333	62.141667
Pompa - 08	PU-08	0.0833333333	62.141667
Total		10.01	7531.57

c. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar 100 kW.

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 20 kW.

d. Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan sebesar 40 kW.

e. Kebutuhan listrik untuk instrumentasi

Listrik untuk instrumentasi diperkirakan sebesar 10 kW.

Tabel 4. 25 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	9.0875
	b. Utilitas	7.5357
2	a. Listrik AC	20
	b. Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium dan Bengkel	40
4	Instrumentasi	10
	Total	186.6191

4.6.4 Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 35,513 m³/jam.

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) sebanyak 857,347 kg/jam yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah fuel oil sebanyak 15,6103 kg/jam yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

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

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

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

- a. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

- c. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi, staf atau karyawan perusahaan.
- d. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- e. Lapangan usaha lebih luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
- f. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- g. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
- h. Mudah bergerak di pasar global.

4.7.2 Struktur Organisasi

Dalam menjalankan perusahaan, diperlukan adanya struktur organisasi supaya segala aktifitas yang ada bisa berjalan secara efisien dan efektif. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing - masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing - masing personil dalam perusahaan tersebut.

Bentuk struktur organisasi yang baik adalah sistem *line* dan staf. Ada dua kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu:

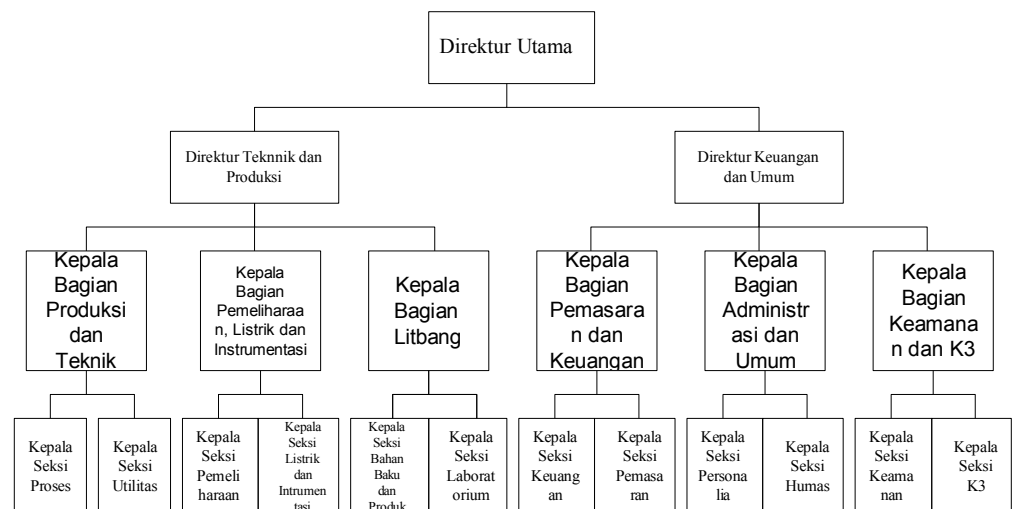
1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

2. Sebagai staf yaitu orang - orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
2. Penempatan tenaga kerja yang tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen
4. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.
5. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
6. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat dari Dodekilbenzene dan Oleum 20% dengan kapasitas 23.000 ton/tahun.



Gambar 4. 6 Struktur Organisasi

4.7.3 Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

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

b. Dewan Komisaris

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

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

c. Direktur Utama

Direktur utama memiliki pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam perkembangan perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang dilakukan sebagai pimpinan perusahaan.

Tugas Direktur Utama antara lain:

1. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

d. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab

kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang:

1. Memberikan masukan – masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi di bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Mempertinggi efisiensi kerja.

e. Kepala Bagian

Secara umum, tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam longkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi operasi, *safety* dan laboratorium.

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, dan pengadaan, serta utilitas.

3. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

4. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

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

5. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas: Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah pajak.

6. Kepala Bagian Administrasi dan Umum

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

7. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

8. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas: Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

f. Kepala Seksi

1. Kepala Seksi Proses

Tugas: Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

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

3. Kepala Seksi Utilitas

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

4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat- alat instrumentasi.

6. Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu
Tugas: Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.
7. Kepala Seksi Keuangan
Tugas: Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.
8. Kepala Seksi Pemasaran
Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.
9. Kepala Seksi Personalia
Tugas: Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.
10. Kepala Seksi Humas
Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.
11. Kepala Seksi Keamanan
Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.
12. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Tugas: Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

4.7.4 Status Karyawan

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

a. Karyawan Tetap

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

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

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

4.7.5 Ketenagakerjaan

a. Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

b. Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (nonshift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime).

c. Kerja Lembur (Overtime)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

d. Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Tabel 4. 26 Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan	total gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 35,000,000	Rp 35,000,000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 25,000,000	Rp 25,000,000
4	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 18,000,000	Rp 18,000,000
5	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 18,000,000	Rp 18,000,000
6	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 18,000,000	Rp 18,000,000
7	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 18,000,000	Rp 18,000,000
8	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 18,000,000	Rp 18,000,000
9	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 18,000,000	Rp 18,000,000
10	Ka. Bag. K3	1	Rp 18,000,000	Rp 8,000,000
11	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 18,000,000	Rp 18,000,000
12	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
13	Ka. Sek. Proses	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
14	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
15	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
16	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
17	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
18	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
19	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000

20	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
21	Ka. Sek. Humas	1	Rp 12,000,000	Rp 2,000,000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
23	Ka. Sek. K3	1	Rp 12,000,000	Rp 12,000,000
24	Karyawan Personalia	5	Rp 6,000,000	Rp 30,000,000
25	Karyawan Humas	5	Rp 6,000,000	Rp 30,000,000
26	Karyawan Litbang	5	Rp 6,000,000	Rp 30,000,000
27	Karyawan Pembelian	5	Rp 6,000,000	Rp 30,000,000
28	Karyawan Pemasaran	5	Rp 6,000,000	Rp 30,000,000
29	Karyawan Administrasi	4	Rp 6,000,000	Rp 24,000,000
30	Karyawan Kas/Anggaran	4	Rp 6,000,000	Rp 24,000,000
31	Karyawan Proses	18	Rp 8,000,000	Rp 144,000,000
32	Karyawan Pengendalian	6	Rp 8,000,000	Rp 48,000,000
33	Karyawan Laboratorium	6	Rp 8,000,000	Rp 48,000,000
34	Karyawan Pemeliharaan	6	Rp 8,000,000	Rp 48,000,000
35	Karyawan Utilitas	10	Rp 8,000,000	Rp 80,000,000
36	Karyawan K3	6	Rp 4,000,000	Rp 24,000,000
37	Operator proses	20	Rp 5,000,000	Rp 100,000,000
38	Operator Utilitas	10	Rp 5,000,000	Rp 50,000,000
39	Sekretaris	2	Rp 6,000,000	Rp 12,000,000
40	Dokter	2	Rp 8,000,000	Rp 16,000,000
41	Perawat	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
42	Satpam	8	Rp 4,000,000	Rp 32,000,000
43	Supir	8	Rp 3,500,000	Rp 28,000,000
44	Cleaning Service	8	Rp 3,500,000	Rp 28,000,000
Total		170	Rp 498,500,000	Rp 1,247,000,000

e. Jam Kerja Karyawan

Pabrik Sodium Dodekilbenzen Sulfonat akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *shut down*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Karyawan *non shift*, yang bekerja selama 6 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah: Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor.

Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai non shift:

Senin- Kamis	: 07.00 - 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)
Jum'at	: 07:00 – 16:00 (istirahat 11:00 – 13:00)
Sabtu	: 07:00 – 12:00
Minggu	: Libur, termasuk hari libur nasional

2. Karyawan *shift* bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut:

Shift I	: 08.00 - 16.00
Shift II	: 16.00 - 24.00
Shift III	: 24.00- 08.00

Untuk karyawan *shift* dibagi menjadi 4 regu (A/B/C/D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga regu yang masuk dan ada satu regu yang libur. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan dua hari libur untuk setiap minggunya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas tetap harus masuk, akan tetapi dihitung kerja lembur dan mendapat intensif tambahan.

Jadwal pembagian kerja masing-masing regu ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 27 Jadwal Kerja Karyawan *Shift*

<i>Shift/</i> Hari	1	2	3	4	5	6	7	8
Pagi	A	A	D	D	C	C	B	B
Sore	B	B	A	A	D	D	C	C
Malam	C	C	B	B	A	A	D	D
Libur	D	D	C	C	B	B	A	A

4.7.6 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

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

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan minum

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

d. Koperasi

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

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

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

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1) Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2) Cuti Massal

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

4.7.7 Penggolongan Jabatan dan Keahlian

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

Tabel 4. 28 Jabatan dan Keahlian

Jabatan	Pendidikan
Direktur Utama	S – 2
Direktur	S – 2
Kepala Bagian	S – 1
Kepala Seksi	S – 1
Staf Ahli	S – 1
Sekretaris	S – 1
Dokter	S – 1
Perawat	D – 3 / D – 4 / S – 1
Karyawan	D – 3 / S – 1
Supir	SLTA
Cleaning Service	SLTA
Satpam	SLTA

4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah:

- a. *Return On Investment*
- b. *Pay Out Time*
- c. *Discounted Cash Flow*
- d. *Break Even Point*
- e. *Shut Down Point*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal, yaitu:

- a. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*), yang meliputi:
 - 1) Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - 2) Modal kerja (*Working Capital Investment*)
- b. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*), yang meliputi:
 - 1) Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - 2) Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
- c. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- 1) Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- 2) Biaya variabel (*Variable Cost*)
- 3) Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

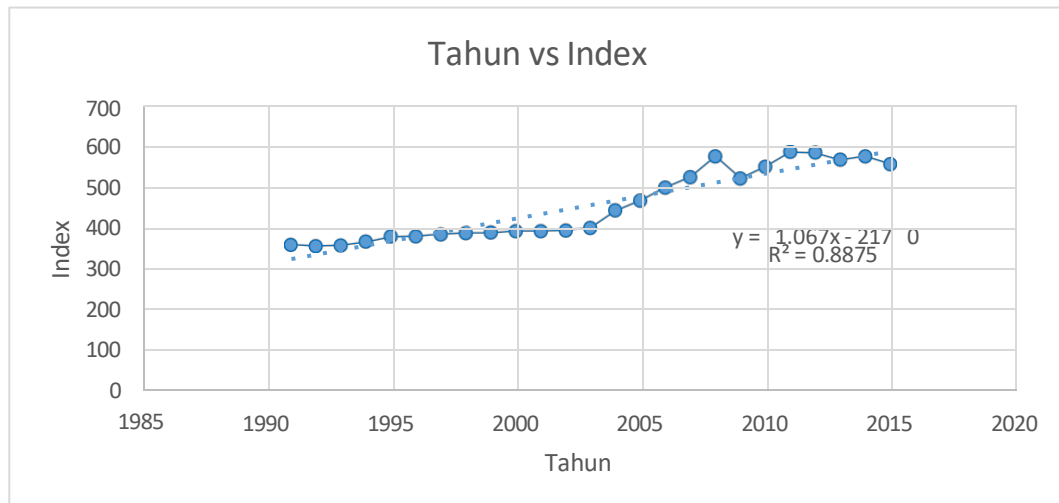
4.8.1 Harga Alat

Harga dari suatu alat industry akan berubah seiring dengan perubahan ekonomi. Maka diperlukan perhitungan konversi harga alat sekarang terhadap harga alat beberapa tahun lalu.

Tabel 4. 29 Index Harga

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

Sumber: *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)* (www.che.com)



Gambar 4. 7 Tahun vs Index Harga

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi Linear yang diperoleh adalah $y = 11,067x - 21710$. Pabrik Soium Dodekilbenzene Sulfonate dengan kapasitas 23.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2030, maka dari persamaan regresi Linear diperoleh indeks sebesar 689,608.

Harga alat diperoleh dari situs *matche (www.matche.com)*. Perhitungan alat pada tahun pabrik dibangun diperoleh dengan rumus berikut:

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

(Aries & Newton, 1955)

Keterangan:

Ex = Harga pembelian alat pada tahun 2019

Ey = Harga pembeliat alat pada tahun referensi

Nx = Indeks harga pada tahun 2019

Ny = Indeks harga pada tahun referensi

Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut:

Tabel 4. 30 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Total
Tangki Dodekil	T-01	1	\$ 311,386
Tangki Oleum 20%	T-02	1	\$ 175,698
Tangki NaOH 40%	T-03	1	\$ 112,421
Tangki Asam Sulfat	T-04	1	\$ 164,065
Silo	S-01	1	\$ 331,935
Reaktor 1	R-01	1	\$ 56,645
Reaktor 2	R-02	1	\$ 56,645
Mixer	M-01	1	\$ 173,415
Decanter	D-01	1	\$ 145,908
Netralizer	N-01	1	\$ 313,452
Spray Dryer	SD-01	1	\$ 10,438
Heater 1	HE-01	1	\$ 870
Heater 2	HE-02	1	\$ 1,305
Cooler 1	CL-01	1	\$ 10,111
Cooler 2	CL-02	1	\$ 12,721
Cooler 3	CL-03	1	\$ 4,784
Pompa 1	P-01	1	\$ 9,024
Pompa 2	P-02	1	\$ 18,157
Pompa 3	P-03	1	\$ 18,157
Pompa 4	P-04	1	\$ 18,157
Pompa 5	P-05	1	\$ 18,157
Pompa 6	P-06	1	\$ 18,157
Pompa 7	P-07	1	\$ 9,024
Pompa 8	P-08	1	\$ 12,503
Belt Conveyor	BC-01	1	\$ 25,659
Bucket Elevator	BE-01	1	\$ 10,654.9678
Jumlah		26	\$ 2,039,447.82

Tabel 4. 31 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Total
Sand Filter	FU-01	1	\$ 6,415
Bak Penampungan Sementara	BU-01	1	\$ 1,413
Tangki Air Bersih	TU-01	1	\$ 73,715
Bak Cooling Water	BU-02	1	\$ 7,285
Cooling Tower	CT-01	1	\$ 7,285
Blower Cooling Tower	BLU-01	1	\$ 156
Mixed Bed	TU-02	1	\$ 235,170
Tangki NaCl	TU-03	1	\$ 3,914
Tangki Air Demin	TU-04	1	\$ 14,786
Deaerator	DE-01	1	\$ 1,413
Tangki N ₂ H ₄	TU-05	1	\$ 4,893
Pompa 1	PU-01	1	\$ 4,240
Pompa 2	PU-02	1	\$ 4,240
Pompa 3	PU-03	1	\$ 2,936
Pompa 4	PU-04	1	\$ 1,631
Pompa 5	PU-05	1	\$ 1,631
Pompa 6	PU-06	1	\$ 870
Pompa 7	PU-07	1	\$ 1,631
Pompa 8	PU-08	1	\$ 1,631
Tangki Bahan Bakar	TU-06	1	\$ 15,874
Boiler	BO-01	1	\$ 3,588
Kompresor	K-01	1	\$ 7,502
Jumlah		22	\$ 402,218

4.8.2 Dasar Perhitungan

Dalam perhitungan evaluasi ekonomi, digunakan standar perhitungan yang didasarkan pada berikut ini:

- a. Kapasitas produksi : 23.000 ton/tahun
- b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- c. Umur alat : 10 tahun
- d. Nilai kurs : US\$ 1 = Rp. 14.300
- e. Pabrik didirikan tahun 2030
- f. Upah pekerja asing : \$ 20 / manhour
- g. Upah pekerja Indonesia : Rp. 15.000 / manhour
- h. 1 manhour asing : 2 manhour Indonesia
5% tenaga asing : 95% tenaga Indonesia

4.8.3 Perhitungan Modal (*Capital Investment*)

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capitalinvestment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

Tabel 4. 32 *Physical Plan Cost (PPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	\$ 2,441,665.73	Rp 34,915,819,972.89
12	<i>Delivered Equipment Cost</i>	\$ 610,416.43	Rp 8,728,954,993.22
3	Instalasi	\$ 385,509.99	Rp 5,512,792,890.55
4	Pemipaan	\$ 567,559.22	Rp 8,116,096,894.40
5	Instrumentasi	\$ 607,923.54	Rp 8,693,306,673.53
6	Insulasi	\$ 91,519.78	Rp 1,308,732,832.55
7	Listrik	\$ 366,249.86	Rp 5,237,372,995.93
8	Bangunan	\$ 895,104.90	Rp 12,800,000,000.00
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	\$ 2,265,734.27	Rp 32,400,000,000.00
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		\$ 8,231,683.72	Rp 117,713,077,253.07

Tabel 4. 33 *Direct Plan Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Teknik dan Konstruksi	\$ 1,646,336.74	Rp 23,542,615,450.61
Total (DPC)		\$ 1,646,336.74	Rp 23,542,615,450.61

Tabel 4. 34 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Plan Cost</i>	\$ 9,878,020.47	Rp 141,255,692,703.69
2	<i>Contractor's fee</i>	\$ 395,120.82	Rp 5,650,227,708.15
3	<i>Contingency</i>	\$ 987,802.05	Rp 14,125,569,270.37
Fixed Capital Investment (FCI)		\$ 11,260,943.33	Rp 161,031,489,682.21

b. Working Capital Investment

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

Tabel 4. 35 *Total Working Capital Investment (WCI)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	\$ 248,111.97	Rp 3,548,001,191.83
2	<i>In Process Inventory</i>	\$ 29,490.55	Rp 421,714,899.80
3	<i>Product Inventory</i>	\$ 412,867.73	Rp 5,904,008,597.26
4	<i>Extended Credit</i>	\$ 677,616.81	Rp 9,689,920,382.87
5	<i>Available Cash</i>	\$ 1,769,433.15	Rp 25,302,893,988.25
Working Capital (WC)		\$ 3,137,520.21	Rp 44,866,539,060.02

c. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

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

Menurut Aries & Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi:

1. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

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

Tabel 4. 36 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$ 11,696,707.23	Rp 167,262,913,329.33
2	<i>Labor</i>	\$ 841,258.74	Rp 12,030,000,000.00
3	<i>Supervision</i>	\$ 84,125.87	Rp 1,203,000,000.00
4	<i>Maintenance</i>	\$ 225,218.87	Rp 3,220,629,793.64
5	<i>Plant Supplies</i>	\$ 33,782.83	Rp 483,094,469.05
6	<i>Royalty and Patents</i>	\$ 1,597,239.62	Rp 22,840,526,616.77
7	<i>Utilities</i>	\$ 1,293,325.13	Rp 18,494,549,386.47
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		\$ 15,771,658.29	Rp 225,534,713,595.27

2. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

Tabel 4. 37 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	\$ 126,188.81	Rp 1,804,500,000.00
2	<i>Laboratory</i>	\$ 84,125.87	Rp 1,203,000,000.00
3	<i>Plant Overhead</i>	\$ 420,629.37	Rp 6,015,000,000.00
4	<i>Packaging and Shipping</i>	\$ 1,597,239.62	Rp 22,840,526,616.77
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		\$ 2,228,183.68	Rp 31,863,026,616.77

3. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Fixed Manufacturing Cost adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4. 38 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	\$ 1,126,094.33	Rp 16,103,148,968.22
2	<i>Property taxes</i>	\$ 225,218.87	Rp 3,220,629,793.64
3	<i>Insurance</i>	\$ 112,609.43	Rp 1,610,314,896.82
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		\$ 1,463,922.63	Rp 20,934,093,658.69

Tabel 4. 39 *Total Manufacturing Cost (TMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	\$ 15,771,658.29	Rp 225,534,713,595.27
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	\$ 2,228,183.68	Rp 31,863,026,616.77
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	\$ 1,463,922.63	Rp 20,934,093,658.69
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		\$ 19,463,764.61	Rp 278,331,833,870.73

d. Pengeluaran Umum (*General Expense*)

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

Tabel 4. 40 *General Expense*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Administration</i>	\$ 1,167,825.88	Rp 16,699,910,032.24
2	<i>Sales expense</i>	\$ 4,282,028.21	Rp 61,233,003,451.56
3	<i>Research</i>	\$ 1,557,101.17	Rp 22,266,546,709.66
4	<i>Finance</i>	\$ 575,938.54	Rp 8,235,921,149.69
<i>General Expense (GE)</i>		\$ 7,582,893.80	Rp 108,435,381,343.15

Tabel 4. 41 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	\$ 19,463,764.61	Rp 278,331,833,870.73
2	<i>General Expense (GE)</i>	\$ 7,582,893.80	Rp 108,435,381,343.15
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		\$ 27,046,658.41	Rp 386,767,215,213.88

4.8.4 Analisis Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp. 456.810.532.335

Total biaya produksi : Rp. 386.767.215.214

Keuntungan : Total penjualan – total biaya produksi

: Rp. 70.043.317.122

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 50% x Rp. 70.043.317.122

: Rp. 35.021.658.561

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak

: Rp. 35.021.658.561

4.8.5 Analisis Kelayakan

a. *Return on Investment (ROI)*

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

1. ROI sebelum pajak (ROI_b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% dan syarat ROI setelah pajak maksimum adalah 44% (Aries & Newton, 1955).

$$ROI_b = 38\% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

2. ROI setelah pajak (ROI_a)

$$\text{ROI}_a = 19\% \text{ (pabrik memenuhi kelayakan)}$$

b. *Pay out Time (POT)*

Pay out time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

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

1. POT sebelum pajak (POT_b)

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

$$\text{POT}_b = 1,9 \text{ tahun} \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

2. POT setelah pajak (POT_a)

$$\text{POT}_a = 3,1 \text{ tahun} \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

c. *Break Event Point (BEP)*

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan.

$$\text{BEP} = \frac{Fa+0.3Ra}{Sa-Va-0.7Ra} \times 100\%$$

Tabel 4. 42 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	\$ 1,126,094.33	Rp 16,103,148,968.22
2	<i>Property taxes</i>	\$ 225,218.87	Rp 3,220,629,793.64
3	<i>Insurance</i>	\$ 112,609.43	Rp 1,610,314,896.82
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		\$ 1,463,922.63	Rp 20,934,093,658.69

Tabel 4. 43 *Annual Variable Cost (Va)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw material</i>	\$ 11,696,707.23	Rp 167,262,913,329.33
2	<i>Packaging & shipping</i>	\$ 1,597,239.62	Rp 22,840,526,616.77
3	<i>Utilities</i>	\$ 1,293,325.13	Rp 18,494,549,386.47
4	<i>Royalties and Patents</i>	\$ 1,597,239.62	Rp 22,840,526,616.77
<i>Variable Cost (Va)</i>		\$ 16,184,511.60	Rp 231,438,515,949.35

Tabel 4. 44 *Annual Regulated Cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Labor cost</i>	\$ 841,258.74	Rp 12,030,000,000.00
2	<i>Plant overhead</i>	\$ 420,629.37	Rp 6,015,000,000.00
3	<i>Payroll overhead</i>	\$ 126,188.81	Rp 1,804,500,000.00
4	<i>Supervision</i>	\$ 84,125.87	Rp 1,203,000,000.00
5	<i>Laboratory</i>	\$ 84,125.87	Rp 1,203,000,000.00
6	<i>Administration</i>	\$ 1,167,825.88	Rp 16,699,910,032.24
7	<i>Finance</i>	\$ 575,938.54	Rp 8,235,921,149.69
8	<i>Sales expense</i>	\$ 4,282,028.21	Rp 61,233,003,451.56
9	<i>Research</i>	\$ 1,557,101.17	Rp 22,266,546,709.66
10	<i>Maintenance</i>	\$ 225,218.87	Rp 3,220,629,793.64
11	<i>Plant supplies</i>	\$ 33,782.83	Rp 483,094,469.05
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		\$ 9,398,224.17	Rp 134,394,605,605.84

Tabel 4. 45 *Annual Sales Cost (Sa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Sales Cost</i>	\$ 31,944,792.47	Rp 456,810,532,335.45
<i>Sales Cost (Sa)</i>		\$ 31,944,792.47	Rp 456,810,532,335.45

Dari hasil perhitungan di dapatkan BEP sebesar 46,65%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%, sehingga pabrik memenuhi kelayakan.

d. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$\text{SDP} = \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100\%$$

Didapatkan, SDP = 30,71%

e. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Discounted cash flow rate of return adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah dan didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

Umur pabrik (n) = 10 tahun

Fixed Capital Investment (FCI) = Rp 44.866.539.060

Working Capital Investment (WCI) = Rp 161.031.489.682

Salvage value (SV) = Depresiasi

= Rp 16.103.148.968

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

= Rp 59.360.728.679

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error* dimana nilai R harus sama dengan S. Berikut persamaan untuk menentukan DCFR:

$$\frac{(WC + FCI) \times (1+i)^{10}}{CF} = [(1+i)^9 + (1+i)^8 + \dots + (1+i) + 1] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 0,2872$

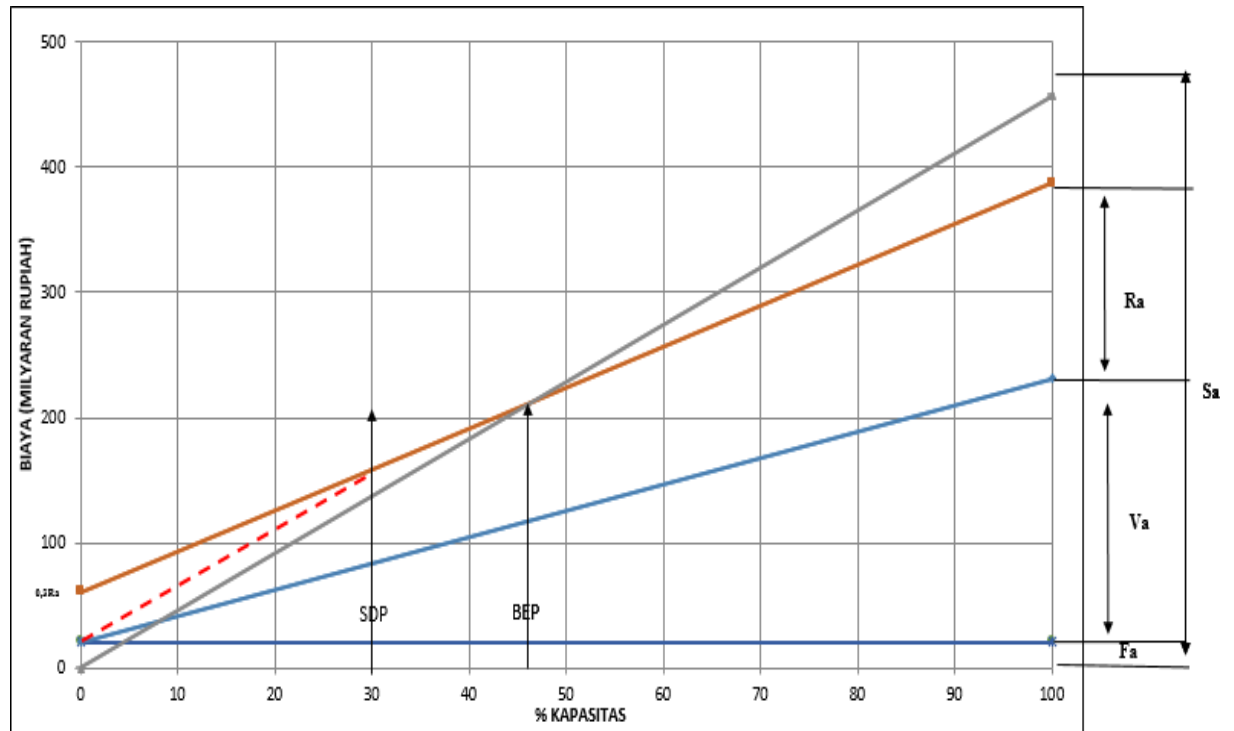
Sehingga, DCFR = 28,72 %

Minimum nilai DCFR = 1,5 x suku bunga acuan bank

Suku bunga = 5,5 %

Minimum nilai DCFR = 1,5 x 5,25 % = 7,88 %

Grafik Analisis Kelayakan



Tabel 4. 46 Grafik Analisis Kelayakan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dalam pra rancangan pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat didirikan dengan kapasitas 23.000 ton/tahun, dengan bahan baku Dodekilbenzene sebanyak 1307,4407 kg/jam dan Oleum 20% sebanyak 1182,5429 kg/jam.
2. Pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat akan didirikan di kawasan industry Cilegon, dengan pertimbangan mudah untuk mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena berada di kawasan industry.
3. Berdasarkan sifat bahan baku dan produk, kondisi operasi, serta prosesnya, maka pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat tergolong pabrik beresiko rendah.
4. Berdasarkan analisis ekonomi, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Hasil Analisa Ekonomi

Parameter Kelayakan	Perhitungan	Standar Kelayakan (Aries and Newton 1945)
<i>Profit</i>		
<i>Profit</i> sebelum pajak	Rp 70,043,317,122	
<i>Profit</i> sesudah pajak	Rp 35,021,658,561	Keuntungan setelah pajak (50%)
<i>Return on investment (ROI)</i>		
ROI sebelum pajak	38%	<i>Industrial Chemical</i>
ROI setelah pajak	19%	11% - 44%
<i>Pay out investment (POT)</i>		
POT sebelum pajak	1.9 tahun	

POT setelah pajak	3.1 tahun	5 tahun (low risk) > POTb > 2 tahun (high risk)
<i>Break even point</i> (BEP)	46,65%	40% - 60%
<i>Shut down point</i> (SDP)	30,71%	
<i>Discounted cash flow</i> (DCF)	28,7%	> 1,5 x suku bunga

5. Berdasarkan hasil analisis ekonomi, maka pabrik Sodium Dodekilbenzene Sulfonat dari Dodekilbenzene dan Oleum 20% layak untuk didiikan.

5.2 Saran

Dalam perancangan suatu pabrik kimia, diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik. Pemilihan bahan baku, kemurnian produk, alat proses, serta alat penunjang perlu diperhatikan agar dapat mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R. D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York
- Badan Pusat Statistik. Statistic Indonesia. www.bps.go.id
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Brownell, L.E and Young. E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Coulson, J.M and Richardson, J.F. 1983. *Chemical Engineering, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press. Oxford
- Fogler, H.S. 2006. *Element of Chemical Reaction Engineering*. 4th ed. Pearson Education Inc. Massachusetts.
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.
- Kirk, R. E., and Othmer D.F. 1998 *Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed.* The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Matche. 2018. Equipment cost. <http://www.matche.com/>.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Peters, M., Timmerhause, K., and West, R. 2003. *Plant Design and Economics For Chemical Engineers*. Mc Graw Hill Companies Inc. USA
- Rase, F.H., 1977, *Chemical Reactor Design for Process Plants*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Handbooks. New York.

Wallas, S.M *Chemical Process Equipment*. Mc.Graw Hill Koagakusha Company.

Tokyo

LAMPIRAN

Perhitungan Mixer

Fungsi = Mengencerkan H₂SO₄
Tekanan = 1 atm
Suhu = 50°C

1. Perhitungan Densitas Campuran dalam Mixer

Komponen	m (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	ρi (kg/m ³)
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅	3.0681	0.0008	829.7402
C ₉ H ₁₀	7.6703	0.0019	887.8634
H ₂ SO ₄ .SO ₃	349.0975	0.0876	1780.0957
C ₆ H ₅ .C ₁₂ H ₂₅ SO ₃	2537.1041	0.6370	1058.1676
H ₂ SO ₄	762.6877	0.1915	1796.0256
H ₂ O	323.5374	0.0812	999.7097
Total	3983.1651	1.0000	7351.6023

Densitas Campuran = 1257.4709 kg/m³

Laju alir = 3.1676 m³/jam

Volume Cairan = $\theta \times \frac{\text{massa}}{\text{densitas cairan}}$

= 0.2640 m³

= 9.3220 ft³

Waktu Tinggal = 5 menit

= 0,083 jam

2. Dimensi Mixer

Dari Tabel 3-1 Peter and Timmerhaus hal.82,
Perancangan memilih over design sebesar 20%

Volume Alat = 1,2 x volume cairan

$$= 0.3168 \quad \text{m}^3$$

$$= 11.1863 \quad \text{ft}^3$$

Mixer direncanakan membentuk silinder tegak dengan perbandingan

$H = 2D$, dengan tutup berbentuk *torispherical dished head*

$$V_h = 0,000049 D^3$$

(Pers. 5.11 Brownel hal. 88)

Sehingga

$$V = V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup}}$$

$$= V_{\text{silinder}} + 2 \cdot V_h$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 H + 2 \times 0.00049 D^3$$

$$11.1863 = 1.5701 \times D^3$$

$$D^3 = 7.1246 \text{ ft}^3$$

$$D = 1.9242 \text{ ft}$$

$$D = 23.0906 \text{ in}$$

$$= 0.5865 \text{ m}$$

$$H = 2D$$

$$H = 3.8484 \text{ ft}$$

$$= 46.18 \text{ in}$$

$$= 1.173 \text{ m}$$

3. Tekanan Desain

$$h_{\text{cairan}} = \frac{V_{\text{cairan}}}{\frac{\pi}{4} D^2}$$

$$h_{\text{cairan}} = 0.9776 \text{ m}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \cdot g \cdot h_{\text{cairan}}$$

$$= 12046.7 \text{ pa}$$

$$= 0.1189 \text{ atm}$$

$$P_{\text{operasi}} = 1 \text{ atm}$$

$$P_{\text{desain}} = 1,2 \times (P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{operasi}})$$

$$= 1.3427 \text{ atm}$$

$$= 19.7372 \text{ psi}$$

4. Menghitung tebal shell

$$ts = \frac{p \cdot r_i}{(fE=0.6P)} + C$$

(Pers. 13.1 Brownell hal. 254)

f (allowable stress)	= 18847,948 psi
jenis sambungan	= <i>Double welded butt joint</i> (Tabel 13,2 Brownell)
E (efisiensi sambungan)	= 80%
C (faktor koreksi)	= 0.125 in
R (jari-jari alat)	= 11.5453 in
P (tekanan)	= 19.7372 psi

Sehingga,

ts	= 0.1401 in
ts standar	= 0.1875 in

5. Menentukan tebal head

Direncanakan berbentuk torispherical

ID shell	= 23.0906 in
OD shell	= ID + 2.ts
	= 23.4656 in

dari tabel 5,7 (Brownell,1959), untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu:

OD shell	= 22 in
	= 0.5588 m
Icr	= 1.375 in
Rc	= 21 in

(Brownell & Young 1959, .138)

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{rc}{\dot{a}}} \right) = 1.7270$$

$$th = \frac{p \cdot r_i}{2 \cdot f \cdot E - 0.2P} + C = 0.1487 \text{ in}$$

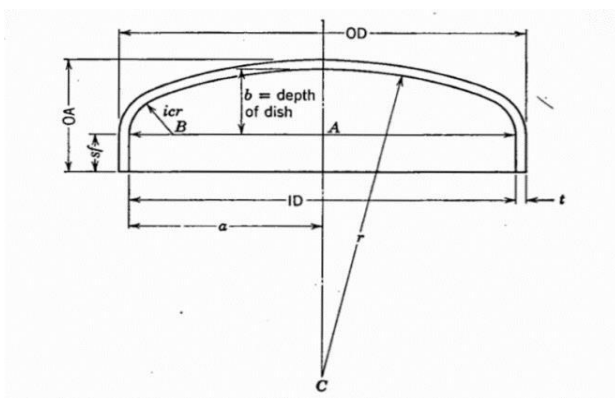
(Brownell & Young, Tabel 5.7 hal. 90)

Th standar = 3/16 in

= 0.1875 m

6. Desain Roof

Direncanakan head berbentuk Thorispherical Flanged and Dished head



Nilai sf dengan th = 3/16 in, adalah 11/2-2 in

Maka digunakan sf = 2 in

= 0.0508 m

ID head = OD - 2.th

ID head = 21.6250 in

(Brownell & Young, gambar 5.8)

a = ID/2

= 10.8125 in

AB = a - icr

= 9.4375 in

BC = rc - icr

= 19.6250 in

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

= 17.2068 in

$$\begin{aligned}
 b &= rc - AC \\
 &= 3.7932 \text{ in} \\
 \text{Tingg head (OA)} &= sf + b + t \text{ head} \\
 &= 5.9807 \text{ in} \\
 &= 0.1519 \text{ m} \\
 \text{Tinggi mixer total} &= H + 2.OA \\
 &= 58.1426 \text{ in} \\
 &= 1.4768 \text{ m}
 \end{aligned}$$

7. Menentukan tinggi cairan (H_{cairan})

$$\begin{aligned}
 V \text{ head} &= 0.000049D^3 \\
 &= 0.00000812 \text{ m}^3 \\
 V \text{ sf} &= (3.14 / 4) \times ID^2 \times Sf \\
 &= 0.01203 \text{ m}^3 \\
 V \text{ head total} &= V \text{ head} + V \text{ sf} \\
 &= 0.01204 \text{ m}^3 \\
 V \text{ cairan dalam shell} &= V \text{ cairan} - V \text{ head total} \\
 &= 0.2519 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas permukaan} &= (3.14 / 4) \times D^2 \\
 \text{cairan (At)} & \\
 &= 0.27 \text{ m}^2 \\
 \text{Tinggi cairan dalam} &= V \text{ cairan dalam shell} / At \\
 \text{shell (Hcairan)} & \\
 &= 0.933 \text{ m} \\
 \text{Tinggi cairan total} &= Hcairan + b + sf \\
 &= 1.0801 \text{ m}
 \end{aligned}$$

8. Dimensi Pengaduk

Dipilih jenis impeller dari gambar 10.57 hal 372 Coulson dengan viskositas tertentu

Jenis = Turbin or propeller (1750 rpm)

Dari Brown halaman 507, didapatkan:

Pengaduk = Flat blade turbine

D_t/D_i = 3

Z_l/D_i = 3.9

Z_i/D_i = 1.3

W/D_i = 0.17

Baffle = 4

Maka Diperoleh :

D_t = D shell
= 23.0906 in

Diameter Pengaduk = $D_t / 3$

(D_i)
= 7.6969 in
= 0.1955 m
= 0.6414 ft

Tinggi cairan dalam
pengadukan (Z_l) = $D_i \times 3,9$
= 30.0178 in
= 0.7625 m
= 2.5015 ft

Jarak pengaduk dari
dasar tangki (Z_i) = $D_i \times 1,3$
= 10.0059 in
= 0.2542 m
= 0.8338 ft

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar baffle (W)} &= D_i \times 0.17 \\
 &= 1.3085 \text{ in} \\
 &= 0.0332 \text{ m} \\
 &= 0.1090 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

9. Menentukan Jumlah Pengaduk

Digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\boxed{\text{Jumlah pengaduk} = \frac{WELH}{ID}}$$

(Rase, pers. 89)

dengan :

$$\begin{aligned}
 ID &= \text{diameter dalam mixer (in)} \\
 WELH &= \text{water equivalent liquid height} \\
 &= Z_l \times S_g \\
 S_g &= \text{specific gravity} \\
 &= \rho_{\text{cairan}} / \rho_{\text{air}} \\
 &= 1.2575 \\
 WELH &= 1.1732 \\
 \text{Jumlah pengaduk} &= 2.0003 \\
 &= 2 \text{ Pengaduk}
 \end{aligned}$$

10. Menentukan Kecepatan Pengaduk

$$\boxed{N = \frac{600}{\pi \times D_i \text{ (ft)}} \sqrt{\frac{WELH}{2 \times D_i \text{ (in)}}}}$$

(Rase, Pers.8.8)

$$\begin{aligned}
 N &= 284.8997 \text{ rpm} \\
 &= 4.7483 \text{ rps}
 \end{aligned}$$

Kecepatan Pengaduk (N) standar yang digunakan adalah

320 rpm. (Wallas, hal.288)

11. Menentukan Power Pengaduk

ρ cairan	= 1257.4709 kg/m ³ = 1.2575 g/cm ³
μ (viskositas)	= 20.6399 cp = 0.2064 g/cm.s
Di	= 0.1955 m = 19.55 cm
N	= 320 rpm = 5.33 rps

Bilangan Reynold

$$N Re = \frac{\rho \times N \times Di^2}{\mu}$$

$$N Re = 12418.8985$$

Dari gambar.8.8 rase halaman 349, dengan bilangan Reynold tersebut akan diperoleh Harga Np.

$$Np = 5$$

$$Np = \frac{Pa}{\rho \times Ni^3 \times Di^5}$$

$$Pa = Np \times \rho \times Ni^3 \times Di^5$$

$$Pa = 2723965042 \text{ g.cm}^2/\text{s}^3$$

$$= 0.2724 \text{ kw}$$

12. Efisiensi motor elektrik untuk Pa (Kw)

$$\eta = 80\% \quad (\text{gambar.4.2 Ulrich, 1984})$$

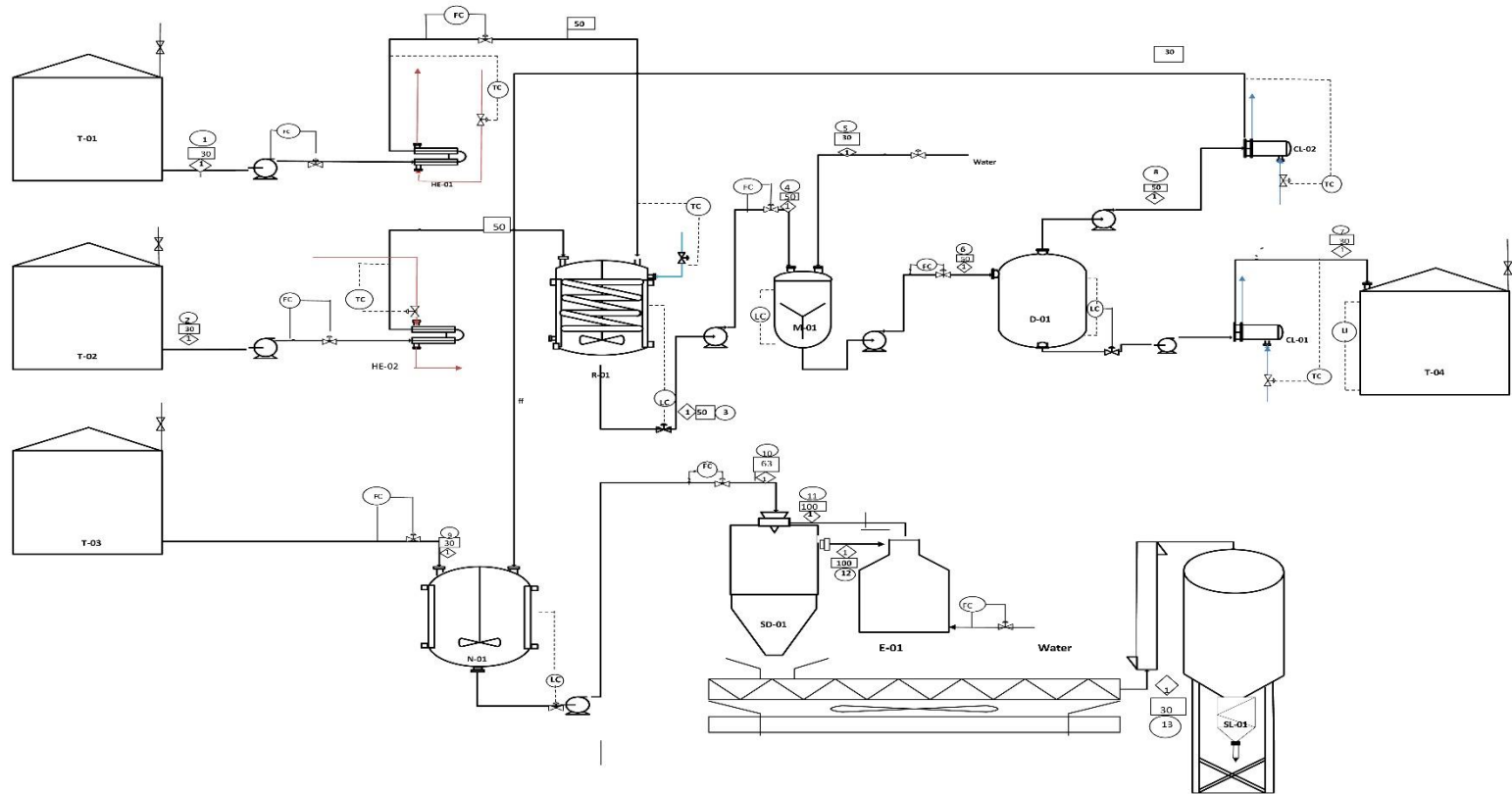
$$Pa \times 80\% = 0.3405 \text{ kw}$$

$$= 0.4566 \text{ Hp}$$

$$\text{Dipilih Power standard, P} = 0.5 \text{ Hp}$$

Fungsi	:	Mengencerkan H ₂ SO ₄		
Jenis	:	Vertical, torispherical dished head		
Bahan	:	Stainless Steel AISI (316) (18Cr, 12Ni, 2.5Mo)		
Jumlah	:	1	Buah	
Kondisi operasi				
Tekanan	:	1	atm	
Temperature	:	50	°C	
Waktu Tinggal	:	5	menit	
Spesifikasi Alat				
Diameter	:	0.5865	m	
Tinggi Alat	:	1.1730	m	
Tebal <i>Shell</i>	:	0.1875	inch	
Tebal <i>Head</i>	:	0.1875	inch	
Tinggi <i>Head</i>	:	0.1519	m	
Harga	:			
Pengaduk				
Jumlah pengaduk		2		
Power Pengaduk		0.5	Hp	

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT DARI DODEKILBENZEN DAN OLEUM 20% DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus (kg/jam)												
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13
$C_{12}H_{26}$	1307,4407		52,2976	2,0919		2,0919		2,0919		2,0919			2,0919
$C_{12}H_{18}$	5,2298		5,2298	5,2298		5,2298		5,2298		5,2298			5,2298
H_2SO_4		1182,5429	274,3493	239,0222									
$C_{12}H_{18}C_{10}H_7SO_3$			1663,3196	1729,8524		1729,8524		1729,8524					
H_2O			900,0163	522,0170		782,1089	796,4667	15,6422					
H_2O					220,5948	196,5251	196,5251		243,7227	345,0321	103,6517873	431,3223	17,3616
NaOH									225,0210				
$C_{12}H_{18}C_{10}H_7SO_3Na$										1846,5909		0,0000	1846,5909
Na_2SO_4										22,6652			22,6652
Udara										3810,727475	3810,727475		
Jumlah	1312,6704	1182,5429	2495,2133	2495,2133	220,5948106	2715,8081	962,99194	1752,8163	468,7996537	2221,6099	3514,379262	4242,04377	1893,9394

ALAT	KETERANGAN	SIMBOL	KETERANGAN
T	TANGKI PENYIMPANAN	(T)	weight Controller
SL	SILO	(SL)	Level Controller
R	REAKTOR	(R)	Level Indikator
M	MIXER	(M)	Temperature Controller
D	DECANTER	(D)	Nomor Arus
N	NETRALIZER	(N)	Suhu, C
SD	SPRAY DRYER	(SD)	Tekanan, mm
HE	HEATER	(HE)	Control Valve
CL	COOLER	(CL)	Electric Controller
E	BOILER	(E)	Pipling
BC	BELT CONVEYOR	(BC)	Udama Tekan
BE	BUCKET ELEVATOR	(BE)	Vent



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK SODIUM DODEKILBENZEN SULFONAT
DARI DODEKILBENZEN DAN OLEUM 20%
DENGAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN

Dikerjakan oleh :
1. Kris Alan Farisi
Dosen Pembimbing :
1. Venitalitya Alethea Sari Augustia, S. T., M. Eng

