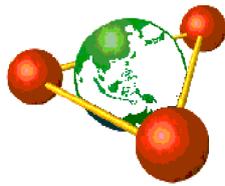


SKRIPSI
PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL OLEAT DARI N-BUTANOL DAN
ASAM OLEAT DENGAN KATALIS ASAM SULFAT
Kapasitas 8.000 Ton/Tahun



Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta

Oleh :

Yusuf Nur Cahyo

19130253D

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2018

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL OLEAT DARI N-BUTANOL DAN
ASAM OLEAT DENGAN KATALIS ASAM SULFAT**

Kapasitas 8.000 Ton/Tahun

Oleh :

YUSUF NUR CAHYO

19130253D

Telah disetujui oleh Pembimbing

Pada tanggal.....*20 Agustus 2018*

Pembimbing I



Dewi Astuti H, ST., M.Eng
NIS. 01.96.023

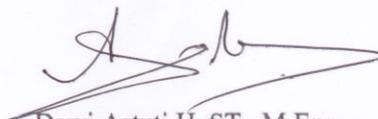
Pembimbing II



Narimo, ST., M.M
NIS. 01.96.025

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dewi Astuti H, ST., M.Eng
NIS. 01.96.023

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL OLEAT DARI N-BUTANOL DAN
ASAM OLEAT DENGAN KATALIS ASAM SULFAT

Kapasitas 8.000 Ton/Tahun

Oleh :

YUSUF NUR CAHYO

19130253 D

Telah Disahkan oleh Tim Penguji

Pada Tanggal 20 Agustus 2018

Penguji I : Ir. Sumardiyono., MT.
Penguji II : Petrus Darmawan, ST., MT.
Penguji III : Dewi Astuti H, ST., M.Eng.
Penguji IV : Narimo, ST., MM.



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi




Petrus Darmawan, ST., MT.
NIS. 01.94.016

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia


Dewi Astuti H, ST., M.Eng
NIS. 01.96.023

LEMBAR MOTO DAN PERSEMBAHAN

”Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan kerjakanlah dengan sungguh – sungguh urusan yang lain, dan hanya kepada Allah kamu berharap (Q.S Al-Insyirah : 6 – 8).

“Tiada kekuatan dan daya kecuali karena pertolongan Allah Yang Maha Tinggi dan Maha Agung.” (HR.AI-Bukhari)

"Hidup itu seperti mengendarai sebuah sepeda. Untuk menjaganya agar tetap seimbang anda harus tetap bergerak." (Albert Einsten)

"Ojo rumongso biso, nanging bisoho rumongso." (Unknow)

Keberhasilan adalah sebuah proses. Niatmu adalah awal keberhasilan. Peluh keringatmu adalah penyedapnya. Tetesan air matamu adalah pewarnanya. Do'amu dan do'a orang-orang disekitarmu adalah bara api yang mematangkannya. Kegagalan di setiap langkahmu adalah pengawetnya, maka dari itu, bersabarlah! Allah selalu menyertai orang-orang yang penuh kesabaran dalam proses menuju keberhasilan. Sesungguhnya kesabaran akan membuatmu mengerti bagaimana cara mensyukuri arti sebuah keberhasilan

Kesuksesan bukan bersumber dari siapa orang tuamu, bukan dari mana tempat asalmu, dan juga bukan dari seberapa kaya orang tuamu, tetapi kesuksesan bersumber dari diri kita sendiri.

Dengan harapan dan usaha yang menurut orang lain tidak mungkin terwujud, pasti akan terwujud maka selama anda masih hidup jangan berhenti berharap dan berusaha.

Terima kasihku untuk.....

Allah SWT,

Segala puji syukur kupanjatkan hanya kepada-Mu,(...Atas segala rahmat dan nikmat menjadi hamba-Mu... semoga kami selalu terjaga dalam ridho-Mu...).

Ibu dan Bapak tercinta,...

Terima kasih untuk seluruh curahan kasih sayang, dukungan dan kepercayaannya selama ini...untuk perjuangan panjangnya & tanggungjawab yang begitu besar...Kaliyan segalanya bagiku.... "Dua bijak pahlawan hidupku yang banyak mengajarku arti kehidupan, yang membantuku mewujudkan impian yang tidak pernah lekang oleh waktu, pemotivasi terbaik dalam hidupku, yang selalu menyelipkan Kodeku dalam setiap do'a dan pengharapan. Bapak dan Ibu tercinta, semoga tetesan butir-butir keringatmu terwujud sebagai keberhasilan dan kebahagiaanku".....

Bu Dewi dan Pak Narimo....

Terima kasih atas bimbingannya selama ini...baik untuk akademis maupun tugas akhir ini...

Pak Argoto, Bu Endah, Pak Dion, Pak Supriyono, Pak Petrus dan semua Dosen Tekkim USB...

Terimakasih atas masukan-masukannya, atas ilmu yang kalian berikan selama kuliah, atas kesediaan waktu untuk selalu mendengarkan keluh kesah kami....

Untuk keluarga besarku,

Trimakasih atas doa dan motivasinya.....

Semua Teman-teman seperjuangan TEKKIM USB, Galih, Meini, Aika, Dhika, Lu'lu, Gani, Puti, Nada, Fristy, Intan, Nurul, Nuril

Terima kasih atas doa dan motivasinya

Keluarga Besar Musafir Abah Boyon

Terima kasih atas doa dan motivasinya

Buat semua pihak yang telah membantu..,

Terima kasih atas bantuannya...maafkan tidak dapat disebutkan satu per satu....

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadiran Tuhan yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga dapat menyelesaikan proposal prarancangan pabrik kimia ini dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik n-Butil oleat dari Asam oleat dan Butanol dengan katalis Asam Sulfat Kapasitas 8.000 Ton/Tahun**. Tugas perancangan pabrik kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui proposal ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Djoni Tarigan, MBA., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta. selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Petrus Darmawan., ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Dewi Astuti H., ST., M.Eng., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi.
4. Dewi Astuti H., ST., M.Eng., selaku pembimbing I, yang dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesainya proposal tugas akhir ini.
5. Narimo., ST., MM., selaku pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan nasehat hingga selesainya proposal tugas akhir ini.
6. Petrus Darmawan., ST., MT., dan Ir Sumardiyono, MT. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji proposal tugas akhir.

7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi S1 Teknik Kimia yang telah membimbing selama kuliah.
8. Orang tua yang selalu memberikan dukungan, doa dan motivasi.
9. Serta semua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan	2
1.2.1 Prediksi Kebutuhan n-butyl oleat di Indonesia	2
1.2.2 Kebutuhan N-butyl oleat di Luar Negeri	4
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku dan Katalis	5
1.2.4 Kapasitas pabrik minimum	6
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	7
1.3.1 Faktor Utama	7
1.3.2 Faktor Penunjang	9
1.4 Kegunaan Produk	10
1.5 Pemilihan proses	12
1.6 Tinjauan pustaka	12
1.6.1 Sifat fisis dan kimia bahan baku	12
1.6.2 Produk	13
1.6.3 Dasar Reaksi	13
1.6.4 Mekanisme Reaksi	14
1.6.5 Fase reaksi	14
1.6.6 Kondisi operasi	14
1.6.7 Tinjauan Termodinamika	15
1.6.8 Tinjauan Kinetika	18

BAB II SPESIFIKASI BAHAN	19
2.1 Spesifikasi Bahan baku	19
2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	20
2.3 Spesifikasi Produk.....	20
2.4 Spesifikasi impuritas	21
BAB III DESKRIPSI PROSES	22
3.1 Tahapan Proses.....	22
3.2 Diagram Alir Proses	25
3.2.1 Diagram Alir Kualitatif.....	25
3.2.2 Diagram Alir Kuantitatif.....	26
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	27
4.1 Neraca Massa	27
4.2 Neraca Panas	31
BAB V SPESIFIKASI ALAT	37
1.1 Tangki Penyimpanan Asam Oleat	37
1.2 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat.....	37
1.3 Tangki Penyimpanan Butanol.....	38
1.4 Mixer.....	38
1.5 Reaktor	39
1.6 Dekanter	40
1.7 Distilasi 1	40
1.8 Distilasi 2	41
1.9 Tangki Penyimpanan Produk n-butyl Oleat.....	41
1.10 Tangki Akumulator 1	42
1.11 Tangki Akumulator 2.....	42
1.12 Heat Exchanger.....	43
1.13 Pompa	50
1.14 Expansion Valve	56
BAB VI ALAT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS)	57
6.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	57
6.2 Unit Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	57
6.3 Unit Laboratorium.....	57
6.2.1 Unit pengadaan dan pengolahan air.....	58
6.2.2 Unit pengadaan steam.....	61
6.2.3 Unit Pengadaan Listrik	69
6.2.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	72
6.2.5 Unit Penyediaan Udara Tekan	73
6.2.6 Unit Refrigerasi.....	73
6.2.7 Unit Pengolahan Limbah	73

6.4	Laboratorium	74
6.5	Unit Keselamatan dan Kesehatan Kerja	75
BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK		77
7.1	Bentuk Perusahaan	77
7.2	Sruktur Organisasi	78
7.2.1	Pemegang saham	79
7.2.2	Dewan Komisaris	79
7.2.3	Dewan Direksi	79
7.2.4	Staf Ahli dan Litbang	80
7.2.5	Kepala Bagian	81
7.2.6	Kepala Seksi	82
7.2.7	Karyawan	84
7.3	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	85
7.3.1	Sistem Kepegawaian	85
7.3.2	Sistem Gaji	85
7.3.3	Pembagian Jam Kerja Karyawan	87
7.3.4	Kesejahteraan Karyawan	89
7.4	Manajemen Produksi	90
7.4.1	Perencanaan Produksi	90
7.4.2	Pengendalian Proses	91
7.5	Tata Letak (Lay Out) Pabrik	94
7.6	Tata Letak Peralatan	97
BAB VIII EVALUASI EKONOMI		101
8.1	Perhitungan Biaya	104
8.2	Total Fixed Capital Investment	106
8.3	Working Capital	106
8.4	Manufacturing Cost	107
8.5	General Expenses	107
8.6	Analisis Ekonomi	108
8.6.1	Return On Investment (ROI)	108
8.6.2	<i>Pay Out Time</i> (POT)	109
8.6.3	Break Even Point (BEP)	109
8.6.4	Shut Down Point (SDP)	110
8.6.5	Discounted Cash Flow (DCF)	110
BAB IX KESIMPULAN		112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN		115

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1	Data impor n-butyl oleat 2
Tabel 1.2	Data Impor n-butyl oleat di berbagai negara dari Tahun 2009-2015 4
Tabel 1.3	Data Impor n-butyl oleat di berbagai negara dari Tahun 2009-2015 4
Tabel 1.4	Tabel Ketersediaan bahan baku yang digunakan untuk pembuatan n-butyl oleat 6
Tabel 1.5	Data pabrik n-butyl oleat dengan kapasitasnya 6
Tabel. 1.6.	Harga (ΔH_f°) masing-masing komponen pada suhu 298 K 16
Tabel 1.7.	Data Cp Komponen Bahan Baku dan Produk 16
Tabel 1.8.	Data Energi Bebas Gibbs Komponen Bahan Baku dan Produk . 17
Tabel 4.1	Neraca massa di sekitar mixer 1 29
Tabel 4.2	Neraca massa di sekitar reaktor 29
Tabel 4.3	Neraca massa di sekitar dekanter 30
Tabel 4.4	Neraca massa di sekitar destilasi 1 30
Tabel 4.5	Neraca massa di sekitar menara destilasi 31
Tabel 4.6	Neraca massa total 31
Tabel 4.7	Tabel kapasitas panas cairan 32
Tabel 4.8	Neraca panas di sekitar reaktor 33
Tabel 4.9	Neraca panas di sekitar distilasi 33
Tabel 4.10	Neraca panas di sekitar distilasi 34
Tabel 4.11	Neraca panas di sekitar heater 1 34
Tabel 4.12	Neraca panas di sekitar heater 2 35
Tabel 4.13	Neraca panas di sekitar heater 3 35

Tabel 4.14	Neraca panas di sekitar heater 4	35
Tabel 4.15	Neraca panas di sekitar heater 5	36
Tabel 4.16	Neraca panas di sekitar cooler 1	36
Tabel 4.17	Neraca panas di sekitar cooler 2	37
Tabel 4.18	Neraca panas di sekitar cooler 3	37
Tabel 6.1	Kebutuhan air proses	59
Tabel 6.2	Kebutuhan air pendingin.....	60
Tabel 6.3	Kebutuhan air sanitasi.....	61
Tabel 6.4	Kebutuhan air untuk <i>steam</i>	61
Tabel 6.5	Kebutuhan listrik untuk keperluan proses	71
Tabel 6.6	Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas	72
Tabel 7.1	Daftar gaji karyawan.....	88
Tabel 7.2	Pembagian shift karyawan	90
Tabel 7.3	Luas bangunan pabrik.....	97
Tabel 8.1	<i>Cost index chemical plant</i>	104
Tabel 8.2	<i>Total fixed capital investment</i>	109
Tabel 8.3	<i>Working capital</i>	110
Tabel 8.4	<i>Manufacturing cost</i>	110
Tabel 8.5	<i>General expenses</i>	112
Tabel 8.6	<i>Fixed cost</i>	112
Tabel 8.7	<i>Variable cost</i>	113
Tabel 8.8	<i>Regulated cost</i>	114
Tabel 9.1	Analisis kelayakan ekonomi	112

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Grafik impor n-butil oleat Indonesia tahun 2008-2013	3
Gambar 1.2 Peta kawasan industri di Gresik.....	7
Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif.....	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif.....	27
Gambar 6.1 Diagram penyediaan air	64
Gambar 7.1 Struktur Organisasi	95
Gambar 7.2 Tata Letak Pabrik.....	98
Gambar 7.3 Tata Letak Alat	101
Gambar 8.1 Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i>	104
Gambar 8.2 Grafik analisis kelayakan ekonomi.....	111

INTISARI

Esterifikasi n-butyl oleat secara fase cair dipilih karena dapat digunakan untuk proses skala besar dan prosesnya lebih sederhana dibandingkan dengan proses yang lainnya. Pabrik tersebut direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun diatas area sebesar 10.000 m² yang akan didirikan pada tahun 2022, lokasi pabrik berada di Gresik, Jawa Timur yang berdekatan dengan PT. Oxo Nusantara dan PT. Petrokimia Gresik sebagai penyedia bahan baku utama. Pabrik ini beroperasi dengan kapasitas 8.000 ton/tahun, dengan pertimbangan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri.

Proses pembuatan n-butyl oleat berlangsung pada fase cair dengan menggunakan reaktor CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) dengan kondisi tekanan 1 atm, suhu 100°C. Reaksi berlangsung secara *eksotermis*, *reversible*, dan *non adiabatic*. Kebutuhan asam oleat sebesar 865,6618 kg/jam, n-butanol sebesar 226,3966 kg/jam dan asam sulfat sebesar 21,5283 kg/jam. Produk berupa n-butyl oleat sebesar 1.010,1010 kg/jam. Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyediaan air start up sebesar 20.288,8435 kg/jam dan make up sebesar 3.030,3814 kg/jam. Kebutuhan listrik diperoleh dari PT.PLN dan *generator set* sebesar 500 kVa sebagai cadangan, bahan bakar solar total sebanyak 0,0495 m³/jam dan udara tekan sebesar 50 m³/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan *Fixed Capital Investment* (FCI) Rp 132.828.489.065,77 dan modal kerja Rp 44.253.389.449,64. Keuntungan sebelum pajak Rp 49.965.804.410,32 pertahun setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 34.976.063.087,23 pertahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 37,617% dan setelah pajak 26,332%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,1 tahun dan setelah pajak 2,752 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,345 %, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,775%. Dari data analisis kelayakan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan

Kata kunci : *Continuous Stirred Tank Reactor*, esterifikasi, n-butyl oleat,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan kemajuan sektor industri telah menuntut semua negara ke arah industrialisasi. Indonesia sebagai negara berkembang yang saat ini sedang giat melaksanakan pembangunan di berbagai bidang, pembangunan di bidang industri merupakan salah satu *concern* pemerintah adalah pembangunan di bidang industri kimia. Pembangunan Indonesia bertumpu pada industri di sektor migas yang merupakan sumber devisa terbesar pemerintah. Mengingat migas merupakan sumber daya alam yang tidak bisa diperbaharui serta memerlukan waktu yang lama untuk memulihkan kembali maka pemerintah menerapkan kebijakan untuk melepas ketergantungan dari sektor migas. Hal ini tentu saja memberi dampak positif untuk mendorong berdirinya pabrik kimia yang berorientasi untuk mengolah bahan baku menjadi bahan perantara maupun bahan jadi.

Salah satu komoditas yang menunjang hal di atas adalah plastik dan polimer, karena memiliki peranan yang penting bagi masyarakat. Salah satu bahan yang mempunyai peranan penting dalam industri plastik adalah n-butil oleat. Kebutuhan n-butil oleat saat ini masih diimpor dari negara lain.

n-butil oleat banyak digunakan untuk industri plastik, yaitu sebagai *plasticizers*. *Plasticizers* adalah bahan yang berfungsi untuk menaikkan kemampuan kerja dan fleksibilitas plastik. Penambahan *plasticizers* dapat menurunkan viskositas leburan dan modulus elastisitas plastik. Manfaat lain dari n-butil oleat adalah sebagai polyester. n-butil oleat semakin dibutuhkan saat ini seiring bertambahnya pabrik plastik di Indonesia.

Bahan dasar n-butil oleat adalah butanol dan asam oleat. Reaksi yang terjadi adalah reaksi esterifikasi yang sudah kerap digunakan dalam proses pembuatan bahan-bahan kimia. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka diharapkan pabrik ini nantinya akan mempunyai prospek yang menjanjikan di masa depan.

Pemilihan mendirikan pabrik ini karena alasan sebagai berikut:

1. Memenuhi kebutuhan industri di dalam negeri yang menggunakan bahan baku atau bahan tambahan n-butyl oleat.
2. Terciptanya lapangan pekerjaan yang berarti turut serta dalam usaha mengurangi pengangguran.
3. Meningkatkan nilai ekonomi dari CPO karena bahan utama dari n-butyl oleat adalah asam oleat yang merupakan turunan produk dari CPO.
4. Penghematan beban impor *plasticizers* untuk industri plastik di Indonesia.

1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan

Menentukan kapasitas pabrik n-butyl oleat yang direncanakan, didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1.2.1 Prediksi Kebutuhan n-butyl oleat di Indonesia

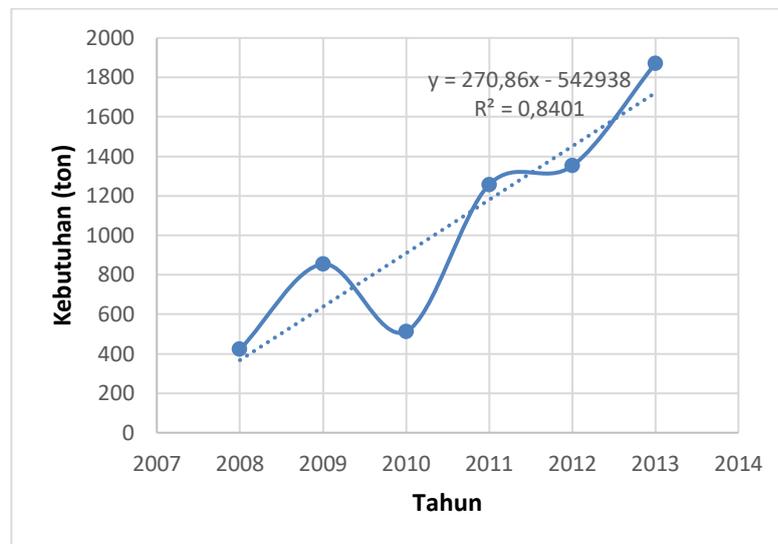
Permintaan n-butyl oleat di Indonesia dalam sepuluh tahun terakhir relatif tidak konstan (cenderung meningkat) tergantung pada kebutuhan pabrik di Indonesia. Kebutuhan tersebut dapat dilihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 1.1 Data impor n-butyl oleat

No	Tahun	Kapasitas (Ton)
1	2008	422,141
2	2009	853,876
3	2010	512,746
4	2011	1256,971
5	2012	1352,193
6	2013	1870,044

(bps.go.id 2008-2013)

Dari data impor n-butyl oleat diatas (tabel 1.1), kemudian digunakan regresi linear untuk mendapatkan kenaikan impor n-butyl oleat di Indonesia. Regresi linear untuk data kenaikan impor ditunjukkan pada gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1 Grafik impor n-butyl oleat Indonesia tahun 2008-2013

Berdasarkan data statistik dan gambar grafik diatas kebutuhan Indonesia akan n-butyl oleat mengalami kecenderungan meningkat sesuai dengan persamaan garis lurus $y = 270,86x - 542938$, dimana nilai y merupakan kebutuhan import n-butyl oleat pada tahun tertentu dalam satuan ton.

Pabrik akan dibangun pada tahun 2022. Kebutuhan n-butyl oleat pada tahun tersebut menurut persamaan regresi linear grafik di atas adalah sebesar $270,86 (2022) - 542938 = 4.740,92$ ton/tahun.

Setiap tahunnya, antara tahun 2008 sampai tahun 2013 kebutuhan impor n-butyl oleat mengalami peningkatan. Hal ini dapat digunakan sebagai acuan bahwa kebutuhan n-butyl oleat dari tahun ke tahun semakin meningkat dan diprediksi kebutuhan n-butyl oleat di tahun-tahun yang akan datang masih terus meningkat. Ditinjau dari makin bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan untuk bahan industri lain maka perlu untuk menambah jumlah produksi n-butyl oleat untuk memenuhi kebutuhan domestik maupun pasar dunia yang semakin meningkat.

1.2.2 Kebutuhan N-butil oleat di Luar Negeri

Kelebihan produksi yang ada dapat diekspor ke negara lain yang masih banyak membutuhkan untuk mencukupi kebutuhan dalam negerinya. Negara-negara tersebut di antaranya.

Tabel 1.2 Data Impor n-butil oleat di berbagai negara dari Tahun 2009-2015

Tahun	Kebutuhan (Ton)
2009	16.504,3
2010	21.165,9
2011	29.514,4
2012	39.689,9
2013	27.398,1
2014	20.134,5
2015	23.498,2

(www.data.un.org 2009-2015)

Berdasarkan data impor n-butil oleat (tabel 1.2), kemudian digunakan persamaan *moment method* (Sherwood et al,1981) untuk memperkirakan kebutuhan impor n-butil oleat pada berbagai negara di dunia.

Persamaan yang digunakan adalah:

$$y = a + bx$$

Dimana:

y = kebutuhan n-butil oleat dalam ton/pertahun

x = tahun ke n

a = Konstanta

a = Konstanta

Tabel 1.3 Data Impor n-butil oleat di berbagai negara dari Tahun 2009-2015

Tahun	Kebutuhan (Ton)	x	Y	x ²	xy
2009	16504,3	1	16504,3	1	16504,3
2010	21165,9	2	21165,9	4	42331,8
2011	29514,4	3	29514,4	9	88543,2
2012	39.689,9	4	37689,8	16	158759,2
2013	27398,1	5	27398,1	25	136990,5
2014	20134,5	6	20134,5	36	120807
2015	23498,2	7	23498,2	49	164487,4
Total		28	175905,3	140	728423,4

Harga a dan b dapat dihitung dengan

$$y = a + bx$$

$$\sum y = na + b\sum x$$



$$\sum xy = a\sum x + b\sum x^2$$

Dengan cara eliminasi

$$175905,3 = 7a + 28b \quad (\times 4) \quad 711620,8 = 28a + 112b$$

$$720423,4 = 28a + 140b \quad (\times 1) \quad 720423,4 = 28a + 140b -$$

$$-16802,6 = -28b$$

$$b = 600,0928$$

$$175905,3 = 7a + 28b$$

$$175905,3 = 7a + 28(600,0928)$$

$$175905,3 - 16802,5984 = 7a$$

$$7a = 159102,60$$

$$a = 23014,6571$$

Kebutuhan n-butyl oleat dunia pada tahun 2022 sehingga $x=14$ dan persamaannya menjadi:

$$y = a + bx$$

$$y = 23014,6571 + 600,0928(14)$$

$$y = 31415,2429$$

Dari perhitungan diatas, maka diperkirakan kebutuhan n-butyl oleat di dunia pada tahun 2022 adalah 31415,2429 ton.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku dan Katalis

Bahan baku yang dapat digunakan untuk produksi n-butyl oleat adalah n-butanol (C_4H_9OH), asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$), dan Katalis Asam Sulfat, (H_2SO_4). Kebutuhan kedua bahan baku tersebut dapat diperoleh dari produsen-produsen dalam dan luar negeri.

Tabel 1.4 Tabel Ketersediaan bahan baku yang digunakan untuk pembuatan n-butyl oleat

No	Bahan Baku	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)	Negara	Sumber
1	Asam oleat (99 %berat)	(Jinan ZZ International Trade Co., Ltd	36.000	Cina	Indonesian.alibab a.com
2	n-Butanol (99,9%berat)	PT. Petro Oxo Nusantara	30.000	Indonesia	www.tubanpetro.com
3	Asam Sulfat (98 %berat)	PT. Petrokimia Gresik	1.170.000	Indonesia	www.petrokimia-gresik.com

1.2.4 Kapasitas pabrik minimum

Kapasitas minimal pabrik yang layak berdiri dapat diketahui dari pabrik yang telah ada. Berikut ini pabrik n-butyl asetat yang telah ada di dunia beserta kapasitasnya.

Tabel 1.5 Data pabrik n-butyl oleat dengan kapasitasnya

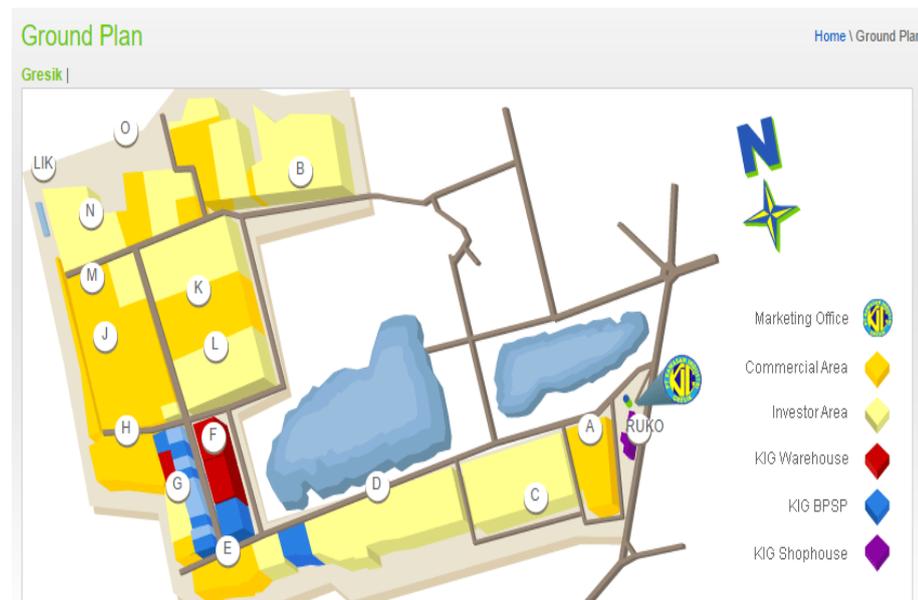
No	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	Adinath Internasion Pvt., Ltd	India	2.000
2	Shanghai Terppon Chemical Co., Ltd	Cina	3.000
3	Zengzhou Yi Bang Industry Co., Ltd	Cina	6.000
4	Simagchem corp.	Cina	10.000

(www.alibaba.com)

Dengan memperhatikan serta mempertimbangkan kebutuhan di Indonesia dan kemungkinan ekspor ke negara lain, maka pabrik n-butyl oleat yang akan dibangun direncanakan berkapasitas 8.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan dipengaruhi berbagai faktor. Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain : letak pabrik dekat dengan sumber bahan baku, transportasi, pasaran produk, kondisi sosial politik, tenaga kerja dan kemungkinan perluasan area pabrik di masa yang akan datang. Lokasi pabrik yang dipilih adalah kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Gresik selama ini dikenal sebagai daerah industri yang memiliki berbagai hal yang menunjang keberlangsungan produksi suatu pabrik. Peta lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Peta kawasan industri di Gresik

Pemilihan ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan secara teknik dan ekonomis berdasarkan pertimbangan :

1.3.1 Faktor Utama

Faktor ini mempengaruhi secara langsung tujuan utama pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produksi. Faktor utama ini meliputi:

a. Bahan Baku

Kemudahan bahan baku menjadi faktor utama dalam pendirian suatu pabrik. Bahan baku pabrik n-butil oleat adalah asam oleat dan n-butanol.

N-butanol diperoleh dari PT Petro Oxo Nusantara, Gresik, Jawa Timur, yang secara geografis dekat dari lokasi pabrik. Untuk asam oleat diimpor dari Jinan ZZ International Trade Co., Ltd., Cina, sedangkan asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik

b. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja diperoleh dari masyarakat sekitar. Ini bertujuan untuk memberdayakan masyarakat setempat dan mengurangi jumlah pengangguran. Sedangkan untuk tenaga ahli bisa diperoleh dengan mengadakan seleksi penerimaan, yang menjaring calon ahli dari seluruh Indonesia.

Daerah industri Gresik merupakan daerah dengan jumlah penduduk yang cukup padat selain itu dekat dengan daerah Surabaya dan Jawa Tengah sehingga kebutuhan tenaga kerja, baik tenaga kerja kasar maupun ahli dapat dengan mudah terpenuhi.

c. Letak dan Sarana Transportasi

Lokasi pabrik yang dirancang akan didirikan dekat dengan sarana transportasi laut menjadi hal yang penting. Pelabuhan yang terintegrasi dengan kawasan industri, *Java Integrated Industrial and Port Estate* (JIPE) oleh PT. PELINDO III yang berlokasi di Gresik dan juga wilayahnya tidak jauh dari pelabuhan Tanjung Perak Surabaya sehingga mempermudah dalam pemasokan bahan baku dan pemasaran produk baik untuk dalam negeri maupun luar negeri dalam aktivitas ekspor. Transportasi lewat darat juga dapat dilakukan dengan mudah. Telekomunikasi di Gresik cukup baik dan berjalan dengan lancar.

d. Pemasaran

Pemasaran produk sebagian besar untuk mencukupi kebutuhan impor dalam negeri dengan prioritas utama pemasaran n-butil oleat antara lain industri karet, PVC, CPO, kosmetik, cat, dll.

e. Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan adalah tenaga listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PLN (PLTU Paiton) dan generator pembangkit tenaga listrik yang dibangun sendiri sebagai cadangan. Kebutuhan

air dapat diperoleh dari pengolahan air bersih PT.Petrokimia Gresik. Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT.PERTAMINA sebagai pemasok bahan bakar minyak.

1.3.2 Faktor Penunjang

a. Tanah dan Iklim

Penentuan suatu kawasan industri terkait dengan masalah tanah, yaitu tidak rawan terhadap gempa, tanah longsor maupun banjir, jadi pemilihan lokasi pendirian pabrik di kawasan Gresik tepat, walaupun masih diperlukan kajian lebih lanjut tentang masalah tanah sebelum pabrik didirikan.

Kawasan Gresik, Jawa Timur memiliki iklim tropis, karena berada di dekat pantai utara Pulau Jawa. Gresik terhindar dari iklim yang berubah-ubah dan tidak stabil, sehingga kegiatan operasional pabrik diharapkan dapat berjalan lancar. Karena berada di kawasan Industri, maka kajian mengenai kondisi tanah dan iklim dapat dipertimbangkan sejak penentuan suatu wilayah sebagai kawasan industri.

b. Harga Tanah

Harga tanah merupakan faktor yang membatasi kemampuan penyediaan awal. Bila harga tanah tinggi, maka diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruangan. Pemakaian tempat harus disesuaikan dengan areal yang tersedia. Bila perlu ruangan harus dibuat bertingkat, sehingga dapat menghemat tempat.

c. Kualitas, Kuantitas, dan Letak Bangunan

Kualitas, kuantitas dan letak bangunan harus memenuhi standar sebagai bangunan pabrik baik dalam arti kekuatan bangunan fisik maupun perlengkapannya, misalnya ventilasi, insulasi dan instalasi. Keteraturan penempatan bangunan akan membantu kemudahan kerja dan perawatan.

d. Keamanan

Faktor yang paling penting adalah faktor keamanan. Meskipun telah dilengkapi dengan alat-alat pengaman, seperti hydrant, reservoir air yang mencukupi, penahan ledakan dan juga asuransi pabrik. Faktor-faktor pencegah harus tetap disediakan misalnya tangki bahan baku, produk dan bahan bakar

harus ditempatkan di areal khusus dengan jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat yang rawan akan bahaya ledakan dan kebakaran.

e. Fasilitas Jalan

Jalan raya untuk pengangkutan bahan baku, produk dan bahan-bahan lainnya sangat diperlukan. Penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses atau kelancaran dari tempat yang dilalui

f. Perluasan Area Pabrik

Gresik merupakan daerah pengembangan industri yang relatif luas sehingga masih memungkinkan untuk memperluas areal pabrik jika diinginkan.

g. Kebijakan pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan faktor kepentingan pemerintah yang terkait di dalamnya. Kebijakan pengembangan industri berhubungan dengan pemerataan kesempatan kerja serta hasil-hasilnya.

1.4 Kegunaan Produk

N-butyl oleat banyak digunakan sebagai:

1. *Plasticizers* dalam industri plastik atau PVC.
2. Pelarut (*solvent*) untuk industri cat dan kosmetik.
3. Pelumas, *water-resistant agent*, *coating compositions*, *waterproofing compounds*.

1.5 Pemilihan proses

N-butyl oleat merupakan ester dari asam organik yang tidak larut dalam air, berwarna dan sedikit berbau. Reaksi esterifikasi antara alkohol dan asam dibedakan menjadi dua macam:

1. Esterifikasi Fase Uap

Reaksi esterifikasi fase uap merupakan salah satu alternatif yang menjadi perhatian, karena pada fase ini umumnya konversinya, dibandingkan esterifikasi fase cair. Hal ini kemungkinan karena terjadinya tumbukan antara zat pereaksi pada fase uap jauh lebih besar dibanding pada fase cair. Mengingat reaksi dijalankan pada fase uap maka diperlukan perancangan reaktor yang rumit dan

membutuhkan teknologi yang tinggi dalam penanganannya. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka penerapannya dalam industri sulit untuk dilaksanakan.

2. Esterifikasi fase cair

a. Esterifikasi fase cair dengan katalisator HCl

Secara ekonomis, penggunaan katalisator HCl dalam industri kurang menguntungkan, di samping itu penggunaan katalisator HCl akan menyebabkan reaksi samping alkil klorida.

b. Esterifikasi fase cair dengan katalisator H_2SO_4

Katalisator H_2SO_4 lebih disukai pemakaiannya dalam industri, meskipun adanya kemungkinan reaksi polimerisasi pada kondisi yang tidak sesuai. Katalisator H_2SO_4 merupakan salah satu katalisator yang banyak digunakan karena pertimbangan sebagai berikut: biaya yang relatif murah, mempunyai keaktifan tinggi dan mudah didapat kembali setelah reaksi.

(Mc.Ketta, 1977)

Dilihat dari macam-macam proses yang ada serta membandingkan kelebihan dan kekurangannya, maka pada prarancangan pabrik n-butil oleat dipilih proses esterifikasi fase cair dengan katalisator asam sulfat karena:

1. Dengan proses esterifikasi fase cair perancangan reaktor akan lebih murah dan sederhana bila dibandingkan menggunakan proses esterifikasi fase uap.
2. Katalisator H_2SO_4 mudah didapatkan di pasaran dengan harga yang relatif murah bila dibandingkan dengan HCl.
3. Apabila digunakan katalisator HCl akan terjadi reaksi samping alkil klorida
4. Investasi peralatan dan pengoperasian cukup rendah.
5. Dapat digunakan untuk proses skala besar.

1.6 Tinjauan pustaka

1.6.1 Sifat fisis dan kimia bahan baku

- Bahan Baku

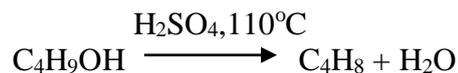
1. N-butanol

- a. Sifat fisika (Perry, 2008)

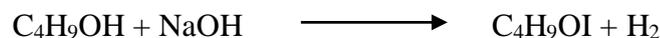
- Rumus molekul : C₄H₉OH
- Berat molekul : 74
- Titik didih : 117°C
- Titik lebur : -79,9°C
- Densitas cairan : 0,8314 gram/cm³
- Viscositas cairan : 0,0338 poise
- Specific gravity : 0,81
- Kelarutan dalam air : 1,7% wt
- Panas laten penguapan : 73,82 cal/grammol
- Panas pembentukan : -79,61 cal/grammol
- Panas pembakaran : 638,6 kcal/mol
- Wujud : cair

- b. Sifat kimia (<http://id.wikipedia.org>, 2017)

1. Reaksi dehidrasi asam pekat menghasilkan butena dan air



2. Reaksi dengan Hidrogen halida



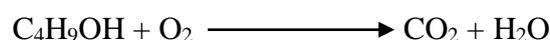
3. Reaksi dengan logam alkali misalnya NaOH membentuk Alkoksida



4. Reaksi esterifikasi dengan Asam oleat membentuk N-butyl oleat



5. Reaksi oksidasi membentuk CO₂ dan H₂O



2. Asam Oleat

a. Sifat Fisika (Perry, 2008) :

- Rumus molekul : $C_{17}H_{33}COOH$
- Berat molekul : 282 (kg/mol)
- Titik didih : 360 °C
- Titik lebur : 14 °C
- Densitas cairan : 0,8910 gr/ml
- Specific gravity : 0,854 (pada $T = 78\text{ °C}$, $T_{air} = 4\text{ °C}$)
- Beraroma khas
- Larut dalam pelarut seperti eter
- Bersifat hidrolisis
- Tidak Bersifat korosif

1.6.2 Produk

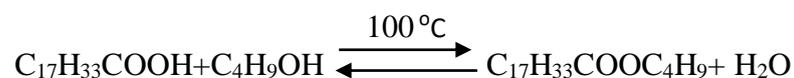
1. Butil Oleat

a. Sifat fisika (www.scienceLab.com, 2017)

- Rumus molekul : $C_{22}H_{42}O_2$
- Berat molekul : 338 g/mol
- Titik didih : 349 °C
- Titik lebur : -26,4 °C
- Densitas cairan : 0,88 g/ml
- Wujud : cair
- Tidak bersifat korosif
- Larut dalam eter, *vegetable and mineral oil*
- Tidak larut dalam air

1.6.3 Dasar Reaksi

Reaksi pembentukan n-butil oleat adalah reaksi yang terjadi antara asam oleat dan n-butanol berdasarkan reaksi esterifikasi dengan reaksinya sebagai berikut :



(Othmer *et al*, 1950)

1.6.4 Mekanisme Reaksi

Mekanisme reaksi yang terjadi pada proses esterifikasi terhadap Asam Oleat dan n-butanol adalah esterifikasi katalis yaitu esterifikasi dengan menggunakan katalis asam kuat untuk menghasilkan ion H^+ pada fase cair.

Pada reaksi esterifikasi terjadi pemutusan ikatan karbonil oksigen dari asam karboksilat di dalam asam oleat. Proses pemutusan ikatan tersebut dapat diketahui dari struktur elektron reaktan dan produk. Karena oksigen lebih elektronegatif dari karbon, maka karbon karbonil lebih positif daripada oksigen karbonil, sehingga dapat dituliskan mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Katalis asam, gugus karbonil pada asam diprotonasi. Protonasi akan mengikat muatan positif pada atom karbon karbonil dan menjadikannya sasaran terbaik bagi serangan nukleofil.
2. Audisi nukleofil yaitu alkohol pada asam yang telah terprotonasi, sehingga ikatan C-O yang baru terbentuk.
3. Tahap kesetimbangan, oksigen-oksigen melepaskan atau mendapatkan proton.
4. Salah satu gugus hidroksil diprotonasi (kedua gugus hidroksil identik).
5. Pemutusan ikatan C-O dan lepasnya air (kebalikan tahap 2).
6. Ester yang berproton melepaskan protonnya (reaksi tahap 1)

1.6.5 Fase reaksi

Fase yang terjadi pada reaksi esterifikasi adalah fase cair, karena umpan dan produk pada kondisi cair.

1.6.6 Kondisi operasi

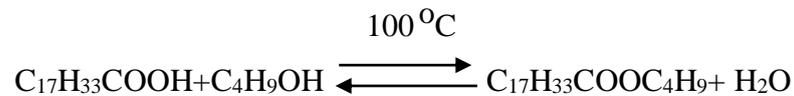
Dalam pembuatan n-butyl oleat ini digunakan proses sintesis dengan bahan baku Asam oleat dan n-butanol yang direaksikan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi operasi yang optimal dengan suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, tekanan 1 atm. Perbandingan molar asam oleat : butanol = 1 : 5, konsentrasi asam sulfat (katalisator) 0,9047% dari jumlah n-butanol dan asam oleat, dan waktu tinggal 90 menit menghasilkan konversi 84% (Othmer *et al*, 1950).

1.6.7 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat diketahui dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada

$$P= 1,013 \text{ dan } T= 298 \text{ K.}$$

Pada proses pembentukan butil oleat terjadi reaksi sebagai berikut:



Harga (ΔH_f°) masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel. 1.6. Harga (ΔH_f°) masing-masing komponen pada suhu 298 K

KOMPONEN	HARGA ΔH_f° (kJ/mol)
Asam oleat	-671,780
n-butanol	-274,430
Butil oleat	-819,270
Air	-241,80

(Yaws,1999)

Reaksi:



$$\Delta H_f^\circ_{298 \text{ K}} = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$= (\Delta H_f^\circ \text{ butil oleat} + \Delta H_f^\circ \text{ air}) - (\Delta H_f^\circ \text{ asam oleat} + \Delta H_f^\circ \text{ n-butanol})$$

$$= (-819,270 + (-241,80)) - (-671,780 + (-274,430))$$

$$= (-1.061,07) - (-946,21)$$

$$= -120,86 \text{ kJ/mol}$$

Menghitung ΔH_f° pada $T=373\text{K}$ (100°C) adalah sebagai berikut:

Tabel 1.7. Data Cp Komponen Bahan Baku dan Produk

KOMPONEN	HARGA Cp (J/mol.K)
Asam oleat	726,67
n-butanol	173,90
Butil oleat	805,26
Air	75,54

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{reaktan } 373} &= \Sigma Cp \cdot \Delta T \\
 &= (726,67 \times (373-298)) + (173,90 \times (373-298)) \\
 &= 85.554,4635 \text{ J/mol} \\
 &= 85,5545 \text{ kJ/mol} \\
 \Delta H_{\text{produk } 373} &= \Sigma Cp \cdot \Delta T \\
 &= (805,26 \times (373-298)) + (75,54 \times (373-298)) \\
 &= 83.675,76 \text{ J/mol} \\
 &= 83,676 \text{ kJ/mol} \\
 \Delta H_{r373} &= \Delta H_{\text{produk } 373} + \Delta H_{r298} - \Delta H_{\text{reaktan } 373} \\
 &= (83,676 + (-120,86)) - 85,5545 \text{ kJ/mol} \\
 &= -122,7385 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan $\Delta H_r^{\circ}{}_{373\text{K}}$ maka dapat disimpulkan bahwa reaksi berjalan secara eksotermis karena harga $\Delta H_r^{\circ}{}_{373\text{K}}$ yang diperoleh negatif.

Harga ΔG_f° untuk masing-masing komponen (suhu 298 K) pada tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 1.8. Data Energi Bebas Gibbs Komponen Bahan Baku dan Produk

KOMPONEN	HARGA ΔG_f° (kJ/mol.K)
Asam oleat	-191,0975
n-butanol	-150,5805
Butil oleat	-189,1968
Air	-228,6

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta G_r &= \Sigma \Delta G_{\text{produk}} - \Sigma \Delta G_{\text{reaktan}} \\
 &= (\Delta G_f^0 \text{ butil oleat} + \Delta G_f^0 \text{ air}) - (\Delta G_f^0 \text{ Asam Oleat} + \Delta G_f^0 \text{ n-butanol}) \\
 &= (-189,1968 + (-228,6)) - (-191,0975 + (-150,5805)) \\
 &= -79,9202 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Dari harga ΔH_{r373} tersebut dapat dilihat bahwa reaksi pembentukan n-butil oleat adalah eksotermis (melepas panas), dan reaksi ini dapat berlangsung karena mempunyai harga $\Delta G_r < 0$.

Dari perhitungan-perhitungan diatas didapatkan:

Di Reaktor :

$$\Delta H_{r298} \text{ (Enthalpi reaktan)} = -120,86 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{r373} \text{ (Enthalpi reaktan)} = -122,7385 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_r \text{ (Energi bebas)} = -79,9202 \text{ kJ/mol}$$

Menghitung harga konstanta keseimbangan pada suhu 25°C (298 K)

$$\Delta G = -RT \ln K_{298 \text{ K}}$$

$$\begin{aligned}
 \ln K_{298 \text{ K}} &= \frac{\Delta G}{-RT} \\
 &= \frac{-79,9202}{-8,314 \times 298} \\
 &= 0,0323
 \end{aligned}$$

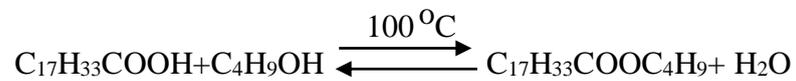
$$K_{298 \text{ K}} = 1,0328$$

Menghitung harga konstanta keseimbangan pada suhu 100°C (373 K)

$$\begin{aligned}
 \ln \left(\frac{K_{373}}{K_{298}} \right) &= \frac{\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \\
 \ln \left(\frac{K_{373}}{1,0328} \right) &= \frac{-120,86}{8,314} \left(\frac{1}{373} - \frac{1}{298} \right) \\
 \frac{K_{373}}{1,0328} &= \exp(0,009809) \\
 K_{373} &= 1,0429
 \end{aligned}$$

Nilai K kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi antar asam oleat dengan n-butanol adalah reaksi *reversible* (bolak – balik).

1.6.8 Tinjauan Kinetika



Reaksi pembuatan n-butil oleat merupakan reaksi orde dua (Othmer *et al*, 1950), sehingga persamaan kecepatan reaksinya dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$-r_A = k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_D$$

Dimana:

$-r_A$ = kecepatan reaksi ($\text{mol m}^{-3} \text{s}^{-1}$)

k_1 = konstanta kecepatan reaksi ($\text{m}^3 \text{mol}^{-1} \text{s}^{-1}$)

k_2 = konstanta kecepatan reaksi, $k_2 = k_1 / K$ ($\text{m}^3 \text{mol}^{-1} \text{s}^{-1}$)

K = konstanta kesetimbangan

C_A = konsentrasi Asam Oleat (mol m^{-3})

C_B = konsentrasi Butanol (mol m^{-3})

C_C = konsentrasi n-Butil Oleat (mol m^{-3})

C_D = konsentrasi Air (mol m^{-3})

BAB II

SPEKIFIKASI BAHAN

2.1 Spesifikasi bahan baku

a. N-butanol

- Rumus molekul : C_4H_9OH
- Fase : Cair
- Berat molekul : 74 g/gmol
- Specific gravity : 0,810 (pada $T=20^{\circ}C$, $T_{air}=4^{\circ}C$)
- Titik didih : $117^{\circ}C$
- Titik lebur : $-79,9^{\circ}C$
- Warna : Tidak berwarna
- Kelarutan :
 - Air : 9 gram dalam 100 gram
- Kemurnian :
 - N-butanol : 99,9 % berat
 - Air : 0,1 % berat

(PT Petro Oxo Nusantara)

b. Asam oleat

- Rumus molekul : $C_{17}H_{33}COOH$
- Fase : Cair
- Berat Molekul : 282 g/gmol
- Specific gravity : 0,854 (pada $T=78^{\circ}C$, $T_{air}=4^{\circ}C$)
- Titik didih : $360^{\circ}C$
- Titik lebur : $14^{\circ}C$
- Warna : Tidak berwarna atau kuning pucat
- Kelarutan :
 - Air : tidak larut
- Kemurnian :
 - Asam oleat : 99 % berat
 - Asam Linoleat : 1 % berat

(Jinan ZZ International Co., Ltd)

2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

a. Katalis Asam Sulfat

- Rumus molekul : H_2SO_4
- Fase : Cair (25 °C)
- Berat Molekul : 98 g/gmol
- Specific gravity : 1,839
- Titik didih : 340 °C
- Warna : Tidak berwarna
- Kelarutan : larut sempurna dalam air
- Kemurnian :
 - Asam sulfat : 98 % berat
 - Air : 2 % berat

(PT. Petrokimia Gresik)

2.3 Spesifikasi Produk

a. n-butyl oleat

- Rumus molekul : $C_{17}H_{33}COOC_4H_9$
- Fase : Cair
- Berat Molekul : 338 g/gmol
- Specific gravity : 0,8704 (pada T=15 °C)
- Titik didih : 349 °C
- Titik lebur : -26,4 °C
- Warna : *light-coloured*
- Kelarutan :
 - larut dalam, eter, *vegetable and mineral oil*
 - tidak larut dalam air
- Kemurnian : 99 % wt (min)

(Sigmachem Co., Ltd)

2.4 Spesifikasi impuritas

a. Asam Linoleat

- Rumus molekul : $C_{17}H_{31}COOH$
- Fase : Cair
- Berat Molekul : 280 g/gmol
- Specific gravity : 0,849 (pada $T=70\text{ }^{\circ}C$, $T_{air}=4\text{ }^{\circ}C$)
- Titik didih : $355\text{ }^{\circ}C$
- Titik lebur : $-5\text{ }^{\circ}C$
- Warna : tidak berwarna
- Kelarutan :
 - Air : tidak larut
 - Eter : larut

(Perry, 2008)



BAB III

DESKRIPSI PROSES

3.1 Tahapan Proses

Proses pembuatan n-butyl oleat secara garis besar dapat dibagi dalam tiga tahap, yaitu :

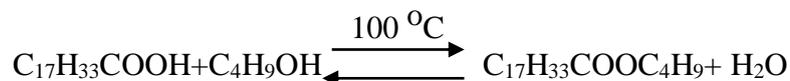
1. Tahap Penyimpanan, Penyiapan dan Percampuran bahan baku

Bahan baku pembuatan n-butyl oleat yaitu n-butanol yang disimpan pada kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atm serta asam oleat disimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm untuk menjaga agar bahan baku tersimpan pada fase cair. Asam sulfat yang digunakan sebagai katalis disimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm untuk menjaga agar tetap pada fase cair. Bahan baku yang akan dimasukkan ke dalam reaktor antara lain asam oleat, butanol dan asam sulfat sebagai katalis. Asam oleat dan asam sulfat kadar 98% dan air 2% di alirkan terlebih dahulu menuju *mixer* dengan menggunakan pompa agar bahan-bahan tercampur terlebih dahulu sehingga mengurangi daya kerja pengaduk dalam reaktor. Asam oleat dengan impuritas Asam Linoleat dialirkan langsung dari tangki penyimpanan (F-112) menuju *mixer* menggunakan pompa (L-113). Asam sulfat dengan kadar 98% dan air 2% dialirkan langsung dari tangki penyimpanan (F-115) menuju *mixer* (M-110) menggunakan pompa (L-116). Campuran hasil dari *mixer* selanjutnya dilewatkan *heater* (E-215) untuk dinaikkan suhunya 100°C, sebelum masuk ke dalam reaktor. N-butanol dialirkan langsung dari tangki penyimpanan (F-212) dengan menggunakan pompa (L-213) yang selanjutnya dipanaskan suhunya menjadi 100°C dengan menggunakan *heater* (E-214) agar sesuai dengan suhu operasi di dalam reaktor.



2. Tahap Esterifikasi dalam Reaktor

Reaksi dalam reaktor berjalan pada suhu 100°C dan reaksi berjalan secara isothermal. Bahan baku dari *mixer* (M-110) yaitu asam oleat dan asam sulfat dan *n*-butanol dari tangki penyimpanan (F-212) selanjutnya dialirkan menuju reaktor (R-210) sehingga terjadilah reaksi esterifikasi. Reaksi pembentukan *n*-butil oleat yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut :



N-butanol dari tangki penyimpanan (F-212) dan bahan baku dari *mixer* (M-110) direaksikan di dalam reaktor pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung di dalam reaktor pada fase cair, dan reaksi berjalan isothermal pada suhu 100°C. Proses esterifikasi *n*-butil oleat merupakan reaksi eksotermis, dan reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin untuk mempertahankan suhu tetap 100°C.

3. Tahap Pemurnian Produk dan Penyimpanan Produk

Hasil keluaran reaktor yang terdiri dari air, *n*-butil oleat, asam oleat, asam sulfat, butanol dan Asam Linoleat dengan suhu 100 °C yang kemudian dialirkan menggunakan pompa (L-312) yang telah diturunkan suhunya menjadi 30 °C menggunakan *cooler* 1 (E-311) sebelum masuk ke dalam dekanter (H-310), yang berfungsi untuk memisahkan larutan berdasarkan massa jenis atau *density* yang terkandung didalam produk, air ditambahkan pada dekanter agar perbedaan massa jenis/*density* lebih besar dan melarutkan asam sulfat di dalam produk. Hasil atas dari Dekanter (H-310) berupa *n*-butanol, *n*-butil oleat, asam oleat, dan sebagian Asam Linoleat yang kemudian dipanaskan dengan menggunakan *heater* (E-322), sebelum dialirkan menuju menara destilasi 1 (D-320), sedangkan hasil bawah dari dekanter (H-310) berupa air, asam sulfat, dan *n*-butanol kemudian dibuang masuk ke dalam unit pengolahan limbah.

Hasil atas Dekanter (H-310) dialirkan ke dalam Menara Destilasi 1 (D-320) dengan menggunakan pompa (L-321) yang sebelumnya di dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 94°C menggunakan *heater* (E-322) dan kemudian



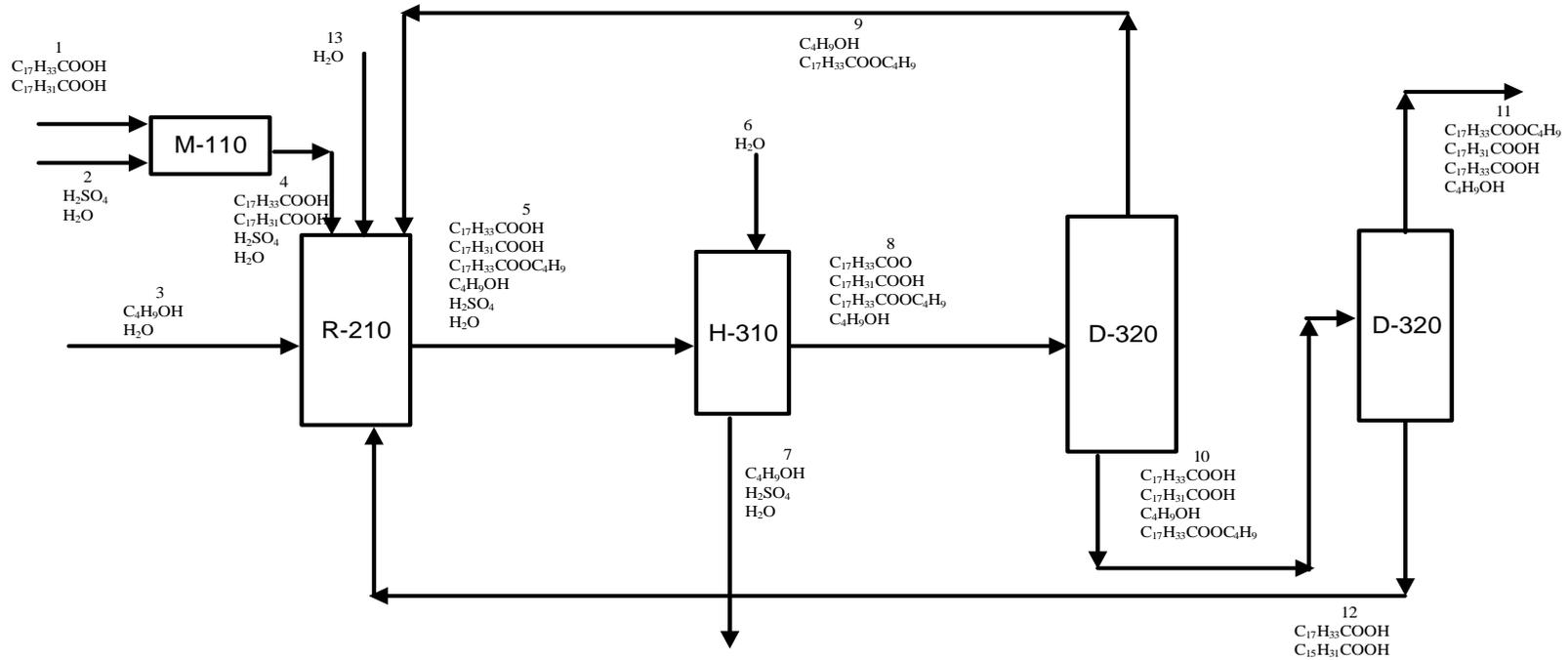
diturunkan tekanannya dengan *expansion valve* (EV-323) agar sesuai dengan suhu dan tekanan operasi menara destilasi 1 (D-320) yaitu 84,2539 dan °C 0,22 Atm. Untuk menjaga tekanan operasi menara destilasi 1 digunakan pompa vakum (G-325). Fungsi menara destilasi 1 adalah untuk memisahkan kandungan n-butanol yang berlebih dari produk dan bahan baku yang tidak bereaksi untuk di *recycle* masuk reaktor. Hasil atas dari menara Destilasi 1 (D-320) berupa n-butanol yang sebelumnya di kondensasi menggunakan *Condensor* 1 (E-324) ditampung pada tangki akumulator 1 (F-325) kemudian dialirkan menggunakan pompa (L-327), menuju Reaktor (R-110) untuk di *recycle* yang sebelumnya dipanaskan kembali menggunakan *heater* (E-329) agar suhunya sesuai dengan suhu operasi reaktor. Sedangkan hasil bawah dari Menara Destilasi 1 berupa n-butil oleat, asam oleat, butanol dan Asam Linoleat dialirkan menuju Menara Destilasi 2 menggunakan pompa (L-331). Menara destilasi 2 (D-330) berfungsi untuk memurnikan produk n-butil oleat dari bahan baku yang tidak bereaksi yaitu asam oleat dan asam linoleat.

Hasil atas dari Menara Destilasi 2 (D-330) berupa produk yang diinginkan yaitu n-butil oleat dan sedikit asam oleat, asam linoleat dan butanol sebagai impuritas, dikondensasikan menggunakan *condensor* 2 (E-332) yang bertujuan untuk mengubah fase dari uap menjadi cair. Menara destilasi 2 bekerja dibawah tekanan atmosferik sehingga untuk menjaga kondisi tersebut digunakan pompa vakum 2 (G-333).

Hasil bawah dari Menara Destilasi 2 (D-330) yaitu asam oleat yang tidak bereaksi di *recycle* menuju reaktor (R-110) menggunakan pompa (L-337), yang sebelumnya didinginkan dengan menggunakan *Cooler* 3 (E-336) agar suhunya sesuai dengan suhu operasi reaktor yaitu 100°C. N-butil oleat dan impuritas yang sudah berwujud cair kemudian dialirkan menuju tangki akumulator 2 (F-334) dan didinginkan menggunakan *Cooler* (E-342) hingga suhu 30°C, hasil produk yang didapatkan yaitu n-butil oleat dengan kadar kemurnian 99,17% ditampung dalam tangki produk (F-340) pada suhu 30°C

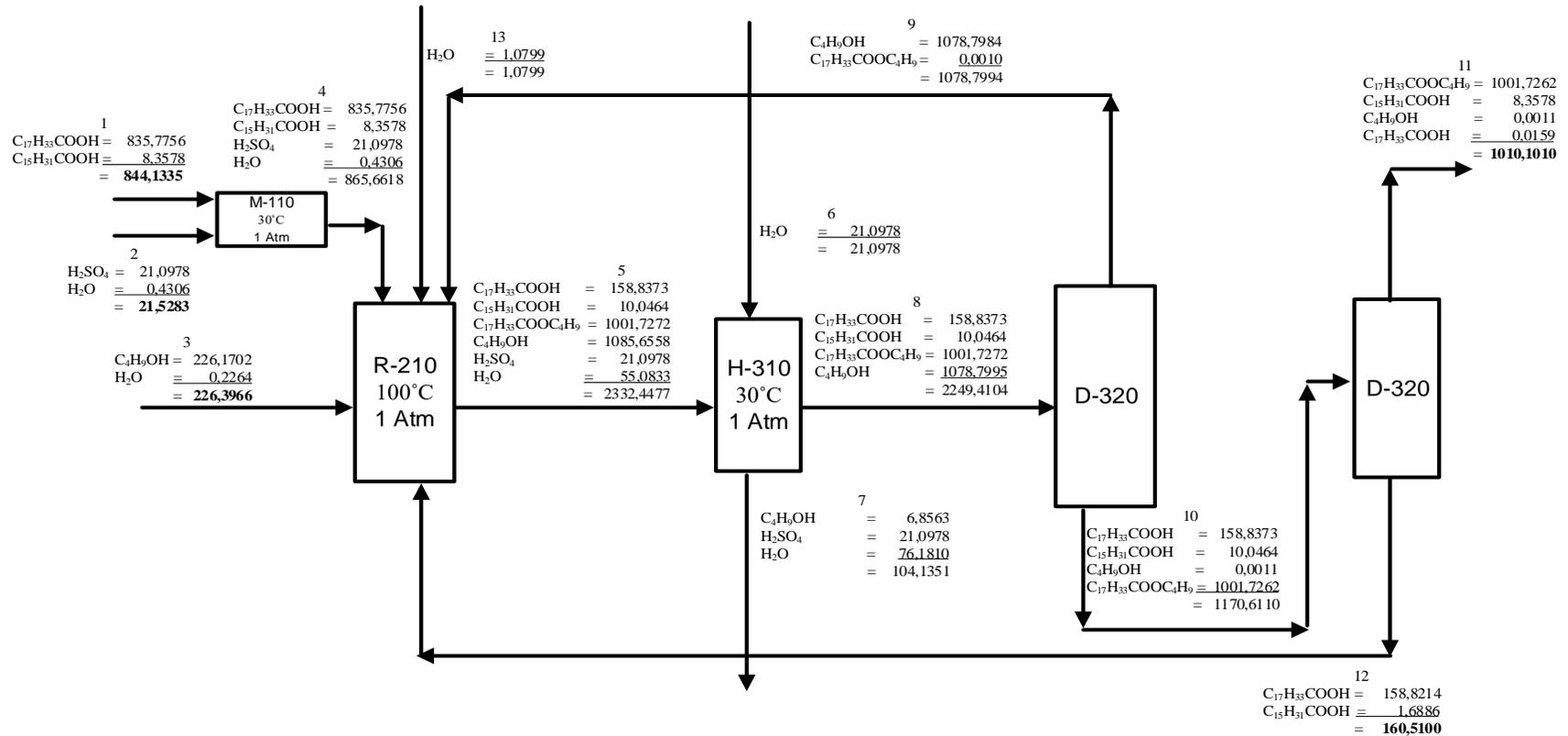
3.2 Diagram Alir Proses

3.2.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif

3.2.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

Catatan: satuan dalam kg/jam

BAB IV

NERACA MASSA DAN ENERGI

4.1 Neraca Massa

Kapasitas pabrik per tahun = 8000 ton/tahun

Waktu operasi 1 tahun = 330 hari

Maka

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pabrik perjam} &= 8000 \times \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 1010,1010 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Komponen produk :

$C_{17}H_{33}COOC_4H_9$ = 99.17 % x 1010,1010 = 1001,7262 kg/jam

Impuritas = 0,83 % x 1010,1010 = 8,3748 kg/jam

Komponen umpan masuk :

Komponen umpan $C_{17}H_{33}COOH$

$C_{17}H_{33}COOH$ = 99 % berat

$C_{17}H_{31}COOH$ = 1 % berat

= 100% (Jinan ZZ International Trade Co.Ltd)

Komponen umpan H_2SO_4

H_2SO_4 = 98 % berat

H_2O = 2 % berat

= 100 % (PT. Petrokimia Gresik)

Komponen umpan C_4H_9OH

C_4H_9OH = 99,9% berat

H_2O = 0,1% berat

= 100% (PT.Petro OXO Nusantara)

a. Neraca massa *mixer*

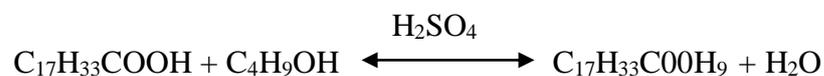
Fungsi : mencampur Asam Sulfat dengan Asam Oleat

Tabel 4.1 Neraca massa di sekitar mixer 1

Komponen	Input (kg/jam)		Output (Kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 4
H ₂ SO ₄		21,0978	21,0978
C ₁₇ H ₃₁ COOH	8,3578		8,3578
C ₁₇ H ₃₃ COOH	835,7756		835,7756
H ₂ O		0,4306	0,4306
Total	844,1335	21,5283	865,6618
Jumlah	865,6618		865,6618

b. Neraca massa di sekitar reaktor

Fungsi : mereaksikan hasil dari *mixer* dengan butanol



Mula-mula:	9,9992	49,9992	0,0008	1,1018
Reaksi :	8,4022	8,4022	8,4022	8,4022
Sisa :	1,5970	41,5970	8,4030	9,5039

Tabel 4.2 Neraca massa di sekitar reaktor

komponen	Input (kg/jam)					Output (kg/jam)
	arus 3	arus 4	arus 9 (rc)	arus 12 (rc)	arus 13	Arus 5
H ₂ O	0,2264	0,4306	0,0000	0,0000	1,0799	55,0833
C ₄ H ₉ OH	226,1702	0,0000	1078,7984	0,0000	0,0000	1085,6558
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	1001,7272
C ₁₇ H ₃₁ COOH	0,0000	8,3578	0,0000	1,6886	0,0000	10,0464
C ₁₇ H ₃₃ COOH	0,0000	835,7756	0,0000	158,8214	0,0000	158,8373
H ₂ SO ₄	0,0000	21,0978	0,0000	0,0000	0,0000	21,0978
jumlah	226,3966	865,6618	1078,7994	160,5100	1,0799	2332,4477
Total			2332,4477			2332,4477

c. Neraca massa dekanter (H-310)

Fungsi: memisahkan produk dengan air dan katalis asam berdasarkan *density*/massa jenis

Tabel 4.3 Neraca massa di sekitar dekanter

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8
H ₂ O	55,0833	21,0978	76,1810	0,0000
C ₄ H ₉ OH	1085,6558	0,0000	6,8563	1078,7995
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	1001,7272	0,0000	0,0000	1001,7272
C ₁₇ H ₃₁ COOH	10,0464	0,0000	0,0000	10,0464
C ₁₇ H ₃₃ COOH	158,8373	0,0000	0,0000	158,8373
H ₂ SO ₄	21,0978	0,0000	21,0978	0,0000
jumlah	2332,4477	21,0978	104,1351	2249,4104
Total	2353,5455		2353,5455	

d. Neraca massa destilasi (D-320)

Fungsi: memisahkan produk dengan butanol sisa berdasarkan titik didih

Tabel 4.4 Neraca massa di sekitar destilasi 1

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 9	Arus 10
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	1078,7995	1078,7984	0,0011	0,0011
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	1001,7272	0,0010	1001,7262	0,0010
C ₁₇ H ₃₁ COOH	10,0464	0,0000	10,0464	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH	158,8373	0,0000	158,8373	0,0000
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
jumlah	2249,4104	1078,7994	1170,6110	1078,7994
Total	2249,4104		2249,4104	

e. Neraca massa destilasi (D-330)

Fungsi : memisahkan produk dengan sisa asam yang tidak bereaksi
berdasarkan titik didih

Tabel 4.5 Neraca massa di sekitar menara destilasi

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 11	Arus 12
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	0,0011	0,0011	0,0011	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	1001,7262	1001,7262	1001,7262	0,0000
C ₁₇ H ₃₁ COOH	10,0464	8,3578	8,3578	1,6886
C ₁₇ H ₃₃ COOH	158,8373	0,0159	0,0159	158,8214
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
jumlah	1170,6110	1010,1010	1010,1010	160,5100
Total	1170,6110	1170,6110	1170,6110	

f. Neraca massa total

Tabel 4.6 Neraca massa total

Komponen	Input (kg/jam)					Output (kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 7	Arus 13	Arus 8	Arus 12
H ₂ O	0,0000	0,4306	0,2264	21,0978	1,0799	76,1810	0,0000
C ₄ H ₉ OH	0,0000	0,0000	226,1702	0,0000	0,0000	6,8563	0,0011
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1001,7262
C ₁₇ H ₃₁ COOH	8,3578	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	8,3578
C ₁₇ H ₃₃ COOH	835,7756	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0159
H ₂ SO ₄	0,0000	21,0978	0,0000	0,0000	0,0000	21,0978	0,0000
Jumlah	844,1335	21,5283	226,1928	21,0978	1,2837	104,1351	1010,1010
Total			1114,2361			1114,2361	

4.2 Neraca Panas

Kapasitas Panas bahan dipengaruhi suhu, $C_p=f(T)$ mengikuti persamaan:

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

$$\int C_p dT = A (T - 298) + B/2 (T^2 - 298^2) + C/3 (T^3 - 298^3) + D/4 (T^4 - 298^4)$$

Keterangan :

C_p = kapasitas panas(J/mol K)

Satuan Panas(energi) = kJ

Suhu referensi = $T_{ref} = 298$ K

Kapasitas Panas (joule/mol K)

Tabel 4.7 Tabel kapasitas panas cairan

Komponen	A	B	C	D
H ₂ SO ₄	26,004	7,0337E-01	-1,3856E-03	1,0342E-06
C ₄ H ₉ OH	83,877	5,6600E-01	-1,7200E-03	2,2800E-06
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	178	3,6670	-7,97E-03	7,10E-06
C ₁₇ H ₃₃ COOH	278,686	2,5430E+00	-5,4355E-03	4,9240E-06
C ₁₇ H ₃₁ COOH	241,348	2,33E+00	-5,07E-03	4,75E-06
H ₂ O	92,0530	-3,9953E-02	-2,1103E-04	5,3469E-07

(Yaws 1999)

a. Reaktor

Fungsi: mereaksikan asam oleat dengan n-butanol dengan katalis asam sulfat

Tabel 4.8 Neraca panas di sekitar reaktor

Komponen	Q masuk (kj/jam)					Q keluar (kj/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 9 (Rc)	Arus 12 (Rc)	Arus 13	Arus 5
H ₂ SO ₄	0,0000	2339,8342	0,0000	0,0000	0,0000	2339,8342
C ₄ H ₉ OH	38174,8543	0,0000	182088,3975	0,0000	0,0000	183245,8405
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,0000	0,0000	0,1731	0,0000	0,0000	173128,7672
C ₁₇ H ₃₃ COOH	0,0000	156878,2531	0,0000	29811,3777	0,0000	29814,3591
C ₁₇ H ₃₁ COOH	0,0000	1415,1753	0,0000	285,9201	0,0000	1701,0954
H ₂ O	7,0976	134,9836	0,0000	0,0000	402,4393	17268,7258
Sub total	38181,9519	160768,2462	182088,5706	30097,2978	402,4393	407498,6222
Total			411538,5057			407498,6222
Panas Reaksi						344703,4669
Beban Pendingin			340663,5833			
Total			752202,0891			752202,0891

b. Distilasi 1

Fungsi: memisahkan Butanol dari produk yang keluar dari Dekanter

Tabel 4.9 Neraca panas disekitar distilasi

Komponen	Q masuk (kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)	
		atas	bawah
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	144572,8216	144572,6770	0,7620
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	137714,7120	0,1377	667947,8236
C ₁₇ H ₃₃ COOH	23737,4541	0,0000	113789,3587
C ₁₇ H ₃₁ COOH	1353,7866	0,0000	6549,8925
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000
SUB TOTAL	307378,7744	144572,8148	788287,8367
Q kondensor		49545,0050	
Q reboiler	675026,8821		
Jumlah	982405,6565	982405,6565	

c. Distilasi 2

Fungsi: memisahkan produk dengan asam oleat yang tidak bereaksi yang keluar dari menara destilasi 1

Tabel 4.10 Neraca panas disekitar distilasi

Komponen	Q masuk (kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)	
		atas	Bawah
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	0,7620	0,7620	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	667964,7521	667964,7521	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH	113792,1953	11,3792	119906,5146
C ₁₇ H ₃₁ COOH	6550,0582	5449,1244	1161,1690
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000
SUB TOTAL	788307,7676	673426,0178	121067,6836
Q kondensor		69834,3299	
Q reboiler	76020,2636		
Jumlah	864328,0313	864328,0313	

d. Heater 1

Fungsi: memanaskan umpan n-butanol dari dari suhu 30°C menjadi 100°C sebelum menuju reaktor

Tabel 4.11 Neraca panas disekitar heater 1

Komponen	Q masuk (kj/jam)	Q keluar (kj/jam)
C ₄ H ₉ OH	4927,7944	38255,3704
H ₂ O	47,7396	357,0574
Sub total	4975,5341	38612,4278
Beban pemanas	33636,8937	
Total	38612,4278	38612,4278

e. Heater 2

Fungsi : memanaskan umpan cair dari mixer dari suhu 30°C menjadi 100°C sebelum menuju reaktor

Tabel 4.12 Neraca panas di sekitar heater 2

Komponen	Q masuk (kj/jam)	Q keluar (kj/jam)
H ₂ SO ₄	150,9968	2339,3070
C ₁₇ H ₃₃ COOH	10160,3385	156878,2531
C ₁₇ H ₃₁ COOH	92,4103	1429,3785
H ₂ O	9,0280	134,9531
Sub total	10412,7735	160781,8918
Beban pemanas	150369,1182	
Total	160781,8918	160781,8918

f. Heater 3

Fungsi: memanaskan air proses sebelum menuju reaktor dari suhu 30°C menjadi 100°C

Tabel 4.13 Neraca panas di sekitar heater 3

Komponen	Q Masuk (kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)
H ₂ O	22,6487	338,5610
Sub total	22,6487	338,5610
Beban Pemanas	315,9123	
Total	338,5610	338,5610

g. Heater 4

Fungsi: memanaskan hasil keluar dekanter sebelum menuju distilasi 1 dari suhu 30°C menjadi 95,8591°C

Tabel 4.14 Neraca panas di sekitar heater 4

Komponen	Q Masuk (kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	11700,0599	165337,6583
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	11157,7012	157344,9506
C ₁₇ H ₃₃ COOH	1930,9495	27107,0728
C ₁₇ H ₃₁ COOH	109,9770	1546,3259
H ₂ O	0,0000	0,0000
Sub total	24898,6876	351336,0075
Beban Pemanas	326437,3200	
Total	351336,0075	351336,0075

h. Heater 5

Fungsi: memanaskan hasil keluar destilasi 1 sebelum menuju reaktor 1 dari suhu 88,2593°C menjadi 100°C

Tabel 4.15 Neraca panas di sekitar heater 4

komponen	Q Masuk (kj/kg)	Q Keluar (kj/kg)
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	133146,2350	182088,3975
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,1269	0,1731
C ₁₇ H ₃₃ COOH	0,0000	0,0000
C ₁₇ H ₃₁ COOH	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0000	0,0000
Sub total	133146,3619	182088,5706
Beban Pemanas	48942,2087	
Total	182088,5706	182088,5706

i. Cooler 1

Fungsi: menurunkan suhu keluar dari Reaktor sebelum ke masuk dekanter dari suhu 100°C menjadi 30°C

Tabel 4.16 Neraca panas di sekitar cooler 1

Komponen	Q masuk (kj/jam)	Q keluar (kj/jam)
H ₂ SO ₄	2339,3070	150,9968
C ₄ H ₉ OH	183204,5493	11771,7663
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	173089,7557	11155,1870
C ₁₇ H ₃₃ COOH	29807,6409	1930,5144
C ₁₇ H ₃₁ COOH	1700,7121	109,9522
H ₂ O	17264,8346	1154,9667
Sub total	407406,7995	26273,3833
Beban pendingin		381133,4161
Total	407406,7995	407406,7995

j. Cooler 2

Fungsi: mendinginkan hasil dari kondensor 2 sebelum masuk menuju ke Tangki penyimpanan dari suhu 287,41°C menjadi suhu 30 °C

Tabel 4.17 Neraca panas disekitar cooler 3

Komponen	Q masuk (kj/jam)	Q keluar (kj/jam)
C ₄ H ₉ OH	0,7541	0,0117
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	662001,2110	11157,6900
C ₁₇ H ₃₃ COOH	11,2793	0,1931
C ₁₇ H ₃₁ COOH	5400,5417	91,4920
Sub total	667413,7861	11249,3869
Beban pendingin		656164,3993
Total	667413,7861	667413,7861

k. Cooler 3

Fungsi: mendinginkan hasil dari Reboiler 1 sebelum masuk menuju ke Reaktor dari suhu 301°C menjadi suhu 100 °C

Tabel 4.18 Neraca panas disekitar cooler 4

Komponen	Q masuk (kj/jam)	Q keluar (kj/jam)
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	0,0000	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,0000	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH	119906,5146	29811,3777
C ₁₇ H ₃₁ COOH	1161,1690	285,9201
H ₂ O	0,0000	0,0000
Sub total	121067,6836	30097,2978
Beban pendingin		90970,3858
Total	121067,6836	121067,6836

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

4.1 Tangki Penyimpanan Asam Oleat

Kode	: F-112
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan bahan baku asam oleat cair selama 30 hari.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 10,1639 m
Tinggi	: 10,1639 m
Volume	: 824,2046 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283C</i>

4.2 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat

Kode	: F-115
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan asam sulfat cair selama 30 hari.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 2,3564 m
Tinggi	: 2,3564 m
Volume	: 10,2714 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>

4.3 Tangki Penyimpanan Butanol

Kode	: F-212
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan bahan baku butanol cair selama 30 hari.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 6,7718 m
Tinggi	: 6,7718 m
Volume	: 243,7754 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283C</i>

4.4 Mixer

Kode	: M-110
Fungsi	: Sebagai alat untuk mencampur umpan asam oleat dan umpan asam sulfat.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 1,1338 m
Tinggi	: 1,1338 m
Volume	: 1,4935 m ³
Jenis	: Silinder tegak berpengaduk
Jenis head	: <i>Torisperichal Head</i>
Bahan konstruksi Pengaduk	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>
Kecepatan Pengaduk	: 165,5436 rpm
Power Motor	: 1 1/2 Hp

4.5 Reaktor

Kode	: R-210
Fungsi	: Sebagai alat untuk mereaksikan butanol dan asam oleat dengan katalis asam sulfat pada fase cair menjadi butil oleat dan air.
Operasi	: <i>Batch</i>
Jumlah	: 3
Susunan	: Pararel
Suhu	: 100°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 1,8895 m
Tinggi	: 1,8895 m
Volume	: 6,7223 m ²
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Jenis <i>head</i>	: <i>Torispherical head</i>
Bahan konstruksi Reaktor	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>
Kecepatan Pengaduk	: 93,6135 rpm
Diameter	: 0,6300 m
Power Motor	: 3 hp
Pendingin	
Jenis	: Jaket
Diameter dalam	: 1,9002 m
Diameter Luar	: 2,1542 m
Tebal Jaket	: 1/4 inch
Media	: Air

4.6 Dekanter

Kode	: H-310
Fungsi	: Sebagai alat untuk memisahkan produk butil oleat dari air hasil reaksi dan katalis berdasarkan perbedaan massa jenis atau <i>density</i> dan kelarutan .
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 0,8319 m
Tinggi	: 2,0524 m
Volume	: 0,9040 m ³
Jenis	: Silinder vertical
Type	: <i>Continuous Gravity Decanter Silinder Vertical</i>
Z1	: 1,8466 m
Z2	: 1,6081 m
Z3	: 1,0259 m
Bahan kontruksi	: <i>Stainless steel SA-167 (type 304)</i>

4.7 Distilasi 1

Kode	: D- 320
Fungsi	: Sebagai alat untuk memisahkan produk butil oleat dengan butanol sisa reaksi berdasarkan perbedaan titik didih.
Operasi	: Kontinyu
Tekanan	: 0,22 atm
Dimensi Menara	
Tinggi menara	: 3,9597 m
Diameter dasar	: 1,8728 m
Jumlah <i>plate</i>	: 5 buah
Tebal <i>shell</i>	: 5/16 in

Tebal <i>head</i>	: 3/4 in
<i>Type</i>	: <i>Sieve tray coloum</i>
Bahan	: <i>Carboon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1

4.8 Distilasi 2

Kode	: D- 330
Fungsi	: Sebagai alat untuk memisahkan produk butil oleat dengan asam oleat sisa reaksi berdasarkan perbedaan titik didih.
Operasi	: Kontinyu
Tekanan	: 0,22 atm
Dimensi Menara	
Tinggi menara	: 19,3957 m
Diameter dasar	: 1,1153 m
Jumlah <i>plate</i>	: 76
Tebal <i>shell</i>	: 3/16 in
Tebal <i>head</i>	: 3/16 in
<i>Type</i>	: <i>Sieve tray coloum</i>
Bahan	: <i>Carboon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1

4.9 Tangki Penyimpanan Produk n-butyl Oleat

Kode	:F-340
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan produk n-butyl oleat cair selama 30 hari.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 10,9920 m



Tinggi	: 10,9920 m
Volume	: 1022,7632 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i> (SA-283C)

4.10 Tangki Akumulator 1

Kode	: F-325
Fungsi	: Sebagai alat penyimpanan sementara hasil atas distilasi produk n-butanol .
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 0,7907 m
Tinggi	: 2,3737 m
Volume	: 1,2937 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i> (SA-283C)

4.11 Tangki Akumulator 2

Kode	: F-334
Fungsi	: Sebagai alat penyimpanan sementara hasil atas distilasi produk n-butil oleat .
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 0,7332 m
Tinggi	: 2,3212 m
Volume	: 1,2121 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i> (SA-283C)

4.12 Heat Exchanger

1. Heater 1

Kode	: E-214
Fungsi	: Memanaskan umpan masuk butanol dari tangki penyimpanan (F-211) sebelum masuk ke reaktor R-210 dari suhu 30°C menjadi 100°C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>
Beban Pemanas	: 150369,1182 kJ/jam
Luas transfer panas	: 7,7650 ft ²
<i>Annulus</i>	
Ukuran Pipa	: 2 in Sch 40
Suhu	: 30°C
<i>Inner pipe</i>	
Ukuran Pipa	: 1 ¼ in Sch 40
Suhu	: 303°C
Jumlah Hairpin	: 1

2. Heater 2

Kode	: E-215
Fungsi	: Memanaskan hasil pencampuran dari <i>mixer</i> M-110 sebelum masuk ke reaktor R-210 dari suhu 30°C menjadi 100°C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>
Beban Pemanas	: 36711,2929 kJ/jam
Luas transfer panas	: 8,2684 ft ²

Annulus

Ukuran Pipa : 2 in Sch 40

Suhu : 30°C

Inner pipe

Ukuran Pipa : 1 ¼ in Sch 40

Suhu : 303°C

Jumlah Hairpin : 1

3. Heater 3

Kode : E-217

Fungsi : Memanaskan air proses dari utilitas sebelum masuk ke reaktor R-210 dari suhu 30°C menjadi 100°C .

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1

 Type : *Double pipe*

 Bahan Konstruksi : *Stainlees steel SA-167 (type 304)*

Beban Pemanas : 375,5157 kJ/jam

 Luas transfer panas : 0,3472 ft²
Annulus

Ukuran : 2 in Sch 40

Suhu : 156°C

Inner pipe

Ukuran : 1 ¼ in Sch 40

Suhu : 30°C

Jumlah Hairpin : 1

4. Heater 4

Kode	: E-322
Fungsi	: Memanaskan produk dari dekanter H-310 sebelum masuk ke Menara Destilasi 1 D-330 dari suhu 30°C menjadi 95°C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>
Beban Pemanas	: 326437,3200 kJ/jam
Luas transfer panas	: 8,7092 ft ²
<i>Annulus</i>	
Ukuran Pipa	: 2 in Sch 40
Suhu	: 30°C
<i>Inner pipe</i>	
Ukuran Pipa	: 1 ¼ in Sch 40
Suhu	: 303°C
Jumlah Hairpin	: 2

5. Heater 5

Kode	: E-329
Fungsi	: Memanaskan produk dari destilasi 1 D-320 sebelum masuk ke Reaktor sebagai <i>recycle</i> 1 R-310 dari suhu 85°C menjadi 100°C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>
Beban Pemanas	: 48942,2087 kJ/jam
Luas transfer panas	: 4,9411 ft ²
<i>Annulus</i>	
Ukuran Pipa	: 2 in Sch 40

Suhu : 85°C

Inner pipe

Ukuran Pipa : 1 ¼ in Sch 40

Suhu : 303°C

Jumlah Hairpin : 1

6. Cooler 1

Kode : E-311

Fungsi : Mendinginkan hasil produk dari Reaktor R-210 sebelum masuk dekanter H-310 dari suhu 100°C menjadi 30°C.

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1

Type : *Double pipe*

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 (type 304)*

Beban Pendingin : 381133,4161kJ/jam

Luas transfer panas : 126,0148 ft²

Annulus

Ukuran Pipa : 2 in Sch 40

Suhu : 100°C

Inner pipe

Ukuran Pipa : 1 ¼ in Sch 40

Suhu : 25°C

Jumlah Hairpin : 6

7. Cooler 2

Kode : E-336

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah menara distilasi D-330 sebelum masuk ke reaktor R-210 .

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1

Type : *Double pipe*

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 (type 304)*

Beban Pendingin : 86279,7942 kJ/jam

Luas transfer panas : 2,2118 ft²

Annulus

Ukuran Pipa : 2 in Sch 40

Suhu : 285 °C

Inner pipe

Ukuran Pipa : 1 ¼ in Sch 40

Suhu : 25°C

Jumlah Hairpin : 1

8. *Cooler 3*

Kode : E-342

Fungsi : Mendinginkan hasil atas menara distilasi D-320 sebelum masuk ke dalam tangki F-340 dari suhu 258°C menjadi 30°C.

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1

Type : *Double pipe*

Bahan Konstruksi : *Stainlees steel SA-167 (type 304)*

Beban Pendingin : 656164,3993 kJ/jam

Luas transfer panas : 80,5224 ft²

Annulus

Ukuran Pipa : 2 in Sch 40

Suhu : 258°C

Inner pipe

Ukuran Pipa : 1 ¼ in Sch 40

Suhu : 25°C

Jumlah Hairpin : 5

9. Kondensor 1

Kode : E-324

Fungsi	: Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi D-320 sebelum masuk kembali ke reaktor R-210 untuk di <i>recycle</i> , dengan menggunakan air pendingin yang masuk pada suhu 25°C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu masuk	: 85 °C
Suhu keluar	: 85 °C
Beban pendingin	: 49657,2438 kJ/jam
Jumlah pendingin	: 807,4349 kg/jam
Luas transfer panas	: 21,1116 ft ²
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan kontruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>

10. Kondensor 2

Kode	: E-332
Fungsi	: Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi D-330 sebelum menuju ke Tangki Penyimpanan Produk F-340, dengan menggunakan air pendingin yang masuk pada suhu 25°C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu masuk	: 258°C
Suhu keluar	: 258°C
Beban pendingin	: 74469,5057 kJ/jam
Jumlah pendingin	: 1187,7682 kg/jam
Luas transfer panas	: 5,6536 ft ²
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan kontruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>

11. Reboiler 1

Kode	: E-328
------	---------

Fungsi	: Mendidihkan dan menguapkan kembali hasil bawah menara distilasi D-320 sebelum di embunkan di dalam kondensor E-323, dengan menggunakan <i>steam</i> yang masuk pada suhu 303 ⁰ C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu masuk	: 303 ⁰ C
Suhu keluar	: 303 ⁰ C
Beban pemanas	: 666982,8954 kJ/jam
Jumlah pemanas	: 4101,7062 kg/jam
Luas transfer panas	: 75,37 ft ²
Type	: <i>Kettle Reboiler</i>
Bahan kontruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>

12. Reboiler 2

Kode	: E-335
Fungsi	: Mendidihkan dan Menguapkan kembali hasil bawah menara distilasi D-330 sebelum diembunkan di dalam kondensor E-332, dengan menggunakan <i>steam</i> yang masuk pada suhu 303 ⁰ C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu masuk	: 302 ⁰ C
Suhu keluar	: 302 ⁰ C
Beban pemanas	: 81503,2394 kJ/jam
Jumlah pemanas	: 350,1429 kg/jam
Luas transfer panas	: 234,5728 ft ²
Type	: <i>Kettle Reboiler</i>
Bahan kontruksi	: <i>Stainlees steel SA-167 (type 304)</i>

4.13 Pompa

1. Pompa 1

Kode	: L-111
Fungsi	: Memompa bahan baku asam oleat dari truk ke tangki penampung sementara asam oleat F-112.
Type	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Operasi	: <i>Batch</i>
<i>Total head</i>	: 10,4049 m
BHP actual	: 8,5143 Hp
<i>Specific speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power motor</i>	: 10,0 Hp
Jumlah	: 2

2. Pompa 2

Kode	: L-113
Fungsi	: Memompa bahan baku asam oleat dari tangki penampung sementara asam oleat F-112 ke <i>mixer</i> M-110.
Type	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Operasi	: Kontinyu
<i>Total head</i>	: 9,5261 m
BHP actual	: 0,2517Hp
<i>Specific speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power motor</i>	: 1/2 Hp
Jumlah	: 1

3. Pompa 3

Kode	: L-114
Fungsi	: Memompa bahan baku asam sulfat dari truk ke tangki penampung sementara asam sulfat F-115.
Type	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Operasi	: <i>Batch</i>



Total head : 1,0885 m
 BHP actual : 0,7157 Hp
Specific speed : 3500 rpm
Power motor : 1 Hp
 Jumlah : 1

4. Pompa 4

Kode : L-116
 Fungsi : Memompa bahan baku asam sulfat dari tangki penampung sementara asam sulfat F-115 ke *mixer* M-110.
 Type : *Centrifugal single stage pump*
 Operasi : Kontinyu
Total head : 1,0944 m
 BHP actual : 0,005 Hp
Specific speed : 3500 rpm
Power motor : 1/2 Hp
 Jumlah : 1

5. Pompa 5

Kode : L-216
 Fungsi : Memompa hasil pencampuran dari *mixer* M-110 ke reaktor R-210.
 Type : *Centrifugal single stage pump*
 Operasi : Kontinyu
Total head : 1,7131 m
 BHP actual : 0,1903 Hp
Specific speed : 3500 rpm
Power motor : 1/2 Hp
 Jumlah : 1

6. Pompa 6
- Kode : L-211
- Fungsi : Memompa bahan baku butanol dari truk ke tangki menuju ke penampung sementara butanol F-212.
- Type : *Centrifugal single stage pump*
- Operasi : *Batch*
- Total head* : 9,6159 m
- BHP actual : 4,9335 Hp
- Specific speed* : 3500 rpm
- Power motor* : 7 Hp
- Jumlah : 1
7. Pompa 7
- Kode : L-213
- Fungsi : Memompa bahan baku butanol dari tangki penampung sementara butanol F-212 ke reaktor R-210.
- Type : *Centrifugal single stage pump*
- Operasi : Kontinyu
- Total head* : 5,1798 m
- BHP actual : 0,1780 Hp
- Specific speed* : 3500 rpm
- Power motor* : 1/2 Hp
- Jumlah : 2
8. Pompa 8
- Kode : L-312
- Fungsi : Memompa cairan hasil dari reaktor R-210 menuju Dekanter H-310.
- Type : *Centrifugal single stage pump*
- Operasi : Kontinyu
- Total head* : 2,8616 m



- BHP actual : 0,1099 Hp
Specific speed : 3500 rpm
Power motor : 1/2 Hp
 Jumlah : 1
9. Pompa 9
 Kode : L-321
 Fungsi : Memompa cairan produk atas Dekanter H-310 menuju menara destilasi 1 D-320.
 Type : *Centrifugal single stage pump*
 Operasi : Kontinyu
Total head : 2,2459 m
 BHP actual : 0,1328 Hp
Specific speed : 3500 rpm
Power motor : 1/2 Hp
 Jumlah : 1
10. Pompa 10
 Kode : L-313
 Fungsi : Memompa cairan *purge* dari produk Dekanter D -310 menuju UPL.
 Type : *Centrifugal single stage pump*
 Operasi : Kontinyu
Total head : 0,9865 m
 BHP actual : 0,002 Hp
Specific speed : 3500 rpm
Power motor : 1/2 Hp
 Jumlah : 1
11. Pompa 11
 Kode : G-326
 Fungsi : Memvakumkan D-320.
 Type : *Liquid ring vacuum*
 Operasi : Kontinyu
 BHP actual : 27,7793 Hp

- Power motor* : 30 Hp
 Jumlah : 2
12. Pompa 12
- Kode : L-327
 Fungsi : Memompa produk hasil atas Destilasi 1 D-320 menuju ke Reaktor 1 R-210 untuk di *recycle* .
 Type : *Centrifugal single stage pump*
 Operasi : Kontinyu
Total head : 2,6565 m
 BHP actual : 0,0886 Hp
Specific speed : 3500 rpm
Power motor : 1/2 Hp
 Jumlah : 1
13. Pompa 13
- Kode : L-331
 Fungsi : Memompa cairan hasil bawah dari Destilasi 1 D-320 menuju ke destilasi 2 (D-330).
 Type : *Reciprocating single stage pump*
 Operasi : Kontinyu
Total head : 18,8179 m
 BHP actual : 0,5794 Hp
Specific speed : 3500 rpm
Power motor : 3/4 Hp
 Jumlah : 2
14. Pompa 14
- Kode : G-333
 Fungsi : Memvakumkan D-330.
 Type : *Liquid ring vacuum*
 Operasi : Kontinyu
 BHP actual : 8,9719 Hp
Power motor : 10 Hp
 Jumlah : 1

15. Pompa 15

Kode	: L-341
Fungsi	: Memompa produk butil oleat dari D-320 menuju tangki penyimpanan butil oleat F-332.
Type	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Operasi	: Kontinyu
<i>Total head</i>	: 9,9472 m
BHP actual	: 0,9540 Hp
<i>Specific speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power motor</i>	: 1 1/2 Hp
Jumlah	: 1

16. Pompa 16

Kode	: L-337
Fungsi	: Memompa asam oleat dan Asam Linoleat recycle dari D-330 menuju reaktor R-210.
Type	: <i>Reciprocating single stage pump</i>
Operasi	: Kontinyu
<i>Total head</i>	: 5,8913 m
BHP actual	: 0,06 Hp
<i>Specific speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power motor</i>	: 1/2 Hp
Jumlah	: 1

17. Pompa 17

Kode	: L-343
Fungsi	: Memompa produk butil oleat dari tangki penyimpanan F-340 menuju ke truk ke tangki.
Type	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Operasi	: Kontinyu
<i>Total head</i>	: 5,51273 m
BHP actual	: 2,1123 Hp
<i>Specific speed</i>	: 3500 rpm



Power motor : 3 Hp
Jumlah : 2

4.14 Expansion Valve

Kode : EV-323
Fungsi :Menurunkan tekanan cairan keluaran dekanter
H-310 menuju destilasi 1 D-320 dari 1 atm menjadi
0,22 atm.
Operasi : Kontinyu
Jenis : *Globe Valve*
Jumlah : 2

BAB VI

ALAT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS)

6.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Unit pendukung proses merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang ada dalam pabrik n-butyl oleat yang dirancang antara lain meliputi unit pengadaan air (air pendingin, air umpan boiler, air sanitasi dan air proses), unit pengadaan steam, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, dan unit pengadaan bahan bakar. Utilitas yang dirancang pada pabrik n-butyl oleat antara lain :

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Untuk keperluan *domestik*, umpan *boiler* dan air pendingin memerlukan unit ini sebagai penyedia air.

2. Unit Pengadaan steam

Pada alat tertentu di dalam suatu pabrik memerlukan *steam*, seperti pada *heat exchanger* dan *reboiler*.

3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan dari *generator* sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

4. Unit Udara Tekan

Berfungsi untuk menyediakan udara tekan untuk keperluan instrumentasi

5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Berfungsi untuk menyediakan bahan bakar.

6. Unit Pengadaan Refrigerant

Berfungsi untuk menyediakan Refrigerant.

7. Unit Pengolahan Limbah.

6.2 Unit Keselamatan dan Kesehatan Kerja

6.3 Unit Laboratorium

6.2.1 Unit pengadaan dan pengolahan air

Dalam memenuhi kebutuhan air industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik n-butil oleat, sumber air yang digunakan berasal PT.Petrokimia Gresik. Pertimbangan menggunakan air yang di sediakan PT.Petrokimia Gresik karena air tersebut sudah diolah terlebih dahulu sehingga memudahkan untuk proses selanjutnya, dibandingkan dengan proses pengolahan air sungai atau air laut yang lebih rumit serta biaya pengolahan yang lebih besar. Air yang digunakan dalam unit utilitas harus memenuhi syarat air proses industri kimia. Air yang dibutuhkan dalam lingkungan pabrik adalah untuk :

a. Air proses

Air yang akan digunakan untuk air proses harus dihilangkan mineral-mineral yang terkandung didalam air tersebut, seperti : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{4-} , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin didalam unit *demineralizer*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam air proses adalah :

- 1) Kesadahan (*hardness*) yang dapat menimbulkan kerak.
- 2) Minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

Tabel 6.1 Kebutuhan air proses

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Reaktor 1	1,2611
2.	Dekanter	21,0978
	Over design	20 %
Total		26,8306

b. Air Pendingin

Pada umumnya, ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, yaitu:

- 1) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar
- 2) Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- 3) Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.

Tabel 6.2 Kebutuhan air pendingin

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/Jam)
1	air untuk jaket reaktor	3258,2822
2	air untuk cooler -1	3646,3374
3	air untuk cooler -2	6277,5833
4	air untuk cooler -3	870,3218
5	air untuk kondensor-1	474,0015
6	air untuk kondensor-2	668,1113
	Jumlah kebutuhan	15194,6375
	Over design 10 %	
Sub Total		16714,1013 Kg/jam

c. Air sanitasi

Air yang akan digunakan harus memenuhi syarat-syarat kesehatan. Dapat dilakukan dengan menambahkan kaporit untuk menghilangkan mikroorganisme dan mengurangi kekeruhan.

Syarat fisik:

- Suhu di bawah suhu udara luar.
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa.
- Tidak berbau.

Syarat kimia:

- Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik.
- Tidak beracun.

Syarat bakteriologis:

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 6.3 Kebutuhan air sanitasi

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	416
2	Laboratorium, poliklinik, bengkel	200
3	Pemadam Kebakaran	120
4	Kantin dan Mushola	100
5	Pembersihan, pemeliharaan dan taman	149
Total		985

d. Air Umpan Boiler

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

1. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam boiler disebabkan oleh air yang mengandung larutan-larutan asam dan gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S .

2. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

3. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang timbul dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek penembusan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tabel 6.4 Kebutuhan air untuk *steam*

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/Jam)
1	Heater-1	108,2472
2	Reboiler-1	485,9362
3	Reboiler-2	54,7252
Total		648,9087
over design		10%
Sub Total		713,7995

Total kebutuhan air yang disuplai dari unit penyedia air adalah sebesar 18439,7314 kg/jam untuk start up proses dan 2754,6307 kg/jam untuk *make up* proses *continue*. Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya air diletakkan sebanyak 10%, sehingga air yang akan diambil dari air sungai saat dipompakan adalah sebesar 20283,7046 kg/jam untuk *start up* pabrik dan 3030,0828 kg/jam untuk *make up* proses *continue*. Kebutuhan air pabrik diperoleh dari PT Petrokimia Gresik. Air dari pipa dialirkan ke tangki penampung sementara kemudian distribusikan sebagai air sanitasi, air pendingin, air umpan boiler dan sebagai air proses.

6.2.2 Unit pengadaan *steam*

Untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses, alat yang digunakan adalah *boiler* atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan adalah boiler *Water tube boiler*, karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Mampu bekerja pada tekanan tinggi.
- Nilai efisiensi nya relatif lebih besar dibanding tipe *Fire tube boiler*.
- Tungku mudah dijangkau untuk melakukan pemeriksaan, perbaikan, dan pembersihan.

1. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{4-} , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*). Demineralisasi air diperlukan karena air umpan *boiler* harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Jika *steam* digunakan sebagai pemanas diharapkan tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*, karena hal tersebut dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

. Air diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Al^{3+} .

Reaksi yang terjadi di kation

a. Reaksi Pada saat Operasi:



b. Reaksi Pada saat Regenerasi:



Air yang keluar dari *kation exchanger* diumpankan ke *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO^- dan SiO_3^{2-}

Reaksi yang terjadi di anion

a. Reaksi Pada saat Operasi:



b. Reaksi Pada saat Regenerasi:



Air yang keluar selanjutnya dikirim ke unit *demineralized water storage* sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFW.

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

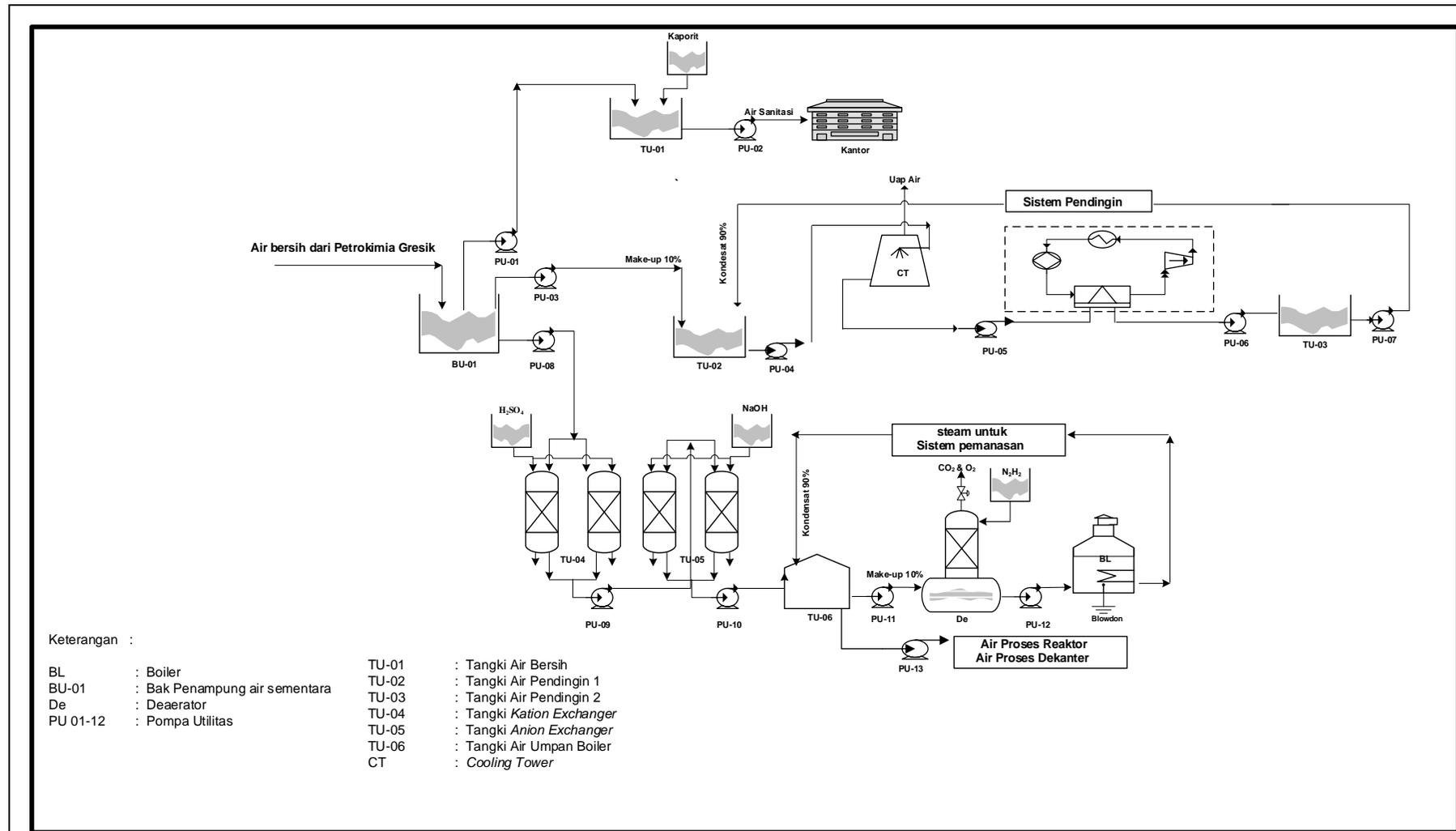
Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dapat menyebabkan korosi, sehingga gas tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu dalam suatu *deaerator*.

Pada *deaerator* diinjeksikan *steam* yang berfungsi untuk mengikat O_2 yang terkandung dalam air

tidak sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan O_2 , sehingga perlu ditambahkan Hidrazin. Hidrazin berfungsi mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama gas-gas lain dihilangkan melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.



Gambar 6.1 Diagram penyediaan air

SPESIFIKASI ALAT UTILITAS

1. Bak Penampung Sementara

- a. Kode : BU-01
- b. Fungsi : Menampung air dari pipa sumber air yang berasal dari unit pengolahan air bersih PT.Petrokimia gresik.
- c. Bahan : Beton
- d. Jenis : Silinder Vertikal
- e. Diameter : 3,1416 m
- f. Tinggi : 3,1416 m
- g. Volume : 24,3404 m³

2. Tangki Air Sanitasi

- a. Kode : TU-01
- b. Fungsi : menampung air bersih untuk kebutuhan sehari-hari
- c. Jenis : Silinder vertikal
- d. Diameter : 8,675 m
- e. Tinggi : 4,34 m
- f. Volume : 128,0160 m³

3. Tangki Air Pendingin

- a. Kode : TU-02
- b. Fungsi : Menampung air make-up dan air pendinginan proses yang telah digunakan
- c. Jenis : Silinder vertikal
- d. Diameter : 2,9453 m
- e. Tinggi : 2,9453 m
- f. Volume : 20,0569 m³

4. *Kation Exchanger*

- a. Kode : TU-03
- b. Fungsi : Menurunkan Kesadahan air umpan boiler
- c. Jenis : *Down Flow cation Exchanger*
- d. Resin : *Resin Duolite C-3*
- e. Volume Resin : 0,0179 m³

- f. Diameter : 0,5 m
 g. Tinggi : 1,1373 m

5. Anion Exchanger

- a. Kode : TU-04
 b. Fungsi : Menghilangkan anion yang keluar dari *kation exchanger*
 c. Jenis : *Down Flow Anion Exchanger*
 d. Resin : *Resin Duolite A-7*
 e. Volume Resin : 0,0800 m³/jam
 f. Diameter : 0,3157 m
 g. Tinggi : 1,1019 m

6. Deaerator

- a. Kode : De
 b. Fungsi : Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama O₂, CO₂, NH₃, dan H₂S
 c. Panjang : 3,64 m
 d. Tinggi : 2,73 m
 e. Kapasitas : 23,9164 m³

7. Boiler feed water

- a. Kode : TU-05
 b. Fungsi : Menampung sementara air make up boiler
 c. Jenis : Silinder tegak
 d. Diameter : 1,0691 m
 e. Tinggi : 1,0691 m
 f. Kapasitas : 0,9593 m³/jam

8. Boiler

- a. Kode : BL
 b. Fungsi : Membuat *Steam* jenuh pada suhu 302°C
 c. Jenis : *Water Tube Boiler*
 d. Kapasitas : 1683,0553 lb/jam

9. Cooling Tower

- a. Kode : CT
- b. Fungsi : Tempat mendinginkan air pendingin yang akan disirkulasikan untuk sistem pendingin
- c. Jenis : *Mechanical Induced Draft Cooling tower*
- d. Kapasitas : 16714,1013 kg/jam

10. Refrigerator

- b. Kode : RF
- c. Fungsi : Tempat menurunkan suhu air pendingin yang akan disirkulasikan untuk sistem pendingin
- d. Jenis : *Chiller* dengan pendingin ammonia
- e. Kapasitas : 306,7537 kg/jam

11. Pompa

1. Pompa 1

- a. Kode : PU-01
- b. Fungsi : Mengalirkan air dari BU-01 ke TU-01
- c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal Pump*
- e. Jumlah : 2
- f. Kapasitas : 0,8938 m³/jam
- g. Power : ½ Hp

2. Pompa 2

- a. Kode : PU-02
- b. Fungsi : Mengalirkan air dari T-01 ke kantor dan perumahan
- c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal Pump*
- e. Jumlah : 1
- f. Kapasitas : 0,8938 m³/jam
- g. Power : ½ Hp

3. Pompa 3
 - a. Kode : PU-03
 - b. Fungsi : Mengalirkan air dari B-01 ke TU-02
 - c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
 - d. Jenis : *Centrifugal Pump*
 - e. Jumlah : 1
 - f. Kapasitas : 23,5267 m³/jam
 - g. Power : ½ Hp
4. Pompa 4
 - a. Kode : PU-04
 - b. Fungsi : Mengalirkan air dari TU-02 ke *Cooling Tower*
 - c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
 - d. Jenis : *Centrifugal Pump*
 - e. Jumlah : 1
 - f. Kapasitas : 23,5267 m³/jam
 - g. Power : ½ Hp
5. Pompa 5
 - a. Kode : PU-05
 - b. Fungsi : mengalirkan air pendingin dari *Cooling Tower* ke *Chiller*
 - c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
 - d. Jenis : *Centrifugal Pump*
 - e. Jumlah : 1
 - f. Kapasitas : 23,5267 m³/jam
 - g. Power : ½ Hp
6. Pompa 6
 - a. Kode : PU-06
 - b. Fungsi : mengalirkan air pendingin dari *Chiller* ke sistem Pendingin
 - c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
 - d. Jenis : *Centrifugal Pump*
 - e. Jumlah : 1
 - f. Kapasitas : 23,5267 m³/jam
 - g. Power : ½ Hp

7. Pompa 7
- a. Kode : PU-07
 - b. Fungsi : Mengalirkan air dari B-01 ke TU-03
 - c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
 - d. Jenis : *Centrifugal Pump*
 - e. Jumlah : 1
 - f. Kapasitas : 1,1430 m³/jam
 - g. Power : ½ Hp
8. Pompa 8
- a. Kode : PU-08
 - b. Fungsi : Mengalirkan air proses dari *kation exchanger* ke *anion exchanger*
 - c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
 - d. Jenis : *Centrifugal Pump*
 - e. Jumlah : 1
 - f. Kapasitas : 1,1430 m³/jam
 - g. Power : ½ Hp
9. Pompa 9
- a. Kode : PU-09
 - b. Fungsi : Mengalirkan air proses dari *anion exchanger* ke TU-05
 - c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
 - d. Jenis : *Centrifugal Pump*
 - e. Jumlah : 1
 - f. Kapasitas : 1,1430 m³/jam
 - g. Power : ½ Hp
10. Pompa 10
- a. Kode : PU-10
 - b. Fungsi : Mengalirkan air Demin dari T-05 ke Deaerator
 - c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
 - d. Jenis : *Centrifugal Pump*
 - e. Jumlah : 1
 - f. Kapasitas : 1,1253 m³/jam
 - g. Power : ½ Hp

11. Pompa 11

- a. Kode : PU-11
- b. Fungsi : Mengalirkan air Deaerator ke Boiler
- c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal Pump*
- e. Jumlah : 1
- f. Kapasitas : 0,9134m³/jam
- g. Power : ½ Hp

12. Pompa 12

- a. Kode : PU-12
- b. Fungsi : Mengalirkan air Demin dari T-05 ke reaktor sebagai air proses
- c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal Pump*
- e. Jumlah : 1
- f. Kapasitas : 0,02 m³/jam
- g. Power : ½ Hp

13. Pompa 13

- a. Kode : PU-13
- b. Fungsi : Mengalirkan air Demin dari T-05 ke dekanter sebagai air pencuci
- c. Bahan : *Carboon steel (SA 238 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal Pump*
- e. Jumlah : 1
- f. Kapasitas : 0,02 m³/jam
- g. Power : ½ Hp

6.2.3 Unit Pengadaan Listrik

Unit pengadaan listrik bertugas untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan tenaga listrik di pabrik n-butyl oleat ini dipenuhi oleh PLN dan generator pabrik. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN.

Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan :

- a. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- b. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Kebutuhan listrik di pabrik meliputi:

1. Listrik untuk keperluan proses

Besarnya listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 6.5 Kebutuhan listrik untuk keperluan proses

Kode dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Mixer-01	1,500	1	1,5000
Reaktor	3,000	1	3,0000
Pompa-01	10,000	1	10,0000
Pompa-02	0,500	1	0,5000
Pompa-03	1,000	1	1,0000
Pompa-04	0,500	1	0,5000
Pompa-05	0,500	1	0,5000
Pompa-06	7,000	1	7,0000
Pompa-07	0,500	1	0,5000
Pompa-08	0,500	1	0,5000
Pompa-09	0,500	1	0,5000
Pompa-10	0,500	1	0,5000
Pompa Vakum 1	30,000	1	30,0000
Pompa-11	0,500	1	0,5000
Pompa-12	0,750	1	0,7500
Pompa-13	1,500	1	1,5000
Pompa Vakum 2	10,000	1	10,0000
Pompa-14	0,500	1	0,5000
Pompa-15	1,500	1	1,5000
Total			70,7500

Diketahui 1 Hp = 0,7457 k

Power yang dibutuhkan = 52,7583 kW

2. Listrik untuk utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) sebagai berikut :

Tabel 6.6 Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas

Kode dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Kompresor	1,0000	1	1,0000
Cooling Fan	1,5000	1	1,5000
Tangki N ₂ H ₄	0,5000	1	0,5000
Tangki NaCl	0,5000	1	0,5000
Tangki NaOH	0,5000	1	0,5000
Pompa-01	0,5000	1	0,5000
Pompa-02	0,5000	1	0,5000
Pompa-03	0,5000	1	0,5000
Pompa-04	1,0000	1	1,0000
Pompa-05	1,0000	1	1,0000
Pompa-06	1,0000	1	1,0000
Pompa-07	0,5000	1	0,5000
Pompa-08	0,5000	1	0,5000
Pompa-09	0,5000	1	0,5000
Pompa-10	0,5000	1	0,5000
Pompa-11	0,5000	1	0,5000
Pompa-12	0,5000	1	0,5000
Pompa-13	0,5000	1	0,5000
Total		11	12,0000

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 8,9484 kW

3. Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 35000 W = 35 kW

Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar = 25 kW

4. Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan = 30 kW

5. Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar = 20 kW

6. Jumlah kebutuhan listrik

= (52,7583 + 8,9484 + 35 + 25 + 30 + 20) kW

= 171,7076 kW

Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80%, maka *input generator*

$$= 214,6333 \text{ kW}$$

Ditetapkan *input generator* = 400 kW

Untuk keperluan dan cadangan = $(400 - 214,6333) \text{ kW} \times 80\%$
 = 148,2933 kW

Spesifikasi generator

- a. Tipe = AC generator
- b. Kapasitas = 400 kW
- c. Tegangan = 220/360 volt
- d. Efisiensi = 80%
- e. Frekuensi = 50 Hz
- f. Bahan bakar = Solar (*fuel oil*)

6.2.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar boiler dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan *boiler* dan *generator* adalah solar. Solar diperoleh dari Pertamina distributor di daerah Surabaya.

Pemilihan Solar sebagai bahan bakar di dasarkan pada alasan :

1. Mudah didapat
2. Lebih ekonomis
4. Mudah dalam penyimpanan

Bahan bakar Solar yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

a. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* dan *generator* :

- 1. Jenis bahan bakar : Solar
- 2. Heating value : 19064 btu/lb
- 3. Efisiensi bahan bakar : 85%
- 4. Sg solar : 0,81
- 5. ρ solar : 54,26 lb/ft³
- 6. Kapasitas input boiler : 1896596,915 btu/jam
- 7. Kebutuhan solar boiler : 0,0594 m³/jam
- 8. Kapasitas input generator : 1365187,7133 btu/jam
- 9. Kebutuhan solar generator : 0,0427 m³/jam

6.2.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini adalah pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel-partikel lainnya.

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar 25,2 L/menit (Considine, 1970). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 12,096 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompressor.

6.2.6 Unit Refrigerasi

Unit refrigerasi ini bertugas untuk mendinginkan air sampai suhu 25° C. Adapun beban refrigerant beban unit ini adalah 383,7825 kg refrigerant. Unit ini terdiri dari *heat exchanger*, kondensor dan *expansion valve*. Dipilihnya ammonia sebagai refrigerant karena zat ini memiliki suhu rendah dan murah.

6.2.7 Unit Pengolahan Limbah

a. Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik n-butyl oleat ini antara lain limbah buangan sanitasi dan hasil proses.

1. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan penambahan desinfektan Ca-hypochlorite.

2. Air limbah proses

Limbah air sisa proses merupakan limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi, misalnya limbah yang keluar dari arus purging hasil bawah Dekanter (H-310). Limbah ini diolah menggunakan system netralisasi dan sedimentasi dengan bahan pembuatan batu kapur, soda ash, atau soda kaustik (NaOH) dalam kolam penetralan. Hasil yang terbentuk dialirkan ke kolam penampungan akhir.

Pengolahan bahan buangan cair meliputi :

- 1) Air yang mengandung zat organik dan anorganik
- 2) Buangan air sanitasi

3) *Back wash filter*

4) Sisa regenerasi

5) *Blow down*

Air buangan sanitasi dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran dikumpulkan dan diolah dalam unit *stabilisasi* dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi untuk disinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan menambahkan H_2SO_4 . Hal ini dilakukan jika pH air buangan lebih dari tujuh (7). Jika pH air buangan kurang dari tujuh ditambahkan NaOH.

3. Limbah Gas

Limbah gas berasal dari gas hasil pembakaran bahan bakar boiler berupa CO_2 dan N_2 . Gas tersebut langsung dibuang ke udara bebas.

4. Limbah Debu dan Kebisingan

Limbah debu dan kebisingan dihasilkan dari proses yang terjadi di dalam pabrik. Hal ini dapat diatasi dengan mengadakan penghijauan di area sekeliling pabrik, mengisolir bising dengan tembok, memasang alat penghisap debu, dan mewajibkan karyawan menggunakan masker dan *ear protec*

6.3 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan peran yang lain adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik limbah gas, cair maupun padat. Limbah cair berupa air limbah hasil proses.

Laboratorium kimia adalah sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk dari perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan proses serta produk.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Menganalisa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik.
4. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi tiga (3) bagian :

1. Laboratorium pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan ‘*certificate of quality*’ untuk menjelaskan spesifikasi.

2. Laboratorium analitik

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku dan produk akhir.

3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses dalam meningkatkan hasil akhir.

6.4 Unit Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Sistem manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) dilaksanakan dalam rangka pengendalian risiko kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif. Selain itu, unit ini juga mengatur dalam memelihara aspek-aspek Keselamatan, Kesehatan, Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) sebagai prioritas bisnis dan memberikan dukungan penuh terhadap pelaksanaan K3LH.

Salah satu upaya perlindungan K3 adalah mencegah timbulnya kecelakaan kerja, PAK, (Penyakit Akibat Kerja) dan pembinaan kerja yang sehat dengan adanya hygiene perusahaan. Hygiene perusahaan adalah spesialisasi dalam ilmu, beserta prakteknya yang lingkup dedikasinya

mengenali, mengukur dan melakukan penilaian (evaluasi) terhadap faktor penyebab gangguan kesehatan atau penyakit dalam lingkungan kerja dan perusahaan. Hasil pengukuran dan evaluasi demikian dipergunakan sebagai dasar tindakan korektif serta guna pengembangan pengendalian yang lebih bersifat preventif terhadap lingkungan kerja/perusahaan.

Tujuan keselamatan kerja :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *safety* (*Safety Equipment*) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di *plant* atau daerah proses.

Perlengkapan *safety* yang harus dipakai :

1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff / Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin.
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala.
5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap.
6. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun tindakan *mitigasi* yang dilakukan oleh perusahaan antara lain:

1. Pemberian *safety induction*, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya.
2. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan.
3. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran.



BAB VII

ORGANISASI DAN TATA LETAK

7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik n-butyl oleat yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

Bentuk	: Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Usaha	: Industri n-Butil Oleat
Lokasi Perusahaan	: Manyar, Gresik, Jawa Timur, Indonesia

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini berdasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

1. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
2. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
4. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas, PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
7. Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
8. Mudah bergerak dipasar modal.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu:

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya.
3. Pemiliknya adalah para pemegang saham.

7.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Dengan berpedoman terhadap asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada pimpinan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang disebut Dewan Direksi. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Anggota Tahunan.

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

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

Dengan berpedoman pada azas tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu *Line and Staff System*. Pada sistem ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya.
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat.

- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen.
Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut:

7.2.1 Pemegang saham

Pemegang saham merupakan beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) 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 laba rugi tahunan dari perusahaan.

7.2.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris adalah pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemegang saham.

Tugas dan kewenangan Dewan Komisaris meliputi:

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

7.2.3. Dewan Direksi

Dewan direksi merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Dewan Direksi bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Anggota dewan direksi antara lain:

1. Direktur Utama

Tugas :

- a. Memimpin kegiatan perusahaan secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan, dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
- b. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan dan konsumen.
- c. Mengkoordinasi kerja sama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan dan umum (direktur keuangan dan umum).

2. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas :

- a. Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.
- b. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, Teknik dan rekayasa produksi

3. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas :

- a. Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, dan keselamatan kerja.
- b. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan dan pelayanan umum.

7.2.4 Staf Ahli dan Litbang

Staf ahli dan litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu manajer dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf Ahli bertanggung jawab kepada

Direktur Utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tugas dan wewenang Staf Ahli :

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

7.2.5 Kepala Bagian

Tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama.

Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang kelancaran produksi serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses dan seksi utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Litbang dan Mutu

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan pemeliharaan serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi seksi Litbang, seksi laboratorium, dan seksi pemeliharaan.

3. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada direktur administrasi dan keuangan dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi dua seksi, yaitu seksi Pemasaran dan seksi keuangan administrasi.

4. Kepala Bagian Umum dan Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi tiga seksi yaitu seksi humas dan keamanan, seksi keselamatan kesehatan kerja, dan seksi personalia.

7.2.6 Kepala Seksi

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

1. Tugas seksi proses antara lain :
 - a. Mengawasi jalannya proses produksi.
 - b. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
2. Tugas seksi Jaminan Mutu dan laboratorium, antara lain:
 - a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
 - b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi.
 - c. Mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
 - d. Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.
3. Tugas seksi Riset dan Pengembangan antara lain:
 - a. Menyelenggarakan riset
 - b. Menyelenggarakan pengembangan produk.
4. Tugas seksi keuangan & administrasi antara lain :
 - a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan.
 - b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.
 - c. Mengatur Administrasi Perusahaan.

5. Tugas seksi pemasaran, antara lain :
 - a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
 - b. Mengatur distribusi hasil produksi.
6. Tugas seksi humas dan Keamanan, antara lain :
 - a. Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan
 - b. mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.
7. Tugas seksi personalia antara lain :
 - a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
 - b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
 - c. Melaksanakan hal - hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.
8. Tugas seksi Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi
 - a. Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
 - b. Menyelenggarakan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi
9. Tugas seksi Utilitas
 - a. Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan utilitas.
 - b. Bertanggung jawab terhadap pengolahan limbah buangan pabrik.
10. Tugas seksi K3
 - a. Memastikan bahwa perusahaan secara efektif melaksanakan Program K3.
 - b. Memastikan bahwa sistem K3 berkerja dengan baik, sehingga kerugian yang diakibatkan kecelakaan kerja dapat di dindari.

7.2.7 Karyawan

1. Karyawan Proses
Tugas : Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi.
2. Karyawan Utilitas
Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, *steam*, bahan bakar, udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi dan pengolahan limbah
3. Karyawan Laboratorium dan Jaminan mutu
Tugas :Menyelenggarakan pemantauan hasil mutu bahan baku maupun Produk.
4. Karyawan Pemasaran
Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran dan promosi produk .
5. Karyawan Keuangan
Tugas : Bertanggung jawab atas pembelian barang-barang untuk kelancaran produksi bertanggung jawab terhadap pembukuan seta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.
6. Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel
Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.
7. Karyawan Humas dan Keamanan
Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, serta mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.
8. Karyawan personalia
Tugas : Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
9. Karyawan Riset dan Pengembangan
Tugas : Menyelenggarakan riset dan pengembangan produk

10. Karyawan K3

Tugas : Menyelenggarakan program k3 yang meliputi upaya preventif dan upaya korektif.

7.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

7.3.1. Sistem Kepegawaian

Pada pabrik n-butil oleat ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

1. Karyawan Tetap

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

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

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

7.3.2. Sistem Gaji

Sistem gaji Perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

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

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.



Perincian golongan dan gaji pegawai sebagai berikut :

Tabel 7.1 Daftar gaji karyawan

No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji/tahun
1	Direktur Utama	S2 – T. Kimia	1	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	S2 – T. Kimia	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
3	Direktur Keuangan, Pemasaran dan Umum	S2 – Ekonomi	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
4	Staf Ahli dan litbang	S1 – T. Kimia	2	Rp 8.000.000	Rp 192.000.000
5	Kepala bagian Unit Proses	S1 – T. Kimia	1	Rp 6.000.000	Rp 72.000.000
6	Kepala bagian Unit pemeliharaan	S1 – T. Kimia	1	Rp 6.000.000	Rp 72.000.000
7	Kepala bagian umum	S1 – T. Kimia	1	Rp 6.000.000	Rp 72.000.000
8	Kepala bagian keuangan dan pemasaran	S1 – T. Kimia	1	Rp 6.000.000	Rp 72.000.000
9	Kepala seksi unit riset dan litbang	S1 – T. Kimia	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
10	Kepala seksi unit proses	S1 – T. Kimia	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
11	Kepala seksi Unit jaminan mutu dan Laboratorium	S1 – T. Kimia	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
12	Kepala seksi Unit utilitas	S1 – T. Kimia	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
13	Kepala seksi Unit Pemeliharaan instrumentasi dan bengkel	D3 – T. Mesin	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
14	Kepala seksi Unit Humas	S1-Komunikasi	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
15	Kepala seksi Unit Personalia	S1-Psikologi	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
16	Kepala seksi Unit Pemasaran	S1-Komunikasi	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
17	Kepala seksi Unit K3	S1-T.Kimia/D4 K3	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
18	Kepala seksi Unit Keuangan dan administrasi	S1 Akutansi	1	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
19	Karyawan Unit Proses	D3 T. Kimia	16	Rp 4.000.000	Rp 768.000.000
20	Karyawan Unit Riset dan Litbang	S1-T. Kimia	2	Rp 4.000.000	Rp 96.000.000
21	Karyawan Unit Utilitas	D3 T. Kimia/MIPA	12	Rp 4.000.000	Rp 576.000.000
22	Karyawan Unit Laboratorium dan Pengendalian Mutu	D3 T. Kimia/MIPA	8	Rp 4.000.000	Rp 384.000.000
23	Karyawan Unit Pemasaran	D3 – Ekonomi	3	Rp 4.000.000	Rp 144.000.000
24	Karyawan Unit Keuangan	D3 – Ekonomi	3	Rp 4.000.000	Rp 144.000.000



No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji/tahun
25	Karyawan Unit K3	D3 K3	2	Rp 4.000.000	Rp 96.000.000
26	Karyawan Unit Pemeliharaan instrumentasi dan Bengkel	D3 – T. Mesin	12	Rp 4.000.000	Rp 576.000.000
27	Karyawan Unit Humas	D3 Komunikasi	3	Rp 4.000.000	Rp 144.000.000
28	Karyawan Unit Keamanan	SLTA	12	Rp 3.725.000	Rp 536.400.000
29	Dokter	S1 – Kedokteran	1	Rp 8.500.000	Rp 102.000.000
30	Perawat	D3 – Perawat	2	Rp 4.000.000	Rp 96.000.000
31	Sopir	SLTA	3	Rp 3.725.000	Rp 134.100.000
32	Cleaning Service	SLTA	6	Rp 3.725.000	Rp 268.200.000
			104		Rp 5.924.700.000

7.3.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik n-butil oleat ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan dan shutdown. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan dibagi dalam dua golongan, yaitu karyawan shift dan non shift.

a. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor.

Karyawan harian dalam 1 minggu akan bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut:

Jam kerja :

1. Hari Senin-Jum'at : Jam 08.00-17.00

Jam istirahat :

1. Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00
2. Hari Jumat : Jam 11.00-13.00

b. Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift antara lain seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi keamanan. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan teknik :

1. Shift pagi : Jam 07.00-15.00
2. Shift siang : Jam 15.00-23.00
3. Shift malam : Jam 23.00-07.00

Karyawan Keamanan :

1. Shift pagi : Jam 06.00-14.00
2. Shift siang : Jam 14.00-22.00
3. Shift malam : Jam 22.00-06.00

Untuk karyawan shift ini akan dibagi dalam 4 regu di mana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Tabel 7.2 Pembagian shift karyawan

Regu \ Hari ke-	Hari ke-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L
2	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P
3	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S
4	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M

Keterangan :

P = Shift pagi

M = Shift malam

S = Shift siang

L = Libur

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

7.3.4 Kesejahteraan Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang seperti: tunjangan, fasilitas kesehatan, transportasi, koperasi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), cuti, dan lain-lain.

1. Tunjangan

- a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter yang ditunjuk oleh perusahaan.

3. Pakaian kerja

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

4. Jaminan Sosial Tenaga Kerja

Jaminan Sosial Tenaga Kerja adalah suatu perlindungan bagi tenaga kerja dalam bentuk santunan berupa uang sebagai pengganti sebagian dan penghasilan yang hilang atau berkurang dan pelayanan sebagai akibat peristiwa atau keadaan yang dialami oleh tenaga kerja berupa kecelakaan kerja, sakit, hamil, bersalin, hari tua dan meninggal

dunia. Ruang lingkup program jaminan sosial tenaga kerja meliputi (UU RI No.3, 1992).

7.4 Manajemen Produksi

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahaan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar penyimpangan produksi dapat dihindari.

Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

7.4.1 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada direktur keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

Dipengaruhi oleh kehandalan dan kemampuan mesin yaitu jam kerja efektif dan beban yang diterima.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu:

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

Ada 3 alternatif yang dapat diambil:

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

2. Kemampuan Pabrik

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

- Bahan Baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai jumlah produk yang diinginkan.

- Tenaga Kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja keterampilannya meningkat dan sesuai dengan yang diinginkan.

- Peralatan (Mesin)

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

7.4.2 Pengendalian Proses

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

1) Pengendalian kualitas

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

2) Pengendalian kuantitas

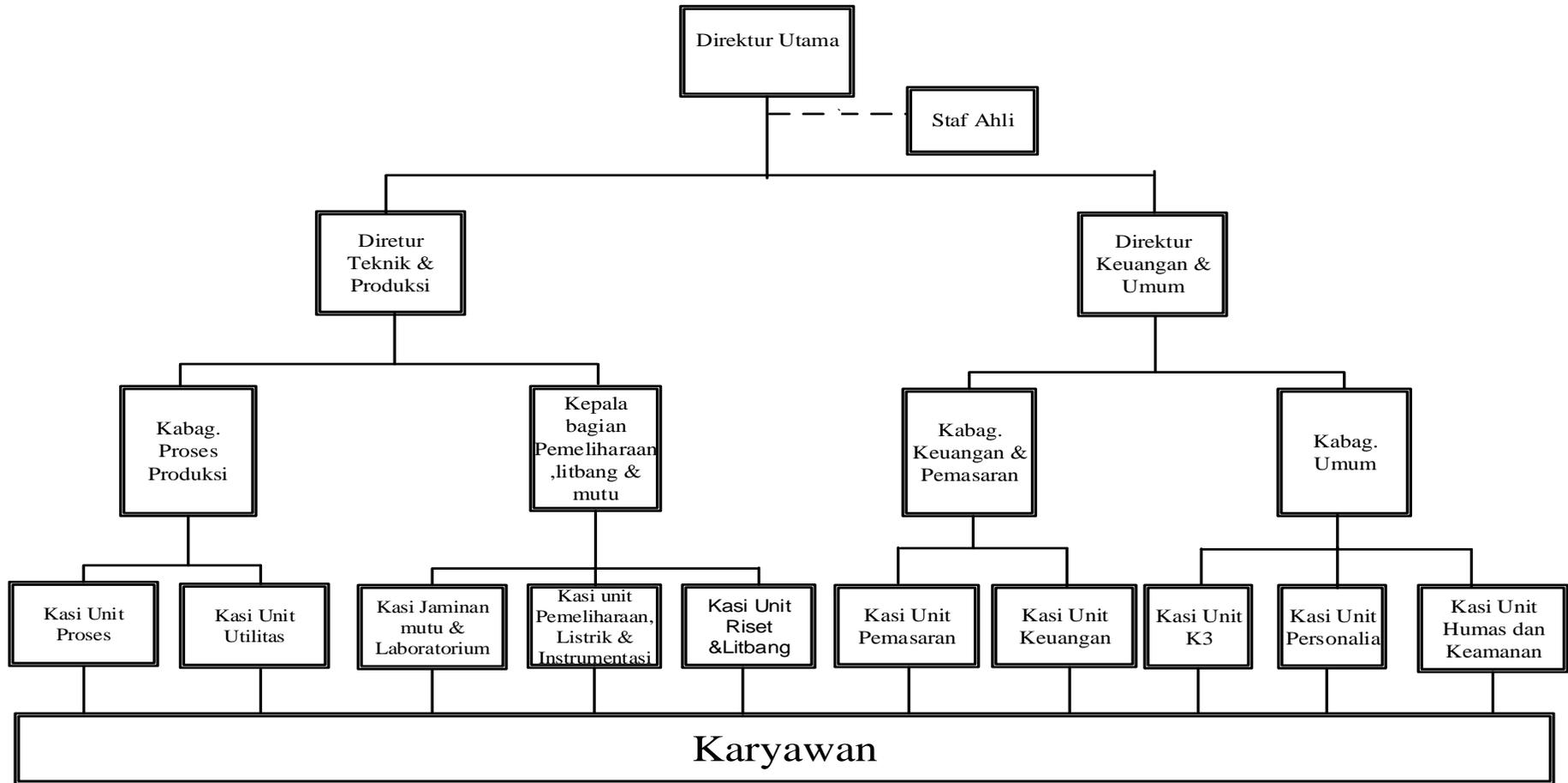
Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3) Pengendalian waktu

Untuk mencapai tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4) Pengendalian bahan proses

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



Gambar 7.1 Struktur Organisasi

7.5 Tata Letak (Lay Out) Pabrik

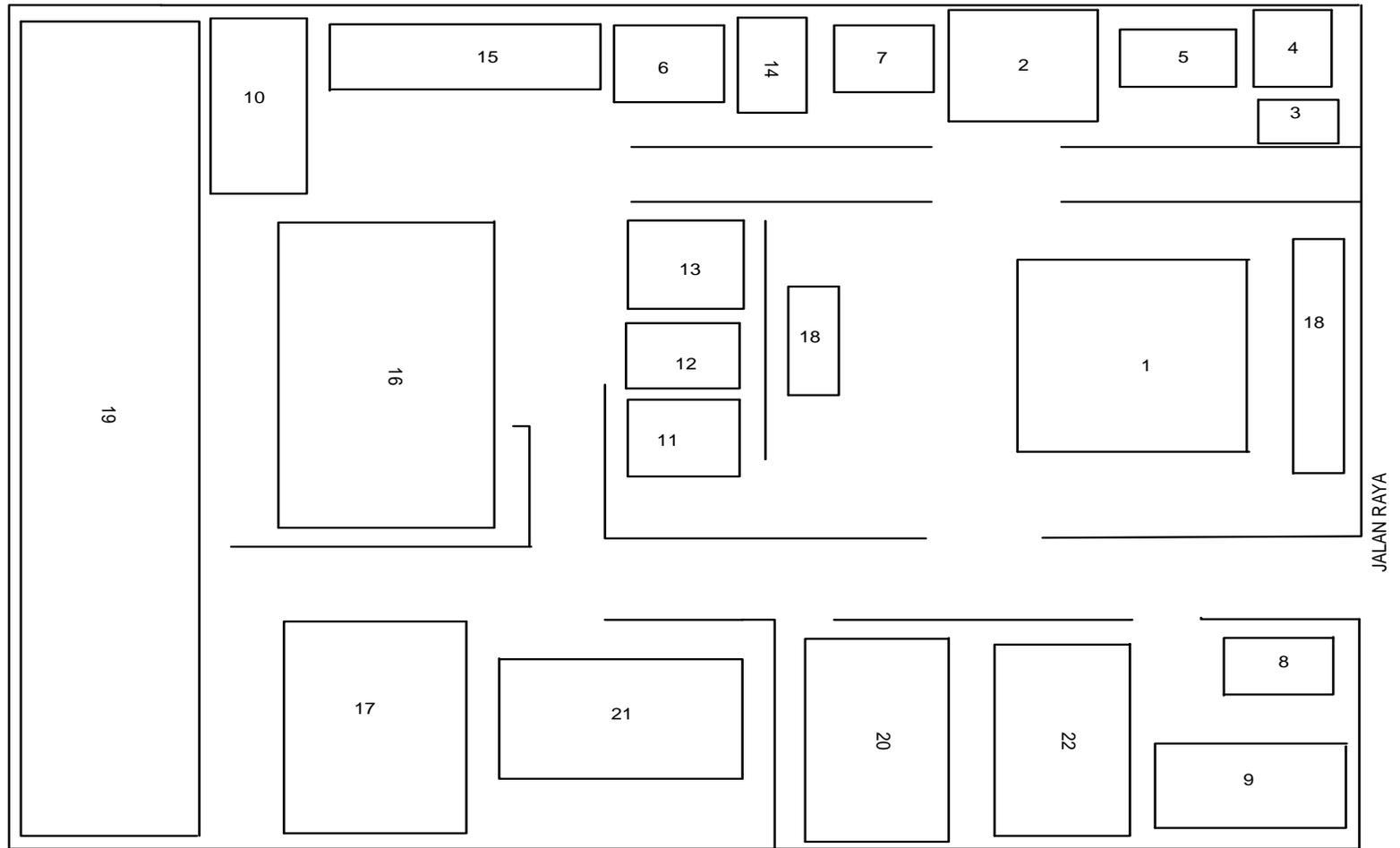
Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan nilai praktis dan menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Perencanaan *lay-out* pabrik meliputi perencanaan area penyimpanan, area proses dan *handling area*. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu:

- 1) Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol.
 - Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi
 - Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang dijual.
- 2) Daerah proses merupakan daerah tempat-tempat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
- 3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
- 4) Daerah utilitas merupakan daerah kegiatan penyediaan air, *steam*, udara tekan dan listrik.

Adapun luas tanah sebagai bangunan pabrik seperti terlihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 7.3 Luas bangunan pabrik

No	Kode Bangunan	Panjang x Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Kantor	25 x 25	625
2	Gedung pertemuan	15 x 15	225
3	Perpustakaan	10 x 8	80
4	Masjid	10 x 10	100
5	Kantin	10 x 10	100
6	Poliklinik	10 x 10	100
7	Koperasi	10 x 10	100
8	Pos keamanan	5 x 5	25
9	Tempat parkir	20 x 25	500
10	Pengolahan limbah	50 x 10	500
11	K3	10 x 10	100
12	LAB	15 x 15	225
13	Ruang kontrol	15 x 15	225
14	Pemadam kebakaran	11 x 10	110
15	Utilitas	10 x 46	460
16	Area proses	30 x 50	1500
17	Bengkel	20 x 10	200
18	Taman	(2x50)+(15x9)	220
19	Gudang	10 x 10	100
20	Area perluasam	25 x 100	2500
21	Parkir truk	30 x 25	750
22	Jalan		1255
Total Luas bangunan			10000



Keterangan :

1. Kantor
2. Gedung pertemuan
3. Perpustakaan
4. Masjid
5. Kantin
6. Poliklinik
7. Koperasi
8. Pos keamanan
9. Tempat parkir
10. Pengolahan limbah
11. K3
12. LAB
13. Ruang kontrol
14. Pemadam kebakaran
15. Utilitas
16. Area proses
17. Bengkel
18. Taman
19. Area perluasan
20. Gudang Produk
21. Gudang bahan Baku
22. Parkir Truk

Skala 1:1000

Gambar 7.2 Tata Letak Pabrik

7.6 Tata Letak Peralatan

Pengaturan tata letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi dan distribusi dapat berjalan lancar. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah:

1. Ekonomi

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi paling sedikit.

2. 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 elevasi pipa untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 m atau lebih dan untuk untuk pemipaan pada permukaan tanah harus diatur agar tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

3. Kebutuhan proses

Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik dengan distribusi utilitas yang mudah.

4. Operasi

Peralatan yang membutuhkan lebih dari satu operator harus diletakkan dekat dengan control room. Valve, tempat pengambilan sampel dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

5. Perawatan

Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada *heat exchanger* yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan tube.

6. Keamanan

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

7. Perluasan dan pengembangan pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.

8. Lalu lintas manusia

Penempatan alat proses harus diatur sedemikian rupa sehingga pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah dan apabila terjadi gangguan alat proses dapat segera diatasi.

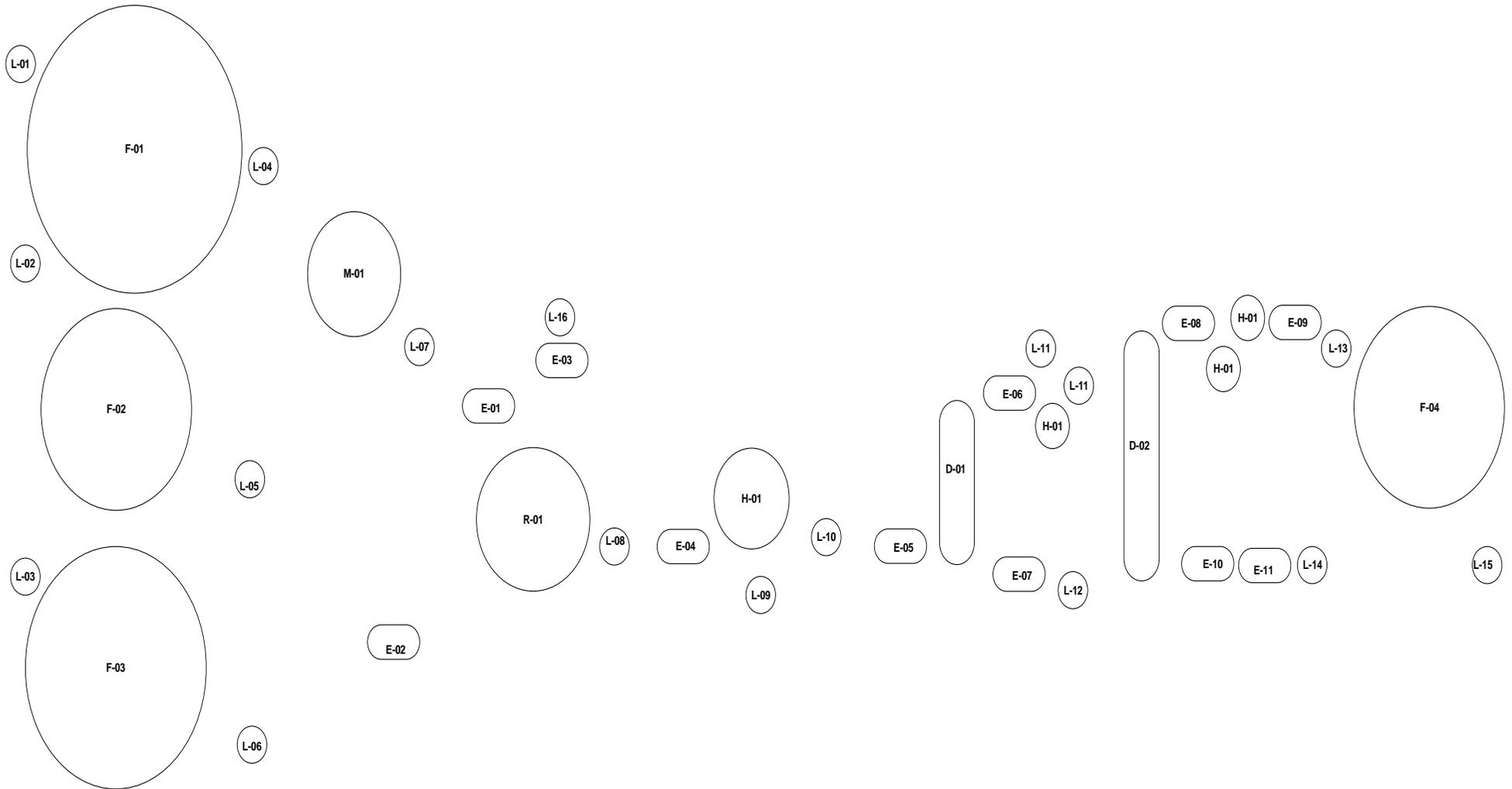
9. Aliran udara dan cahaya

Aliran udara didalam dan di sekitar alat proses perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Penerangan seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat proses yang berbahaya.

Tujuan perancangan tata letak alat-alat proses antara lain:

1. Kelancaran produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
3. Biaya material *handling* menjadi rendah sehingga urusan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
4. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja sehingga produktifitas meningkat.

Berikut ini gambaran tata letak peralatan:



Gambar 7.3 Tata Letak Alat

Keterangan :

F-01	: Tangki Penyimpanan Asam Oleat
F-02	: Tangki Penyimpanan Asam sulfat
F-03	: Tangki Penyimpanan Butanol
F-04	: Tangki Penyimpanan Produk
M-01	: <i>Mixer</i> 1
R-01	: Reaktor
H-01	: Dekanter
D-01	: Menara Distilasi 1
D-02	: Menara Distilasi 2
E-01	: <i>Heater</i> 1
E-02	: <i>Heater</i> 2
E-03	: <i>Heater</i> 3
E-04	: <i>Cooler</i> 1
E-05	: <i>Heater</i> 4
E-06	: Kondensor 1
E-07	: Reboiler 1
E-08	: Kondensor 2
E-09	: <i>Cooler</i> 2
E-10	: Reboiler 2
E-11	: <i>Cooler</i> 3
L-01-16	: Pompa

BAB VIII

EVALUASI EKONOMI

Pada prarancangan pabrik n-butil oleat ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
4. Analisis kelayakan
 - a. *Return On Investment (ROI)*
 - b. *Pay Out Time (POT)*
 - c. *Break Even Point (BEP)*
 - d. *Shut Down Point (SDP)*

Dasar evaluasi ekonomi prarancangan pabrik n-butil oleat adalah :

Kapasitas produksi	: 8.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	: 330 hari
Pabrik akan didirikan	: 2022
Umur alat	: 10 tahun
Nilai kurs	: 1 US \$ = Rp 14.000,00 (4 mei 2018)
Tahun evaluasi	: 2014
Upah buruh Indonesia	: Rp 20.000,00/ <i>man hour</i>

Dalam satu tahun pabrik beroperasi selama 330 hari, di dalam analisis ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun

analisis. Untuk mencari harga pada tahun analisis, maka dicari index pada tahun analisis.

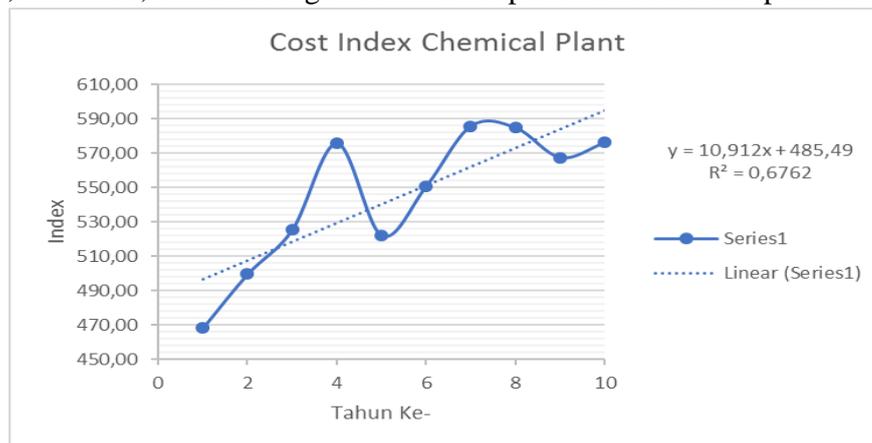
Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program *excel* dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 8.1 *Cost index chemical plant*

Tahun	Tahun ke	Index
2005	1	468,20
2006	2	499,60
2007	3	525,40
2008	4	575,50
2009	5	521,90
2010	6	550,80
2011	7	585,70
2012	8	584,60
2013	9	567,30
2014	10	576,10

(CEPCI, 2015)

Dari table *cost index* tahun 2005-2014 diperoleh persamaan linear $y = 10,912x + 485,49$ maka dengan demikian dapat dicari *cost index* pada tahun 2022



Gambar 8.1 Grafik hubungan tahun dengan *cost index*

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 10,912x + 485,49$ dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga *index* pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2022 adalah :

$$\begin{aligned}
 y &= 10,912x + 485,49 \\
 &= 681,906
 \end{aligned}$$

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi dengan persamaan:

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

Dalam hubungan ini :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2022

Ey : Harga pembelian pada tahun 2014

Ny : Index harga pada tahun 2014

Nx : Index harga pada tahun 2022

8.1 Perhitungan Biaya :

A. Investasi Modal (*Capital Investment*).

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

Capital Investment meliputi :

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*).

Modal tetap adalah investmentasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

2. Modal Kerja (*Working Capital Investment*).

Modal kerja adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

B. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*).

Manufacturing cost merupakan jumlah dari semua biaya langsung, maupun tidak langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk. *Manufacturing Cost* meliputi :

1. Biaya produksi langsung (*Direct cost*) adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect cost*) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.

3. Biaya tetap (*Fixed cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi : depresiasi, pajak asuransi dan sewa.

C. Pengeluaran Umum (*General Expenses*).

General expenses meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost* .

D. Analisis Kelayakan.

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Return On Investment (ROI)*

Return On Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

- a. *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak

$$Prb = \frac{Pbxra}{If}$$

- b. *Return On Investment (ROI)* sesudah pajak

$$Pra = \frac{Praxra}{If}$$

Dengan :

Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun

yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{If}{Pbxb + 0,1xFa}$$

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik impas di mana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan.

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

Dimana :

Sa = penjualan produk

Ra = *regulated cost*

Va = *variable cost*

Fa = *fixed manufacturing cost*

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup .

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

8.2 Total Fixed Capital Investment

Tabel 8.2 Total fixed capital investment

FIXED CAPITAL INVESMENT	Rp
PEC	17.572.129.341,43
Instalasi	7.556.015.616,82
Pemipaan	11.597.605.365,35
Instrument	5.271.638.802,43
Listrik	3.514.425.868,29
Tanah + jalan	4.313.750.000,00
Bangunan	26.235.000.000,00
Utilitas	16.341.862.181,72
Jumlah PPC	92.402.427.176,04
Engineering & Contruction, 15%	13.860.364.076,41
Jumlah DPC	106.262.791.252,44
Contractor's fee, 15%	15.939.418.687,87
Contingency, 10%	10.626.279.125,24
Jumlah FCI	132.828.489.065,55

8.3 Working Capital

Tabel 8.3 Working capital

Working Capital (MODAL KERJA)			
Persediaan bahan baku	$1/12 \times \text{bahan baku}$	= Rp	10.998.302.874,31
Bahan baku dlm proses	$0.5/330 \times \text{manufacturing}$	= Rp	299.595.374,55
Biaya sebelum terjual	$1/12 \times \text{manufaktur}$	= Rp	16.477.745.600,39
Persediaan uang	$1/12 \times \text{manufaktur}$	= Rp	16.477.745.600,39
JUMLAH	=	WC (Working Capital) =	Rp 44.253.389.449,64



8.4 Manufacturing Cost

Tabel 8.4 *Manufacturing cost*

Manufacturing Cost	Rp
Bahan Baku	131.979.634.491,72
Buruh(Labor)	5.924.700.000,00
Supervisi	888.705.000,00
Perawatan	7.969.709.343,93
Plant Suplies	1.195.456.401,59
Royalty	8.736.000.000,00
Utilitas	4.307.104.908,50
Direct Manufacturing Cost	161.001.310.145,75
Payroll	888.705.000,00
Laboratorium	888.705.000,00
Plant Overhead	3.554.820.000,00
Packed	13.282.848.906,56
Indirect Manufacturing Cost	18.615.078.906,56
Depresiasi	13.282.848.906,56
Pajak	2.656.569.781,31
Asuransi	1.328.284.890,66
Fixed Manufacturing Cost	17.267.703.578,52
Manufacturing Cost	196.884.092.630,82

8.5 General Expenses

Tabel 8.5 *General expenses*

General Expense		
Administrasi	Rp	9.886.647.360,23
Sales	Rp	23.727.953.664,56
Riset	Rp	9.886.647.360,23
Total General Expense	Rp	43.501.248.385,02



8.6 Analisis Ekonomi

$$\begin{aligned} \text{Total cost} &= \text{manufacturing cost} + \text{general expenses} \\ &= \text{Rp } 241.234.195.589,68 \end{aligned}$$

Keuntungan :

$$\text{Harga jual (Sa)} = \text{Rp } 291.200.000.000,00$$

$$\text{Total cost} = \text{Rp } 241.234.195.589,68$$

$$\text{Keuntungan sebelum pajak} = \text{Rp } 49.965.804.410,32$$

$$\text{Pajak 30\% dari keuntungan} = \text{Rp } 14.989.741.323,10$$

$$\text{Keuntungan sesudah pajak} = \text{Rp } 34.976.063.087,23$$

8.6.1 Return On Investment (ROI)

Salah satu cara yang paling umum untuk menganalisis keuntungan dari suatu pabrik baru adalah *percent return on investment* yaitu kecepatan tahunan dimana keuntungan-keuntungan akan mengembalikan investasi (modal). Dalam bentuk dasar ROI dapat didefinisikan sebagai rasio (perbandingan) yang dinyatakan dalam prosentase dari keuntungan tahunan dengan investasi modal.

Dengan : Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

$$Prb = \frac{Pb}{If} \quad Pra = \frac{Pa}{If}$$

$$\begin{aligned} Prb &= \frac{49.965.804.410,32}{132.828.489.065,55} \times 100\% \\ &= 37,617\% \end{aligned}$$

Jadi ROI sebelum pajak = 37,617%

$$\begin{aligned} Pra &= \frac{34.976.063.087,23}{132.828.489.065,55} \times 100\% \\ &= 26,332\% \end{aligned}$$

Jadi ROI sesudah pajak = 26,332%



8.6.2 Pay Out Time (POT)

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

$$POT = \frac{132.828.489.065,55}{49.965.804.410,32 + (0,1 * 132.828.489.065,55)}$$

$$= 2,1$$

Jadi POT sebelum pajak = 2,1 tahun

$$POT = \frac{124.466.659.810,77}{34.976.063.087,23 + (0,1 * 132.828.489.065,55)}$$

$$= 2,752$$

Jadi POT sesudah pajak = 2,752 tahun

8.6.3 Break Even Point (BEP)

Break even point merupakan titik batas suatu pabrik dapat dikatakan tidak untung tidak rugi. Dengan kata lain, *break even point* merupakan kapasitas produksi yang menghasilkan harga jual sama dengan *total cost*.

a. Fixed Cost.

Tabel 8.6 *Fixed cost*

Fixed Cost (Fa)		Rp
Depreciation	Rp	13.282.848.906,56
Pajak	Rp	2.656.569.781,31
Insurance	Rp	1.328.284.890,66
Total	Rp	17.267.703.578,52

b. Variable cost

Tabel 8.7 *Variable cost*

Variable cost (Va)		Rp
Bahan Baku	Rp	131.979.634.491,72
Royalty and Patent	Rp	8.736.000.000,00
Utilitas	Rp	4.307.104.908,50
Packaging and Shipping	Rp	13.282.848.906,56
Total	Rp	158.305.588.306,78

c. Regulated cost

Tabel 8.8 *Regulated cost*

Regulateted Cost (Ra)		Rp
Labour	Rp	5.924.700.000,00
Maintenance	Rp	7.969.709.343,93
Plant Suplies	Rp	1.195.456.401,59
Labolatory	Rp	888.705.000,00
Payroll Overhead	Rp	888.705.000,00
Plant Overhead	Rp	3.554.820.000,00
General Expense	Rp	43.501.248.385,02
Total	Rp	63.923.344.130,55

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

$$BEP = 41,345 \%$$

8.6.4 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah suatu titik di mana pabrik merugi sebesar *fixed cost*.

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

$$SDP = 21,775\%$$

8.6.5 Discounted Cash Flow (DCF)

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

$$(FC + WC)(1 + i)^n - (SV + WC) = C(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1$$

$$\text{Dimana : } C = \text{Annual cost} = \text{Rp. } 60.320.621.773,27$$

$$SV = \text{Salvage value (harga tanah)} = \text{Rp. } 20.144.601.324,92$$

$$WC = \text{Working capital} = \text{Rp. } 44.253.389.449,64$$

$$FC = \text{Fixed capital} = \text{Rp. } 132.828.489.065,55$$

Dengan *trial and error* diperoleh $i = 33,48 \%$





8.2 Grafik analisis kelayakan ekonomi

BAB IX KESIMPULAN

1. Pabrik n-butil oleat dengan proses esterifikasi fase cair dengan katalis asam sulfat kapasitas 8.000 ton/tahun setelah dilakukan perancangan awal, dari segi teknik dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.
2. Dari segi ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini memiliki resiko yang sedang serta layak dan menarik untuk didirikan, karena memiliki indikator keekonomian yang relatif baik yaitu:

Tabel 9.1 Analisis kelayakan ekonomi

No	Analisis kelayakan	Kriteria	Hasil Perhitungan
1	Laba sebelum pajak		Rp 49.965.804.410,32
	Laba sesudah pajak		Rp 34.976.063.087,23
2	ROI sebelum pajak	Minimum 11%	37,617%
	ROI sesudah pajak		26,332%
3	POT sebelum pajak	Maksimum 5 tahun	2,1 tahun
	POT sesudah pajak		2,752 tahun
4	BEP	40% -60%	41,345 %
5	SDP		21,775 %
6	DCF	1,5-2 kali bunga bank	33,48%

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2017. N-Butanol Price. [Online] Available at: www.alibaba.com (diakses pada 10 April 2017)
- Anonim, 2017. N-Butyl Oleat Price. [Online] Available at: www.alibaba.com (diakses pada 10 April 2017)
- Anonim, 2017. N-Oleic Acid Price. [Online] Available at: www.alibaba.com (diakses pada 10 April 2017)
- Anonim, 2017. Peta Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur. [Online] Available at: www.maps.google.com (diakses pada 15 April 2017)
- Anonim, 2017. PT. Petro Oxo Nusantara. [Online] Available at: www.tubanpetro.com (diakses pada 10 April 2017)
- Anonim, 2017. Sulfuric Acid Price. [Online] Available at: www.alibaba.com (diakses pada 10 April 2017)
- Badan Pusat Statistik. 2003-2015. Ekspor dan Impor (Dinamix). [Online] Available at: www.bps.go.id (diakses pada 18 April 2017)
- Brownell E. Lloyd & Edwin H. Young.,(1950). *Equipment Design*. New York: John Wiley & Son's, inc.
- Coulson & Richardson's. (1999). *Chemical Engineering Design*, vol 6, 3st, New York: R.K. Sinnott, Faith, Keyes & Clark, 1957, *Industrial Chemicals*, John Wiley & Sons, Inc.
- Chemical and Laboratory Equipment, 2017. MSDS N-Butyl Oleate. [Online] Available at: www.ScienceLab.com (diakses pada 20 April 2017)
- Kern, D.Q.,(1950). *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc.
- Ludwig, E., 1964, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, 2nd edition. Gulf Publishing Co, Houston.
- Kawasan Industri Gresik, PT, 2017. Spesifikasi Kawasan Industri Gresik. [Online] Available at: <http://kig.co.id/eng/specification/> (diakses pada 02 Juni 2017)
- Equipment Cost, Cost equipment Of Chemical Engineering. [Online] Available at: <http://www.Match.com/>, (diakses tanggal 28 Februari 2018)



- Mc Ketta, J.J., 1977, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, vol 5, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Othmer, Donald G, and Rao, Sanjeev Ananda.,1950. n-Butyl Oleate from n-Butyl Alcohol and Oleic Acid, *Industrial and Engineering Chemistry*, vol.42, No.9, New York
- Perry, R. & Green, D., 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 7th ed. New York: Mc. Graw Hill Companies, Inc
- Perry, R. & Green, D., 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 8th ed. New York: Mc. Graw Hill Companies, Inc
- Peters, M., & Timmerhaus, K. (2003). *Plant Design and Economic for Chemical Engineering 5th ed*. New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc
- PT.Petrokimia Gresik, 2017. *Produksi Asam Sulfat*. [Online] Available at: www.petrokimia-gresik.com (diakses pada 20 April 2017)
- Rase, H.F., and Holmes, J.R., (1977). *Chemical Reactor Design for Process Plant, Volume One*. Principles and Techniques. New York: John Wiley and Sons, Inc.,
- Smith, J.M and Van Ness, H.H, 1975, *Intruduction to engineering Thermodynamics*, 3th edition, McGrow Hill Internasional Book co, Tokyo.
- Ulrich, G.D. 1984.*A Guide to chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons. New York.
- Undata, 2017. *Commodity Trade Statistic Database*. [Online] Available at: www.data.un.org (diakses pada 8 April 2017)
- Yaws, C.L., 1999. *Chemical Properties Handbook*. USA: Mc. Graw Hill Companies, Inc



LAMPIRAN