

SKRIPSI

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

Kapasitas 9.000 Ton/Tahun



Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh

Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik

Universitas Setia Budi Surakarta

Oleh :

Nurila Firdaus

19130255D

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 9.000 Ton/Tahun

Oleh :

NURILA FIRDAUS

19130255D

Telah disetujui oleh Pembimbing

Pada tanggal.....³¹ Agustus 2018

Pembimbing I

Pembimbing II



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



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 9.000 TON/TAHUN

Oleh :

NURILA FIRDAUS

19130255D

Telah Disahkan oleh Tim Penguji

Pada Tanggal


Penguji I : Ir Sumardiyono, MT.
Penguji II : Argoto Mahayana, S.T., MT.
Penguji III : Narimo, ST., MM.
Penguji IV : Dewi Astuti H, ST., M.Eng.



Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia



Petrus Darmawan, ST., MT.

NIS. 01.94.016



Dewi Astuti H, ST., M.Eng.

NIS. 01.96.023

LEMBAR MOTO DAN PERSEMBAHAN

“Intanshurulloha wayanshurkum”

“... dan janganlah berputus asa karena orang yang berputus asa termasuk orang-orang yang kafir” (QS. Yusuf: 87)

“Sesungguhnya setelah kesusahan itu ada kemudahan” (QS. Al-Insyiroh: 5 dan 6)

“Kesuksesan yang hakiki itu membutuhkan pengorbanan meski sedikit” (Shakira)

Pertama dan yang utama saya sangat berterimakasih kepada Allah SWT yang selalu mendampingi dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Skripsi ini ku persembahkan untuk:

Ibu ku **Sri Marjanti** dan Bapak **Juwondo** atas kasih sayangnya. Terimakasih atas doa dan dukungan serta kesediaan waktunya dalam menerima keluh kesah ku selama pengerjaan tugas akhir ini. “Tidak ada manusia yang bersedia memberikan kasih sayangnya tanpa pamrih kecuali kedua orang tua”,

Keluargaku Bude **Caturwati**, Bulek **Peni Pujiastuti**, **Dipi**, **Nurul**, **Iin**, **Wawa**, **Luluk**, **Fani**, **Sela**, dan seluruh **keluarga besar Hadi Suwiryo** serta **keluarga besar Sutaruno** yang telah memberikan dukungan berupa moril maupun materiil kepada penulis hingga terbentuknya tugas akhir ini,

Ibu **Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng** selaku dosen pembimbing I dan Bapak **Narimo, S.T., M.M** selaku dosen pembimbing II, terimakasih atas bimbingan yang diberikan selama mengerjakan tugas akhir ini serta ilmu-ilmu diluar perkuliahan yang diberikan,

Dosen Pengajar dan Staff Teknik Kimia **Bu Dewi**, **Bu Peni**, **Pak Narimo**, **Pak Argoto**, **Pak Dion**, **Pak Indra**, **Pak Supri**, **Pak Wisnu**, **Pak Seno**, **Pak Petrus**, **Pak Bowo**, terimakasih atas doa, bimbingan dan bantuannya,

Nurila Firdaus
19130255 D

Teman-Teman Teknik Kimia angkatan 2013 **Nurul**, yang telah bersedia menjadi partner apapun, **Intan, Fristy, Atika, Dhika, Lu'lu', Puti, Denada, Yusuf, Gani, Galih, Meini** yang telah menjadi tempat diskusi selama menjadi mahasiswa USB,

Keluarga kos Bu Siti, Ibu Kirno, Mba Yuli, Aisyah, Mba Dini, Mba Imah, Risyka, Ninda, Mba Reni, Rizky al, Mba Fitrah, Mba Lita, Rahma, Mba Ita, Mba Devi terimakasih dukungan dan donya,

Keluarga Kos Bu Farida, Bapak Parman, Ibu Anik, Dina, Dipi, Elok, Orin terimakasih doa serta dukungannya,

Teman-teman dekat ku **Sharila, Twidh, Devi, Kak Rozaq, Bayu, Rifki**, segenap keluarga kelompok Sekip Timur II dan Nangger, dan yang belum saya sebutkan, terimakasih atas waktu, doa, dukungan serta bantuannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Karya kecil ini kupersembahkan dengan segenap ilmu dan tenaga, meski belum cukup pantas untuk dipersembahkan karena ini hanyalah suatu alur kecil dari sebuah cerita hidup yang akan kujalani. Semoga segala nikmat dan hidayah-Nya senantiasa melingkupi hidup ini, Aamiin...

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat 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 Butil Oleat dari Asam Oleat dan Butanol dengan katalis Asam Sulfat Kapasitas 9.000 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 proposal tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui proposal ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

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

yang telah meluangkan waktunya untuk menguji laporan tugas akhir serta memberikan masukan untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

7. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, yang telah membiayai kebutuhan perkuliahan selama 4 tahun melalui program Beasiswa Bidikmisi tahun angkatan 2013/2014,
8. Orang Tua yang selalu memberikan dukungan doa dan motivasi dalam Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman Program Studi S1 Teknik Kimia angkatan 2013 yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Semua pihak yang turut serta mendukung dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir yang tidak bisa disebutkan 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, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
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-butil oleat di Indonesia.....	2
1.2.2 Kebutuhan N-butil oleat di Luar Negeri	4
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku dan Katalis.....	6
1.2.4 Kapasitas pabrik minimum	7
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	8
1.3.1 Faktor Utama	8
1.3.2 Faktor Sekunder	11
1.4 Kegunaan Produk	10
1.5 Pemilihan proses	13
1.6 Tinjauan pustaka	16
1.6.1 Sifat fisis dan kimia bahan baku	16
1.6.2 Produk	17
1.6.3 Dasar Reaksi	18
1.6.4 Mekanisme Reaksi	19
1.6.5 Fase reaksi.....	19
1.6.6 Kondisi operasi	20
1.6.7 Tinjauan Termodinamika.....	20
1.6.8 Tinjauan Kinetika	21
BAB II SPESIFIKASI BAHAN	26
2.1 Spesifikasi Bahan baku	26
2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	27



2.3 Spesifikasi Produk.....	27
2.4 Spesifikasi impuritas	27
BAB III DESKRIPSI PROSES.....	28
3.1 Tahapan Proses.....	28
3.2 Diagram Alir Proses	31
3.2.1 Diagram Alir Kualitatif.....	31
3.2.2 Diagram Alir Kuantitatif.....	32
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....	33
4.1 Neraca Massa	33
4.2 Neraca Panas	38
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	50
1.1 Tangki Penyimpanan Asam Oleat	50
1.2 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat.....	50
1.3 Tangki Penyimpanan Butanol.....	51
1.4 Mixer.....	51
1.5 Reaktor	52
1.6 Dekanter	53
1.7 Distilasi 1	53
1.8 Distilasi 2	54
1.9 Tangki Penyimpanan Produk n-butil Oleat.....	54
1.10 Tangki Akumulator 1	55
1.11 Tangki Akumulator 2.....	55
1.12 Heat Exchanger.....	56
1.13 Pompa	63
BAB VI ALAT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS).....	69
6.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	69
6.2 Unit Laboratorium.....	70
6.2.1 Unit pengadaan dan pengolahan air.....	70
6.2.2 Unit pengadaan steam.....	73
6.2.3 Unit Pengadaan Listrik	83
6.2.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar	86
6.2.5 Unit Penyediaan Udara Tekan	87
6.2.6 Unit Refrigerasi.....	87
6.2.7 Unit Pengolahan Limbah	88
6.3 Unit Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	90
BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK	93
7.1 Bentuk Perusahaan	93
7.2 Sruktur Organisasi.....	94
7.2.1 Pemegang saham.....	96

7.2.2 Dewan Komisaris.....	97
7.2.3 Dewan Direksi	97
7.2.4 Staf Ahli dan Litbang.....	98
7.2.5 Kepala Bagian.....	99
7.2.6 Kepala Seksi	99
7.2.7 Karyawan	100
7.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	101
7.3.1 Sistem Kepegawaian.....	102
7.3.2 Sistem Gaji.....	103
7.3.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan	104
7.3.4 Kesejahteraan Karyawan	104
7.4 Manajemen Produksi.....	105
7.4.1 Perencanaan Produksi	105
7.4.2 Pengendalian Proses	108
7.5 Tata Letak (Lay Out) Pabrik	111
7.6 Tata Letak Peralatan.....	114
BAB VIII EVALUASI EKONOMI	115
8.1 Perhitungan Biaya	119
8.2 Total Fixed Capital Investment.....	121
8.3 Working Capital	122
8.4 Manufacturing Cost	122
8.5 General Expenses	123
8.6 Analisis Ekonomi	124
8.6.1 Return On Investment (ROI)	124
8.6.2 Pay Out Time (POT).....	125
8.6.3 Break Even Point (BEP)	125
8.6.4 Shut Down Point (SDP).....	127
8.6.5 Discounted Cash Flow (DCF).....	127
BAB IX KESIMPULAN	128
DAFTAR PUSTAKA	129
LAMPIRAN.....	131

INTISARI

Esterifikasi n-butil 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 15.712 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 9.000 ton/tahun, dengan pertimbangan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri.

Proses pembuatan n-butil 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 949,6668 kg/jam, n-butanol sebesar 252,5369 kg/jam dan asam sulfat sebesar 24,2173 kg/jam. Produk berupa n-butil oleat sebesar 1.136,3636 kg/jam. Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyediaan air start up sebesar 32.608,4665 kg/jam dan make up sebesar 4.275,5471 kg/jam. Kebutuhan listrik diperoleh dari PT.PLN dan *generator set* sebesar 500 kVa sebagai cadangan, bahan bakar solar total sebanyak 0,0601 m³/jam dan udara tekan sebesar 12,096 m³/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan *Fixed Capital Investment* (FCI) Rp 224.862.567.272 dan modal kerja Rp 39.681.629.518,51. Keuntungan sebelum pajak Rp 225.159.570.824 pertahun setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 157.611.699.577 pertahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 85% dan setelah pajak 60%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 1 tahun dan setelah pajak 1,25 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 42,92 %, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 23,81%. Dari data analisis kelayakan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring berkembangnya ilmu teknologi dan komunikasi hingga abad yang ke-21 menimbulkan dampak peningkatan kebutuhan di masyarakat. Salah satunya kebutuhan pada sektor industri yang hingga kini terus mengalami peningkatan. Hal ini memberikan dampak pula terhadap aktifitas kehidupan manusia di bidang kesehatan, keamanan dan pendidikan.

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang membutuhkan bahan-bahan kimia dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat di bidang kesehatan, keamanan dan pendidikan. Kebutuhan bahan-bahan dasar kimia di dalam negeri perlu ditumbuhkan kembangkan untuk memenuhi kebutuhan di bidang industri kimia. Saat ini bahan-bahan kimia tersebut masih mengandalkan impor dari negara lain guna memenuhi produksi bahan kimia dalam negeri. Hal ini tentu saja memberi dampak positif untuk mendorong berdirinya pabrik kimia yang berorientasi dalam pengolahan bahan baku menjadi bahan perantara maupun bahan jadi.

Salah satu komoditas yang berpengaruh dalam memenuhi kebutuhan masyarakat yaitu plastik. Dimana saat ini kebutuhan plastik di masyarakat cenderung meningkat. Hal itu dibuktikan semakin banyaknya bahan plastik digunakan dalam produk-produk yang menunjang aktifitas masyarakat. Sedangkan salah satu bahan kimia yang memiliki peranan penting untuk industri plastik adalah *n*-butil oleat.

N-butil oleat merupakan bahan kimia yang memiliki peran penting dalam industri pembuatan plastik, yaitu sebagai *plasticizer*. *Plasticizer* adalah material yang ditambahkan untuk meningkatkan beberapa sifat / *properties* dari *polymer*, misalnya kemampuan kerja (*workability*), ketahanan terhadap panas (*heat resistance*), ketahanan terhadap temperatur rendah (*low-temperature resistance*), ketahanan terhadap cuaca (*weathering resistance*), sifat insulasi (*insulation properties*), ketahanan terhadap minyak (*oil resistance*), dan

sebagainya. Penambahan *plasticizers* dapat menurunkan viskositas leburan dan modulus elastisitas plastik.

Manfaat lain dari *n*-butil oleat digunakan pada pabrik pembuatan karet sintetis, sebagai *solvent* (pelarut) pada pabrik cat dan kosmetik, pabrik pembuat pelumas, *water-resistant agent*, *coating compositions*, dan *waterproofing compounds*. Disadari bahwa saat ini *n*-butil oleat semakin dibutuhkan dengan seiring bertambahnya pabrik-pabrik baru khususnya pabrik plastik.

Pabrik ini diharapkan nantinya akan mempunyai prospek yang cerah di masa depan dalam hal pemenuhan kebutuhan *plasticizers*. Pemilihan untuk mendirikan pabrik ini karena alasan sebagai berikut :

1. Memenuhi kebutuhan *n*-butil oleat di bidang industri
2. Terciptanya lapangan pekerjaan sehingga turut serta dalam usaha mengurangi pengangguran.
3. Tidak perlu mengimpor kebutuhan *plasticizers* bagi pabrik plastik lagi, sehingga akan menghemat devisa negara.
4. Mendorong berdirinya pabrik lain, yang mengolah bahan dasar dari tanaman yang banyak terdapat di Indonesia menjadi asam oleat dan pabrik yang mengolah *n*-butil oleat menjadi produk jadi.

1.2 Kapasitas Rancangan

Pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya kapasitas perencanaan pembuatan industri *n*-butil oleat adalah sebagai berikut:

1.2.1 Prediksi Kebutuhan *N*-butil Oleat di Indonesia

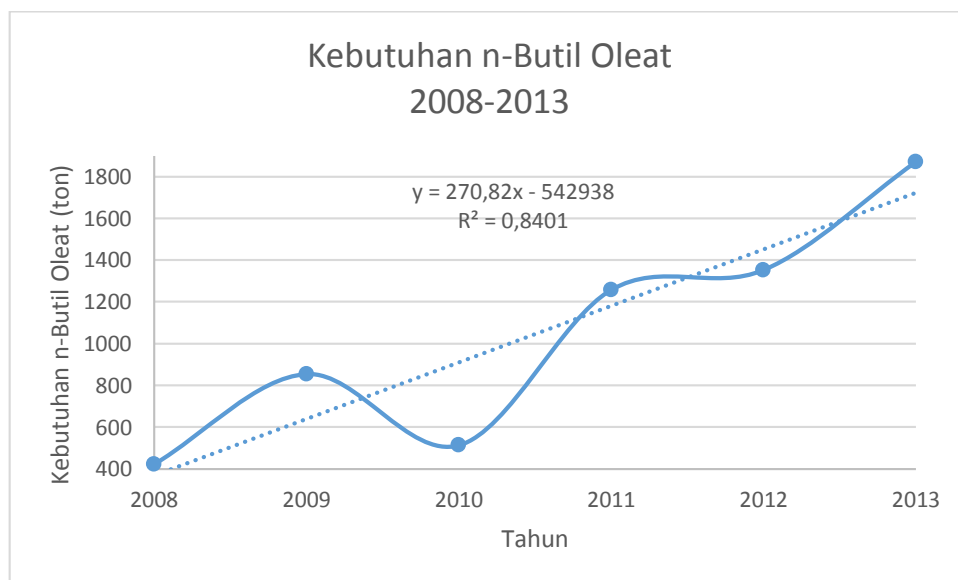
Permintaan *n*-butil oleat di Indonesia dalam sepuluh tahun terakhir relatif tidak konstan (cenderung meningkat) tergantung pada kebutuhan di Indonesia. Kebutuhan tersebut dapat dilihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 1.1 Data Impor n-butil oleat dari Tahun 2008-2013

No	Tahun	Kebutuhan (ton)
1	2008	422,141
2	2009	853,876
3	2010	512,746
4	2011	1.256,971
5	2012	1.352,193
6	2013	1.870,044

(bps.go.id)

Berdasarkan data impor n-butil oleat (tabel 1.1), kemudian dilakukan regresi linear untuk mendapatkan *trend* kenaikan impor n-butil oleat di Indonesia. Data yang digunakan untuk regresi linear adalah data pada tahun 2008 sampai 2013. Regresi linear untuk data impor ditunjukkan pada gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1. Grafik Kebutuhan n-butil oleat di Indonesia

Berdasarkan data statistik dan grafik kebutuhan impor n-butil oleat di Indonesia dari tahun 2008 hingga 2013 cenderung mengalami kenaikan. Hal itu dapat dilihat pada persamaan garis lurus

$$y = 270,82x - 542938 \quad (1.1)$$

dimana y adalah kebutuhan impor n-butil oleat pada tahun tertentu dalam satuan ton, sedangkan x adalah tahun permintaan.

Pabrik akan dibangun pada tahun 2022. Maka dari itu, perlu memperhatikan kebutuhan n-butil oleat pada tahun tersebut. Kebutuhan n-butil oleat di Indonesia pada tahun 2022 menurut persamaan regresi linear grafik di atas adalah sebesar $270,82 (2022) - 542938 = 4.660,04$ ton/tahun.

Setiap tahunnya, antara tahun 2006 sampai tahun 2013 kebutuhan impor n-butil oleat cenderung mengalami peningkatan. Hal ini dapat digunakan sebagai representasi bahwa kebutuhan n-butil oleat dari tahun ke tahun semakin meningkat dan diprediksi kebutuhan n-butil oleat di tahun-tahun yang akan datang masih terus meningkat. Hal itu dapat ditinjau dari semakin bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan di Indonesia.

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)

Berdasarkan data impor n-butil oleat di berbagai negara (tabel 1.2), kemudian dilakukan perhitungan menggunakan *moment method* untuk mengetahui kenaikan kebutuhan impor n-butil oleat pada tahun yang diinginkan di negara lain. Persamaan *moment method* dapat dilihat sebagai berikut (www.ut.ac.id) :

$$Y = a + b x \quad (1.2)$$

$$\Sigma Y = n a + b \Sigma X \quad (1.3)$$

$$\Sigma YX = a \Sigma X + b \Sigma X^2 \quad (1.4)$$

Tabel 1.3 Perhitungan *Moment Method*

n	Tahun	Y	X	X ²	XY
1	2009	16.504,30	1	1	16504,3
2	2010	21.165,90	2	4	42331,8
3	2011	29.514,40	3	9	88543,2
4	2012	45.689,90	4	16	182759,6
5	2013	27.398,10	5	25	136990,5
6	2014	20.134,50	6	36	120807
7	2015	23.498,20	7	49	164487,4
Σ		183.905,30	28,00	140,00	752.423,80

Berdasarkan perhitungan pada tabel 1.3 diperoleh persamaan:

$$183.905,30 = 7a + 28b \quad (1.3)$$

$$752.423,80 = 28a + 140b \quad (1.4)$$

kemudian dari persamaan tersebut dilakukan substitusi persamaan dan diperoleh nilai a sebesar 23.871,8145 dan nilai b sebesar 600,0928. Nilai a dan b disubstitusikan ke dalam persamaan 1.2 menjadi:

$$Y = 23.871,8145 + 600,0928 X \quad (1.5)$$

dimana y adalah kebutuhan impor n-butil oleat pada berbagai negara dalam satuan ton, sedangkan x adalah tahun pendirian pabrik n-butil oleat dengan pemisalan dimulai dari 1 = 2008, 2 = 2009, ... dst.

Pabrik akan dibangun pada tahun 2022 sehingga perlu memperhatikan kebutuhan n-butil oleat pada tahun tersebut. Kebutuhan permintaan impor n-butil oleat di berbagai negara pada tahun 2022 dengan pemisalan 14 = 2022 menurut persamaan 1.5 di atas adalah sebesar $y = 23.871,8145 + 600,0928 (14) = 32.273,1137$ ton/tahun.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku dan Katalis

Bahan baku yang akan digunakan pada pabrik pembuatan butil oleat antara lain n-butanol (C_4H_9OH), asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$), dan katalis asam sulfat, (H_2SO_4). Kebutuhan bahan-bahan baku tersebut dapat diperoleh dari produsen dalam dan luar negeri yang letaknya terdekat dengan lokasi pabrik.

Tabel 1.3 Ketersediaan bahan baku pembuatan n-butil oleat

No	Bahan Baku	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)	Negara	Sumber
1	Asam oleat (99 %berat)	International Trade Co., Ltd	36.000	Cina	Indonesian.alibaba.com

1.2.4	2	n-Butanol (99,5% 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

Kapasitas Pabrik Minimum

Kapasitas pabrik yang akan didirikan juga harus sesuai dengan pabrik yang telah berdiri yaitu berada di atas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik. Berikut ini pabrik n-butyl oleat yang telah ada di dunia beserta kapasitasnya.

Tabel 1.4 Data pabrik n-butyl oleat dengan kapasitasnya

No	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
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)

Berdasarkan data-data yang diperoleh maka dapat dihitung prediksi kebutuhan n-butyl oleat pada tahun 2022 yaitu (Kebutuhan impor indonesia + kebutuhan impor luar negeri) – jumlah kapasitas industri = $(4.660,04 + 32.273) - 19.000 = 17.933,04$ ton/tahun. Menurut hasil perhitungan prediksi kebutuhan n-butyl oleat pada tahun 2022 tersebut maka dapat dibuat pra rancangan pabrik n-butyl oleate dengan kapasitas 9.000 ton/tahun.

1.3 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan hidupnya. Banyak faktor-faktor yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan.

Lokasi yang dipilih seharusnya dapat memberikan keuntungan untuk jangka panjang dan memberikan kemungkinan untuk memperbesar pabrik. Hal ini dapat ditentukan pada pelaksanaan operasinya. Kota Gresik merupakan kawasan industri di Jawa Timur, dimana sarana dan prasarana yang berkaitan dengan kebutuhan industri lebih mudah diperoleh. Lahan area industri di Kawasan Industri Gresik terdapat beberapa bagian, diantaranya (<http://kig.co.id>):

1. Lahan seluas ± 26, 2 Ha status diperjual belikan
2. Lahan seluas ± 9,5 Ha status disewakan



Gambar 1.3 Peta kawasan industri di Gresik

Sumber: kig.co.id

Berikut faktor-Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik yang diinginkan.

1.3.1 Faktor Utama

a. Letak pasar

Pabrik yang letaknya dekat pasar atau tempat permintaan produk, dapat lebih cepat melayani konsumen/permintaan produk pabrik, sedangkan biaya angkutan produknya juga lebih rendah.

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

b. Letak Sumber Bahan Baku

Letak sumber bahan baku merupakan faktor penting dalam pemenuhan bahan baku industri. Idealnya jika sumber bahan baku tersedia dekat dengan lokasi pabrik maka dapat menjamin penyediaan bahan baku dan kontinuitasnya. Setidaknya dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku.

Bahan baku n-butil oleat berupa n-butanol dan asam oleat. n-butanol diperoleh dari PT. Petro Oxo Nusantara, Gresik, Jawa Timur sebanyak 30.000 ton/tahun, dimana secara tata letak geografisnya dekat dengan lokasi pabrik. Sedangkan asam oleat diperoleh dari Jinan ZZ International Trade Co., Ltd., Cina sebanyak 17.366,11 ton/tahun, sedangkan asam sulfat diperoleh dari PT. *Indonesian Acid Industry* sebanyak 85,16 ton/tahun.

c. Sarana transportasi

Lokasi pabrik yang dirancang akan didirikan dekat sarana transportasi laut menjadi hal penting. Pelabuhan yang terintegrasi dengan kawasan industri *Java Intergrated 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. Tenaga kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pabrik n-butil oleat diutamakan dari masyarakat sekitar. Hal ini bertujuan untuk memberdayakan masyarakat setempat dan mengurangi jumlah pengangguran. Sedangkan tenaga ahli dapat diperoleh dengan cara seleksi sesuai kebutuhan pada bidang-bidang tertentu 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 tenaga kerja ahli dapat dengan mudah terpenuhi.

e. Utilitas

Kebutuhan utilitas yang akan digunakan antara lain air, listrik dan bahan bakar. Kebutuhan air dapat dipenuhi melalui air laut Jawa yang dekat dengan daerah Gresik. Kebutuhan listrik terpenuhi oleh PT. PLN dan generator pembangkit tenaga listrik yang dibangun sendiri sebagai cadangan. Sedangkan bahan bakar yang berupa batu bara dapat diperoleh dari PT.PERTAMINA sebagai pemasok bahan bakar minyak. Kebutuhan Air dengan pengolahannya terpenuhi oleh PT. Petrokimia Gresik .

1.3.2 Faktor sekunder

Selain faktor primer dalam pemilihan lokasi pabrik n-Butil Oleat juga dipengaruhi oleh faktor sekunder, antara lain

a. Harga tanah dan gedung

Harga tanah dan pembangunan gedung yang relatif murah memang merupakan daya tarik tersendiri, tetapi perlu dikaitkan dengan rencana jangka panjang untuk masa mendatang. Jika harga tanah mahal,

mungkin hanya dapat diperoleh luas tanah yang terbatas, sehingga perlu dipikirkan bangunan bertingkat misalnya biaya pembangunan gedung lebih mahal.

b. Kemungkinan perluasan

Perluasan lokasi pabrik juga perlu diperhatikan jika memang dimasa mendatang membutuhkan perluasan. Perluasan bisa dikerjakan disuatu tempat yang masih satu area dengan lokasi awal atau dilokasi tempat yang lain. Gresik merupakan daerah pengembangan industri yang relatif luas sehingga masih memungkinkan untuk memperluas area pabrik jika diinginkan.

c. Fasilitas service

Pabrik perlu memperhatikan fasilitas-fasilitas tambahan untuk menambah daya tarik para pekerja seperti klinik kesehatan, tempat ibadah, kantin, tempat kegiatan olah raga, area parkir, dan sebagainya. Hal itu juga mendatangkan keuntungan tersendiri bagi pabrik karena dengan terlengkapinya fasilitas-fasilitas tersebut membantu menjaga kesehatan jasmani dan rohani dari para pekerja sehingga efisiensi kerja dapat dipertahankan.

d. Keadaan tanah dan iklim

Sifat-sifat mekanik tanah tempat pembangunan harus diketahui. Hal ini berkaitan dengan rencana fundasi untuk alat-alat, bangunan gedung, bangun pabrik, dan sebagainya. Sedangkan iklim juga berpengaruh terhadap kondisi operasi misalnya kondisi tertentu dipengaruhi oleh tingkat kelembaban udara, suhu rerata sekitar, panas matahari dan variasi iklim. Iklim juga mempengaruhi gairah kerja dan moral karyawan.

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. Gresik merupakan kawasan industri sehingga

kajian mengenai kondisi tanah dan iklim dapat dipertimbangkan sejak penentuan suatu wilayah sebagai kawasan industri.

e. 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.

f. Fasilitas jalan

Jalan raya digunakan untuk dilalui kendaraan-kendaraan yang mengangkut bahan baku, produk dan alat-alat yang diperlukan pabrik. Jalan yang dilalui harus memenuhi standar penggunaan untuk kendaraan-kendaraan berat. Bahan yang digunakan untuk jalan raya juga harus berkualitas agar tidak mudah rusak sehingga kegiatan lalu lalang kendaraan pabrik lebih efisien. Penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses atau kelancaran dari tempat yang dilalui.

g. Kebijakan pemerintah

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

1.4 Proses Yang Dipilih

Produk *n*-butil oleat merupakan ester dari asam organik yang tidak dapat larut dengan air, sehingga berwarna dan sedikit berbau. Reaksi esterifikasi antara alkohol dan asam dibedakan menjadi dua macam (Mc Ketta, 1977) :

1. Esterifikasi fase cair

a. 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.

b. Esterifikasi fase cair dengan katalisator HCl

Katalisator HCl secara luas banyak digunakan dalam industri. Katalisator HCl mempunyai sifat korosif yang tinggi, sehingga dibutuhkan alat-alat proses yang relatif mahal. Secara ekonomis penggunaan katalisator HCl dalam industri kurang menguntungkan, disamping itu penggunaan katalisator HCl akan menyebabkan reaksi samping alkil klorida.

2. Esterifikasi fase uap

Reaksi esterifikasi fase uap merupakan salah satu alternatif yang menjadi perhatian, karena pada fase ini umumnya lebih besar, 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 tersebut, maka penerapannya dalam industri tidak pernah dilaksanakan.

Perancangan pabrik n-butil oleat dari asam oleat dan n-butanol, dipilih reaksi esterifikasi fase cair dengan katalisator H_2SO_4 . Alasannya antara lain

1. Katalisator H_2SO_4 yang akan digunakan mudah didapat, dapat *direcycle*, dan harganya lebih murah,
2. Perancangan reaktor yang sederhana sehingga dalam pemeliharaan juga cukup mudah serta tidak memerlukan biaya yang banyak,
3. Jika menggunakan esterifikasi cair katalisator HCl memerlukan perancangan reaktor yang tidak mudah korosif sehingga membutuhkan biaya yang lebih banyak,

4. Jika menggunakan esterifikasi uap ditakutkan jika terjadi kebocoran pada reaktor akan menyebabkan kerugian yang tinggi baik dari segi biaya maupun keamanannya

Reaksi pembentukan n-butil oleat dari n-butanol dan asam oleat, adalah reaksi dapat balik (*reversible*), oleh karena itu untuk mendapatkan hasil yang maksimal diusahakan kesetimbangan tidak cepat tercapai atau reaksi bergeser ke arah kanan. Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk memperbesar hasil :

- a. Karena reaksinya dapat balik, maka untuk mendapatkan konversi maksimum adalah dengan mengeluarkan salah satu atau kedua hasil yang terbentuk.
- b. Salah satu zat yang pereaksi dibuat berlebih, sehingga akan memperbesar kecepatan reaksi rata-rata. Pada reaksi dapat balik, perbandingan pereaksi yang lebih besar daripada kebutuhan stoikiometri akan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kanan, akibatnya kecepatan reaksi rata-rata akan bertambah besar dan produk yang didapatkan juga besar. Pada pembuatan n-butil oleat, perbandingan n-butanol terhadap asam oleat yang diperkenankan antara 1:1 sampai 10:1 (Othmer and Rao, 1950)

Variabel-variabel yang berpengaruh pada pembuatan n-butil oleat :

1. Temperatur reaksi

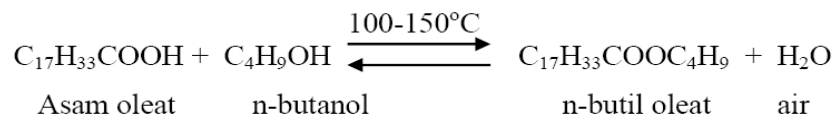
Reaksi antara n-butanol dan asam oleat merupakan reaksi dapat balik orde 2 dalam kisaran suhu 100-150°C. Pada suhu 80°C, kecepatan reaksi lebih lambat daripada yang diharapkan, sedangkan pada suhu 80-100°C, terjadi kenaikan konstanta kecepatan reaksi yang sangat cepat, sehingga reaksi tidak terkendali dan pada suhu 150°C, terjadi reaksi samping dan reaksi balik yang tidak diharapkan. Oleh karena itu suhu reaksi yang diperkenankan untuk pembuatan n-butil oleat antara 100-150°C (Othmer and Rao, 1950).

2. Perbandingan pereaksi

Perbandingan molar n-butanol terhadap molar asam oleat berpengaruh pada konversi. Harga konversi akan turun seiring dengan naiknya perbandingan molar n-butanol terhadap asam oleat. Untuk itu dicari harga perbandingan pereaksi yang memberikan konversi optimum. Konversi yang baik pada perbandingan molar n-butanol terhadap asam oleat (5:1) (Othmer and Rao, 1950)

3. Jumlah katalisator H₂SO₄

Jika reaksi n-butanol dan asam oleat tanpa menggunakan katalisator H₂SO₄, hasil yang diperoleh hanya 22,86%, jumlah n-butanol dan asam oleat akan meningkatkan hasil yang diperoleh. Jumlah H₂SO₄ di atas 1,2% akan menyebabkan reaksi samping dan reaksi balik. Reaksi pembentukan n-butyl oleat adalah reaksi dapat balik dan orde 2, persamaan reaksinya adalah sebagai berikut :



1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1. Sifat fisis dan kimia Bahan Baku

1. n-Butanol

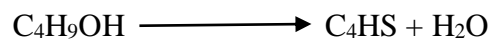
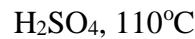
a. Sifat fisika (Perry, 2008) :

- Rumus molekul : C₄H₉OH
- Fase : Cair
- Berat Molekul : 74,122 g/gmol
- *Specific Gravity* : 0,810 (pada T = 20 °C, T_{air} = 4 °C)
- Titik didih : 117 °C
- Titik beku : -89 °C
- Warna : Tidak berwarna
- Tidak bersifat korosif
- Keasaman : 0,02 max (mg KOH/kg)

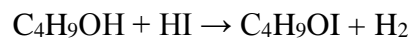
- Kelarutan
 - Air : 9 ml/100 ml air ($T = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Alkohol : Tak terhingga
 - Eter : Tak terhingga

b. Sifat kimia (Perry, 2008) :

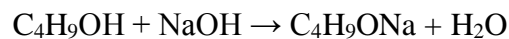
- Reaksi Dehidrasi asam pekat menghasilkan butena dan air



- Reaksi dengan Hidrogen halida



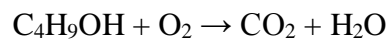
- Reaksi dengan logam alkali misalnya NaOH membentuk alkoksida



- Reaksi esterifikasi dengan asam oleat membentuk *n*-butil oleat



- Reaksi oksidasi membentuk gas karbondioksida dan air



2. Asam Oleat

a. Sifat Fisika (Perry, 2008) :

- Rumus molekul : $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$
- Berat molekul : 282,46 (kg/mol)
- Titik didih : $285\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Titik lebur : $14\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Indeks bias : 1,4565
- *Spesifik gravity* : 0,854 (pada $T = 78\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{air}} = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Densitas : 0,8910 gr/ml
- Beraroma khas
- Larut dalam pelarut organik seperti alkohol

- Bersifat hidrolisis
- Bersifat korosif
- Asam lemak bebas 2,4-2,5 %

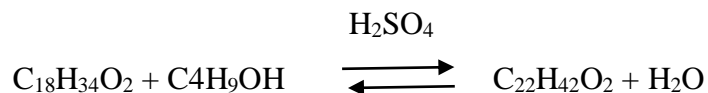
1.5.2. Sifat fisis dan kimia Produk

1. n-butyl oleat (www.sciencelab.com)

- Rumus molekul : $C_{22}H_{42}O_2$
- Berat molekul : 338,576 (g/mol)
- Titik didih : 228 °C (pada 15 mmHg)
- Titik lebur : 14 °C
- Indeks bias : 1,4565
- *Spesifik gravity* : 0,854 (pada T = 78 °C, Tair = 4 °C)
- Densitas : 0,8704 gr/ml
- Beraroma khas
- Larut dalam pelarut alkohol, tidak larut dalam air
- Bersifat hidrolisis
- Bersifat korosif
- Asam lemak bebas 2,4-2,5 %

1.5.3. Dasar reaksi dan konversi

Proses pembuatan butil oleat dari asam oleat dan n-butanol berdasarkan reaksi esterifikasi:



Asam oleat n-Butanol (100-150°C) Butil Oleat Air

Pembentukan butil oleat dengan esterifikasi asam oleat dan n-butanol dilaksanakan secara kontinyu di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi berlangsung pada suhu 100°C tekanan 1 atm.

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi bolak-balik (*reversible*) sehingga agar memperoleh konversi yang tinggi, maka laju reaksi harus digeser ke arah pembentukan produk (ester). Hal itu dapat dilakukan dengan cara membuat berlebihan pada salah satu reaktan. Oleh karena itu digunakan perbandingan mol asam oleat dengan n-butanol sebesar 1:5. n-butanol dibuat berlebihan karena harganya yang relatif lebih murah dari pada asam oleat. n-Butanol juga diperoleh dari pabrik dalam negeri sehingga mudah didapatkan.

Reaksi esterifikasi n-butanol dengan asam oleat tanpa katalis selama 6 jam hanya akan menghasilkan yield sebesar 22,88%. Katalis berupa asam sulfat digunakan untuk mempercepat reaksi esterifikasi tersebut. Kebutuhan asam sulfat sebagai katalis adalah sebanyak 0,9047% berat dari jumlah umpan (Othmer and Rao, 1950).

Penelitian dilakukan pada suhu 100-150 °C untuk mengetahui nilai konstanta kesetimbangan reaksi (K) optimum. Selanjutnya nilai konstanta kesetimbangan (K) yang dipakai berdasarkan hasil penelitian tersebut yaitu sebesar 0,194 (Othmer and Rao, 1950).

1.5.4. Kondisi operasi

Reaktor yang digunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dengan kondisi operasi sebagai berikut:

1. Temperatur reaksi: 100°C,
2. Tekanan: 1 atm,
3. Perbandingan asam oleat dengan n-butanol 1:5,
4. Waktu Tinggal Reaksi 90 menit,
5. Konversi 84,03%,
6. Konsentrasi asam sulfat (katalisator) 0,9047% dari jumlah n-butanol dan asam oleat,

(Othmer and Rao, 1950).

1.5.5. Mekanisme Reaksi

Mekanisme reaksi yang terjadi pada proses esterifikasi terhadap asam oleat dan n-butanol adalah esterifikasi katalis yaitu esterifikasi dengan menggunakan katalis asam sulfat untuk menghasilkan ion H^+ pada fase cair. Pada reaksi esterifikasi terjadi pemutusan ikatan karbonil oksigen dari asam karboksilat dalam reaksi asam oleat. Proses pemutusan ikatan tersebut dapat diketahui dari struktur elektron reaktan dan produk. Karbon karbonil lebih positif dari pada oksigen karbonil karena oksigen lebih elektronegatif dari karbon, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

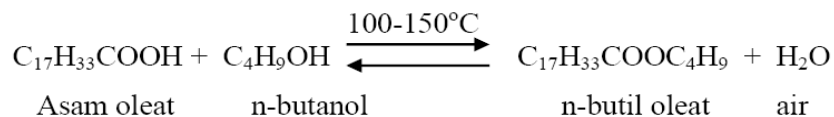
Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

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 mendapatkannya proton.
4. Salah satu gugus hidroksil diprotonasi (kedua gugus hidroksi; identik).
5. Pemutusan ikatan C-O dan lepasnya air (kebalikan tahap 1).
6. Ester yang berproton melepaskan protonnya (reaksi tahap 1).

1.5.6. Tinjauan Kinetika dan Thermodinamika

1. Kinetika

Reaksi : $A + B \leftrightarrow C + D$



Reaksi pembuatan n-butyl oleat merupakan reaksi orde dua (Othmer and Rao, 1950), sehingga persamaan kecepatannya 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})

2. Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut *endotermis* atau *eksotermis* dan arah reaksinya *reversible* atau *irreversible*. Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat diketahui dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada suhu 298 K dan suhu operasi 373 K.

Pada proses pembentukan butil oleat terjadi reaksi sebagai berikut:

Asam Oleat + n-Butanol \rightarrow n-Butil Oleat + Air

Harga ΔH_f° masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Harga ΔH_f° masing-masing komponen

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

Air -241,80

(Yaws, 1999)

Reaksi:

Asam oleat + n-butanol → n-butil oleat + air

$$\begin{aligned}
 \Delta H_f^{\circ} 298 \text{ K} &= \Delta H_f^{\circ} \text{ PRODUK} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan} \\
 &= (\Delta H_f^{\circ} \text{ butil oleat} + \Delta H_f^{\circ} \text{ air}) - (\Delta H_f^{\circ} \text{ asam oleat} + \Delta H_f^{\circ} \text{ n-butanol}) \\
 &= (-819,270 + (-241,80)) - (-671,780 + (-274,430)) \\
 &= (-1.061,07) - (-946,21) \\
 &= -120,86 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Menghitung ΔH_f° pada suhu 373 K (100°C) adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2. 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)

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{reaktan } 373} &= \Sigma Cp \cdot \Delta T \\
 &= (726,67 \times (373-298)) + (173,90 \times (373-298)) \\
 &= 85.554,4635 \text{ J/mol} \\
 &= 85,5545 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

$$\Delta H_{\text{produk } 373} = \Sigma Cp \cdot \Delta T$$

$$= (805,26 \times (373-298)) + (75,54 \times (373-298))$$

$$= 83.675,76 \text{ J/mol}$$

$$= 83,676 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{r373} &= \Delta H_{\text{produk } 373} + \Delta H_{r298} - \Delta H_{\text{reaktan } 373} \\ &= (83,676 + (-120,86)) - 85,5545 \text{ kJ/mol} \\ &= -122,7385 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan $\Delta H_{r373 \text{ K}}$ maka dapat disimpulkan bahwa reaksi berjalan secara eksotermis karena harga $\Delta H_{r373 \text{ K}}$ yang diperoleh negatif.

Harga ΔG_f^0 untuk masing-masing komponen (suhu 298 K) pada tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.3. Data Energi Bebas Gibbs Komponen Bahan Baku dan Produk

KOMPONEN	HARGA ΔG_f^0 (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 $\Delta H_{r373 \text{ K}}$ tersebut dapat dilihat bahwa reaksi pembentukan n-butil oleat adalah eksotermis (melepaskan panas), dan reaksi ini dapat berlangsung karena mempunyai harga $\Delta G_r < 0$.

Dari perhiungan-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)

$$\ln \left(\frac{K_{373}}{K_{298}} \right) = \frac{\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \left(\frac{K_{373}}{1,0328} \right) = \frac{-120,86}{8,314} \left(\frac{1}{373} - \frac{1}{298} \right)$$

$$\frac{K_{373}}{1,0328} = \exp(0,009809)$$

$$K_{373} = 1,0429$$

Karena harga konstanta kesetimbangan sangat kecil maka dapat disimpulkan bahwa reaksi berjalan secara *reversible* (bolak balik).

Nilai konstanta keseimbangan (K) pada suhu 100°C adalah 1,0429 dengan perbandingan mol n-butanol dengan asam oleat untuk reaksi adalah

5,0759 dan persentase katalis asam sulfat 0,9047%. Nilai konstanta kesetimbangan (K) dapat diturunkan untuk mencari konversi kesetimbangannya (Xe). Penurunannya adalah sebagai berikut:

$$K = \frac{\text{konsentrasi butil oleat} \times \text{konsentrasi air}}{\text{konsentrasi asam oleat} \times \text{konsentrasi butanol}}$$

Reaktan pembatasnya adalah asam oleat (A)

$$K = \frac{C_c \times C_d}{C_a \times C_b} = \frac{x^2}{(1-x)(5,0759-x)} = 1,0429$$

$$1,0429(5,0759 - 6,0759x + x^2) = x^2$$

$$5,2937 - 6,3365x + 1,0429x^2 = x^2$$

$$0,0429x^2 - 6,3365x + 5,2937 = 0$$

$$X = 0,8403$$

Dari perhitungan diatas dapat diperoleh nilai konversi kesetimbangan reaksi yaitu sebesar 0,8403.

BAB II

SPESIFIKASI BAHAN

2.1. Spesifikasi bahan baku

a. N-butanol (PT. Petro Oxo Nusantara)

- Rumus molekul : C_4H_9OH
- Fase : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Kelarutan :
 - Air : 9 mL dalam 100 mL (pada $T=45^\circ C$)
- Kemurnian :
 - N-butanol : 99,5 % berat
 - Air : 0,5 % berat

b. Asam oleat (Jinan ZZ International Trade Co., Ltd)

- Rumus molekul : $C_{17}H_{33}COOH$
- Fase : Cair
- Warna : Tidak berwarna atau kuning pucat
- Kelarutan :
 - Air : tidak larut
- Kemurnian :
 - Asam oleat : 99 % berat
 - Asam Linoleat : 1 % berat

2.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

a. Katalis Asam Sulfat (PT. Petrokimia Gresik)

- Rumus molekul : H_2SO_4
- Fase : Cair (25 °C)
- Warna : Tidak berwarna
- Kelarutan : 9,5% etil alkohol
- Kemurnian :
 - Asam sulfat : 98 % berat
 - Air : 2 % berat
 -

2.3. Spesifikasi Produk

a. n-butyl oleat (Zengzhou Yi Bang Industry CO., Ltd)

- Rumus molekul : $C_{17}H_{33}COOC_4H_9$
- Fase : Cair
- Warna : light-coloured
- Kelarutan :
 - larut dalam alkohol, eter, vegetable and mineral oil
 - tidak larut dalam air
- Kemurnian :
 - n-Butil Oleat : 99 % berat
 - Asam Linoleat : 1 % berat

BAB III

DESKRIPSI PROSES

3.1. Keterangan proses

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

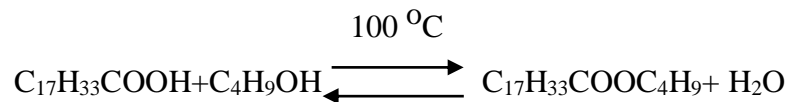
1. Tahap Penyimpanan, Penyiapan dan Percampuran bahan baku

Bahan baku pembuatan n-butil 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.

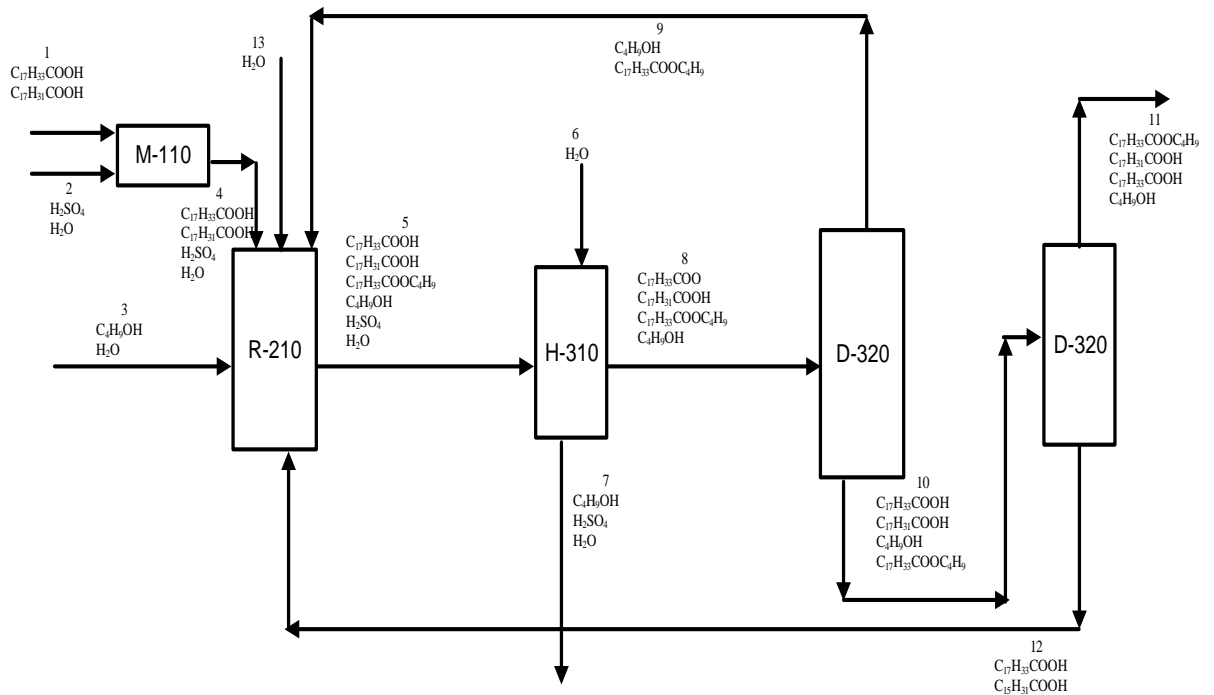
Hasil atas Dekanter (H-310) dialirkan ke dalam Menara Destilasi 1 (D-320) dengan menggunakan pompa (L-321) yang sebelumnya di dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 94°C menggunakan *heater* (E-322) dan kemudian diturunkan tekanannya dengan *expansion valve* (EV-323) agar sesuai dengan suhu dan tekanan operasi menara destilasi 1 (D-320) yaitu

84,2539 °C dan 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.

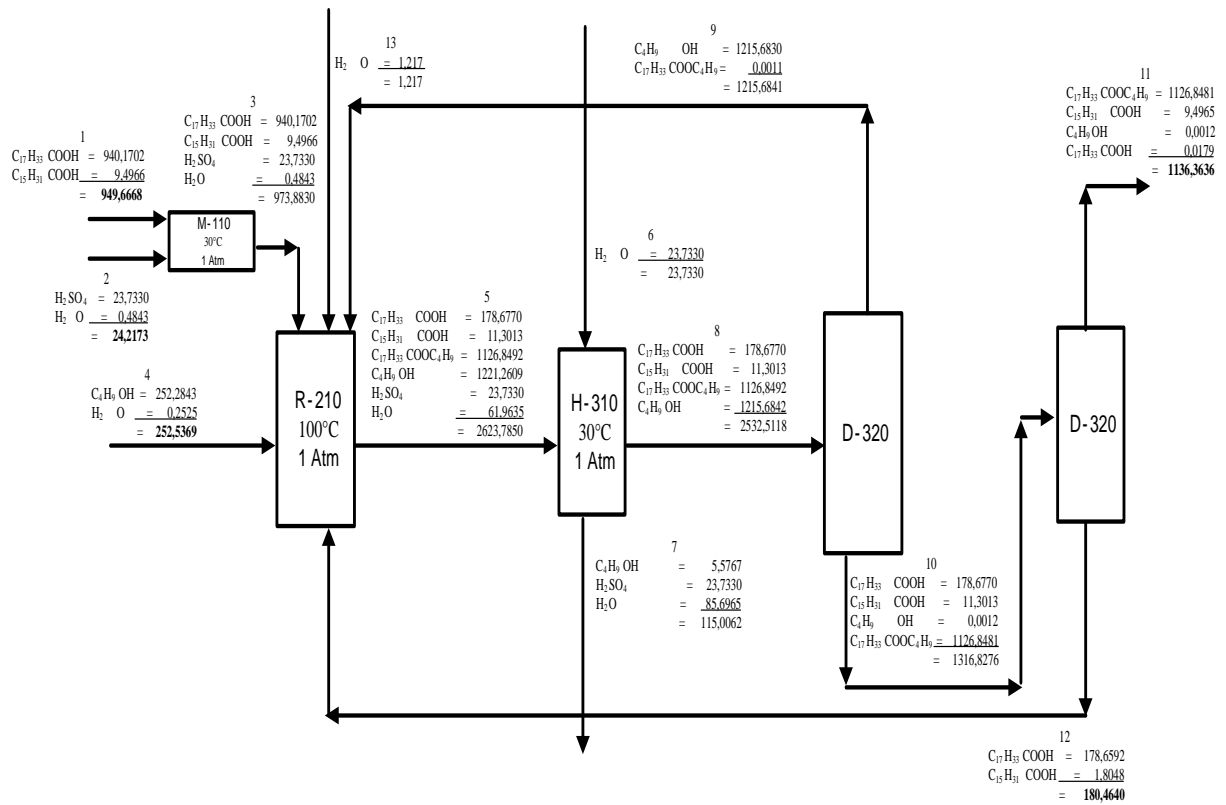
Hasil atas dari Menara Destilasi 2 (D-330) berupa produk yang diinginkan yaitu n-butil oleat dan sedikit asam oleat, asam linoleat dan butanol sebagai impuritas, dikondensasikan menggunakan *condensor* 2 (E-332) yang bertujuan untuk mengubah fase dari uap menjadi cair. Menara destilasi 2 bekerja dibawah 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 99,16% ditampung dalam tangki produk (F-340) pada suhu 30°C

3.2. Diagram alir proses



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif Pembuatan n-Butil Oleat



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif Pembuatan n-Butil Oleat

BAB IV**NERACA MASSA DAN NERACA PANAS****4.1 Neraca Massa**

Kapasitas pabrik per tahun = 9000 ton/tahun

Waktu operasi 1 tahun = 330 hari

Maka

$$\text{Kapasitas pabrik perjam} = 9000 \times \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$
$$= 1136,3636 \text{ kg/jam}$$

Komponen produk :

 $C_{17}H_{33}COOC_4H_9 = 99,16 \% \times 1136,3636 = 1126,8481 \text{ kg/jam}$

Impuritas = 0,84 % x 1136,3636 = 9,5155 kg/jam

Komponen umpan masuk :

Komponen umpan $C_{17}H_{33}COOH$ $C_{17}H_{33}COOH = 99\% \text{ berat}$ $H_2O = 1\% \text{ berat}$

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

Komponen umpan H_2SO_4 $H_2SO_4 = 98\% \text{ berat}$ $H_2O = 2\% \text{ berat}$

= 100% (PT. Petrokimia Gresik)

Komponen umpan C_4H_9OH $C_4H_9OH = 99,5\% \text{ berat}$ $H_2O = 0,5\% \text{ berat}$

= 100% (PT.Petro OXO Nusantara)

a. Neraca Massa Mixer

Fungsi : mencampur H₂SO₄ dengan C₁₇H₃₃COOH

Tabel 4.1 Neraca massa di sekitar mixer 1

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
H ₂ SO ₄	0,0000	23,7330	23,7330
C ₁₇ H ₃₃ COOH	940,1702	0,0000	940,1702
C ₁₇ H ₃₁ COOH	9,496668284	0,0000	9,4967
H ₂ O	0,0000	0,4843	0,4843
Total	949,6668	24,2173	973,8842
Jumlah	973,8842		973,8842

b. Neraca Massa di Sekitar Reaktor

Fungsi: Mereaksikan hasil dari Mixer dan Butanol dengan bantuan katalis asam sulfat

			H ₂ SO ₄		
	C ₁₇ H ₃₃ COOH + C ₄ H ₉ OH	↔		↔	C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉ + H ₂ O
Mula-mula:	9,99999 49,99999				0,000008 0,2736
Reaksi :	8,4030 8,4030				8,4030 8,4030
Sisa :	1,597 41,597				8,403008 8,6766

Tabel 4.2 Neraca massa di sekitar Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)					Output (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 9 (rc)	Arus 10 (rc)	Arus 11	Arus 5
H ₂ SO ₄	23,7330	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	23,7330
C ₄ H ₉ OH	0,0000	252,2843	1215,6830	0,0000	0,0000	1221,2609
C ₁₇ H ₃₃ COOH	940,1692	0,0000	0,0000	178,6592	0,0000	178,6770
C ₁₇ H ₃₁ COOH	9,4965	0,0000	0,0000	1,8048	0,0000	11,3013
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	1126,8492
H ₂ O	0,4843	0,2525	0,0000	0,0000	1,2170	61,9635
Total	973,8830	252,5369	1215,6841	180,4640	1,2170	2623,7850
			2623,7850			2623,7850

c. Neraca Massa Dekanter

Fungsi: Memisahkan Produk dengan Air dan Asam Sulfat berdasarkan *density*/massa jenis.

Tabel 4.3 Neraca massa di sekitar Dekanter

Komponen	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8
	Masuk (Kg/Jam)	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)
H ₂ O	61,9635	23,7330	85,6965	0,0000
C ₄ H ₉ OH	1221,2609	0,0000	5,5767	1215,6842
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	1126,8492	0,0000	0,0000	1126,8492
C ₁₇ H ₃₁ COOH	11,3013	0,0000	0,0000	11,3013
C ₁₇ H ₃₃ COOH	178,6770	0,0000	0,0000	178,6770
H ₂ SO ₄	23,7330	0,0000	23,7330	0,0000
Jumlah	2623,7850	23,7330	115,0062	2532,5118
Total	2647,5180		2647,5180	

d. Neraca Massa Destilasi 01

Fungsi: Memisahkan produk dari dekanter dengan butanol yang tersisa berdasarkan titik didih.

Tabel 4.4 Neraca massa di sekitar Destilasi 1

Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)	
	arus 6	arus 7	arus 8
$C_{17}H_{33}COOH_9$	1126,8492	0,0011	1126,8481
$C_{17}H_{31}COOH$	11,3013	0,0000	11,3013
C_4H_9OH	1215,6842	1215,6830	0,0012
H_2O	0,0000	0,0000	0,0000
$C_{17}H_{33}COOH$	178,6770	0,0000	178,6770
H_2SO_4	0,0000	0,0000	0,0000
Jumlah	2532,5118	1215,6841	1316,8276
Total	2532,5118	2532,5118	

e. Neraca Massa Destilasi 02

Fungsi: Memisahkan Produk dengan sisa asam oleat dan bahan yang tidak ikut bereaksi berdasarkan titik didih

Tabel 4.5 Neraca massa di sekitar Destilasi 2

Komponen	Masuk			Keluar					
	Arus 10			Arus 11			Arus 12		
	Kg/Jam			Kg/Jam			Kg/Jam		
H ₂ O	0,0000			0,0000			0,0000		
C ₄ H ₉ OH	0,0012			0,0012			0,0000		
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	1126,8481			1126,8481			0,0000		
C ₁₇ H ₃₁ COOH	11,3013			9,4965			1,8048		
C ₁₇ H ₃₃ COOH	178,6770			0,0179			178,6592		
H ₂ SO ₄	0,0000			0,0000			0,0000		
Jumlah	1316,8276			1136,3636			180,4640		
Total	1316,8276			1316,8276					

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. Mixer

Fungsi: memisahkan produk dari air dan asam sulfat berdasarkan *density* atau berat jenis

Tabel 4.8 Neraca Panas di sekitar dekanter

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
H ₂ SO ₄	340,6905	340,6905
H ₂ O	20,3020	20,3020
Asam Oleat	22913,3751	22913,3751
Asam Palmitat	135,6998	135,6998
Sub total	23410,0674	23410,0674

b. Reaktor

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

Tabel 4.9 Neraca Panas di sekitar reaktor

Komponen	Q masuk (kj/jam)					Q keluar (kj/jam)
	arus 4	arus 3	arus 8 rc	arus 11 Rc	Air masuk	arus 5
H ₂ SO ₄	0,0000	2632,0941	0,0000	0,0000	0,0000	2632,0941
C ₄ H ₉ OH	42563,9520	0,0000	205103,0141	0,0000	0,0000	206044,0904
C ₁₇ H ₃₃ COOH	0,0000	176506,8834	0,0000	33541,3816	0,0000	33544,7361
C ₁₇ H ₃₁ COOH	0,0000	1125,4225	0,0000	213,8892	0,0000	1339,3117
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	194751,3819
H ₂ O	79,1709	151,8439	0,0000	0,0000	381,5197	19425,6975
Sub total	42643,1229	180416,2439	205103,0141	33755,2708	381,5197	457737,3118
Total			462299,1714			457737,3118
Panas Reaksi						387871,6488
Beban Pendingin			383309,7891			
Total			845608,9606			845608,9606

c. Dekanter

Fungsi: untuk memisahkan produk dengan air dan asam sulfat berdasarkan *density* atau berat jenis.

Tabel 4.10 Neraca Panas di sekitar dekanter

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)		Q Keluar (kJ/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8
H ₂ O	2597,2744	994,7971	3592,0716	0,0000
C ₄ H ₉ OH	26545,5130	0,0000	121,2163	26424,2966
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	25168,3197	0,0000	0,0000	25168,3197
C ₁₇ H ₃₁ COOH	161,4866	0,0000	0,0000	161,4866
C ₁₇ H ₃₃ COOH	4354,6310	0,0000	0,0000	4354,6310
H ₂ SO ₄	340,6905	0,0000	340,6905	0,0000
Jumlah	59167,9152	994,7971	4053,9784	56108,7339
	60162,7123		60162,7123	

d. Distilasi 1

Fungsi: memisahkan produk dengan butanol berdasarkan titik didih

Tabel 4.11 Neraca panas di sekitar destilasi 1

Komponen	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)	
		Destilat	Bottom
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	163264,9064	150413,1227	0,8587
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	155304,5361	0,1431	752101,2092
C ₁₇ H ₃₁ COOH	1052,4399	0,0000	5392,0176
C ₁₇ H ₃₃ COOH	26774,4265	0,0000	128153,6161
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000
SUB TOTAL	346396,3088	150413,2659	885647,7016
Q kondensor		55937,4607	
Q reboiler	745602,1193		
Jumlah	1091998,4282	1091998,4282	

e. Distilasi 2

Fungsi: memisahkan produk dengan asam oleat dan komponen yang tidak bereaksi dengan produk berdasarkan titik didih.

Tabel 4.12 Neraca panas di sekitar Destilasi 2

Komponen	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)	
		Destilat	Bottom
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	0,8588	0,8497	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	752120,3191	745273,5804	0,0000
C ₁₇ H ₃₁ COOH	5897,6826	4486,0611	914,4782
C ₁₇ H ₃₃ COOH	128156,8190	12,7009	135302,3743
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000
SUB TOTAL	886175,6794	749773,1921	136216,8526
Q kondensor		77978,9972	
Q reboiler	77793,3624		
Jumlah	963969,0418	963969,0418	

f. Heater 1

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

Tabel 4.13 Neraca panas di sekitar Heater 1

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
H ₂ SO ₄	340,6905	2632,0941
C ₁₇ H ₃₃ COOH	22913,3751	176507,0599
H ₂ O	20,3020	151,8439
C ₁₇ H ₃₁ COOH	135,6998	1339,4888
Sub total	23410,0674	180630,4866
Beban pemanas		157220,4193
Total		180630,4866

g. Heater 2

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

Tabel 4.14 Neraca panas di sekitar Heater 2

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
C ₄ H ₉ OH	31907,9657	247667,0077
H ₂ O	61,5932	460,6718
Sub total	31969,5589	248127,6795
Beban pemanas	216158,1206	
Total	248127,6795	

h. Heater 3

Fungsi: memanaskan dekanter sebelum menuju destilasi dari suhu 30°C menjadi 93,1837°C

Tabel 4.15 Neraca panas di sekitar Heater 3

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
H ₂ O	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	26424,2966	162844,4835
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	25168,3197	154906,9252
C ₁₇ H ₃₁ COOH	161,4866	1049,5854
C ₁₇ H ₃₃ COOH	4354,6310	26706,1310
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000
sub total	56108,7339	345507,1251
beban pemanas	289398,3912	
Total	345507,1251	345507,1251

i. Heater 4

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

Tabel 4.16 Neraca panas di sekitar Heater 4

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
H ₂ SO ₄	51,0103	381,5197
C ₄ H ₉ OH	0,0000	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH	0,0000	0,0000
C ₁₇ H ₃₁ COOH	0,0000	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0000	0,0000
Sub Total	51,0103	381,5197
Pemanas	330,5094	
Total	381,5197	381,5197

j. Heater 5

Fungsi: memanaskan destilat dari destilasi 1 atau *recycle* sebelum masuk ke reaktor dari suhu 80,4660°C menjadi 100°C

Tabel 4.17 Neraca panas di sekitar Heater 5

komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	149995,0452	205103,0141
C ₁₇ H ₃₃ COOH	0,1427	0,1948
C ₁₇ H ₃₁ COOH	0,0000	0,0000
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0000	0,0000
Sub Total	149995,1880	205103,2088
Pemanas	55108,0209	
Total	205103,2088	205103,2088

k. Cooler 1

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

Tabel 4.17 Neraca panas di sekitar Cooler 1

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
H ₂ O	19425,6975	2597,2744
C ₄ H ₉ OH	206044,0904	26545,5130
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	194751,3819	25168,3197
C ₁₇ H ₃₁ COOH	1339,3117	161,4866
C ₁₇ H ₃₃ COOH	33544,7361	4354,6310
H ₂ SO ₄	2632,0941	340,6905
Sub total	457737,3118	59167,9152
beban pendingin		398569,3966
Total	457737,3118	457737,3118

1. Cooler 2

Fungsi: mendinginkan hasil dari bottom produk pada destilasi 2 sebelum menuju ke Reaktor dengan suhu 302°C menjadi 100°C

Tabel 4.18 Neraca panas di sekitar Cooler 2

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	0,0000	0,0000
C ₁₇ H ₃₁ COOH	999,5282	213,8892
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	135218,6809	33541,3816
H ₂ O	0,0000	0,0000
Sub Total	136218,2092	33755,2708
Pendingin		102462,9383
Total	136218,2092	136218,2092

m. Cooler 3

Fungsi: mendinginkan hasil dari bottom produk pada destilasi 2 sebelum menuju ke Reaktor dengan suhu 302°C menjadi 100°C

Tabel 4.18 Neraca panas di sekitar Cooler 2

komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
H ₂ O	0,0000	0,0000
C ₄ H ₉ OH	0,8491	0,0136
C ₁₇ H ₃₃ COOH ₉	744784,0450	12928,7656
C ₁₇ H ₃₁ COOH	4482,8453	63,3715
C ₁₇ H ₃₃ COOH	12,6927	0,2238
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000
Sub Total	749280,4321	12992,3744
Beban Pendingin		736288,0576
Total	749280,4321	749280,4321

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

5.1 Tangki Penyimpanan Asam Oleat

Nama	: F-112
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan asam oleat cair sebanyak 516,9493 m ³ selama 30 hari.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 2
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 8,7001 m
Tinggi	: 8,7001 m
Volume	: 516,9493 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon stell</i> (SA-283C)

5.2 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat

Nama	: F-115
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan asam sulfat cair sebanyak 5,4166 m ³ selama 14 hari.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 1,9038 m
Tinggi	: 1,9038 m
Volume	: 5,4166 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Stainlees steel</i> SA-167 (<i>type</i> 304)

5.3 Tangki Penyimpanan Butanol

Nama	: F-212
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan asam oleat cair sebanyak 742,3455 m ³ selama 14 hari.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 9,8155 m
Tinggi	: 9,8155 m
Volume	: 742,3455 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283C</i>

5.4 Mixer 1

Nama	: M-110
Fungsi	: Sebagai alat untuk mencampur umpan asam oleat 1130,1306 kg/jam dan umpan asam sulfat sebanyak 24,2173 kg/jam.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 35°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 1,1368 m
Tinggi	: 1,1368 m
Volume	: 1,5050 m ³
Jenis	: Silinder tegak berpengaduk
Jenis <i>head</i>	: <i>Torispherical Head</i>
Bahan konstruksi Pengaduk	: <i>Stainless steel SA-167 (type 304)</i>

Kecepatan Pengaduk : 216,3376 rpm
Power Motor : 1 ½ Hp

5.5 Reaktor 1

Nama : R-210
Fungsi : Sebagai alat untuk mereaksikan butanol dan asam oleat pada fase cair menjadi butil oleat dan air, dengan kecepatan umpan butanol sebanyak 1311,4379 kg/jam dan kecepatan umpan asam campuran sebanyak 1026,1522 kg/jam.

Operasi : Batch
Jumlah : 3
Suhu : 100°C
Susunan : paralel
Tekanan : 1 atm
Diameter : 1,9677 m
Tinggi : 1,9677 m
Volume : 7,5793 m²
Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Jenis *head* : *Torispherical head*
Bahan konstruksi Reaktor : *Stainlees steel SA-167 (type 304)*
Kecepatan Pengaduk : 60,0989 rpm
Diameter : 0,6559 m
Power Motor : 1 hp
Pendingin
Jenis : Jaket
Diameter dalam : 1,9772 m
Diameter Luar : 2,2312 m
Tebal Jaket : 1/4 inch
Media : Air

5.6 Dekanter

Nama	: H-310
Fungsi	: Sebagai alat untuk memisahkan air dari produk butil oleat sisa reaksi dengan kecepatan umpan sebanyak 267,5180 kg/jam.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 0,8106 m
Tinggi	: 2,0098 m
Volume	: 0,9790 m ³
Jenis	: Silinder vertical
Type	: <i>Continuous Gravity Decanter Silinder Vertical</i>
Pipa pengeluaran atas	: 1,8088 m
Pipa pengeluaran bawah	: 1,5726 m
Pipa pemasukan	: 1,0049 m
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 (type 304)</i>

5.7 Distilasi 1

Nama	: D- 310
Fungsi	: Sebagai alat untuk memisahkan produk butil oleat dengan asam sisa reaksi dengan kecepatan umpan sebanyak 2337,5901 kg/jam.
Operasi	: Kontinyu
Tekanan	: 0,21 atm
Dimensi Menara	
Tinggi menara	: 2,8474 m
Diameter puncak	: 0,6912 m

Diameter dasar	: 2,0061 m
Jumlah <i>plate</i>	: 6
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

5.8 Distilasi 2

Nama	: D- 330
Fungsi	: Sebagai alat untuk memisahkan produk butil oleat dengan butanol sisa reaksi dengan kecepatan umpan sebanyak 1316,8276 kg/jam.
Operasi	: Kontinyu
Tekanan	: 0,21 atm
Dimensi Menara	
Tinggi menara	: 22 m
Diameter puncak	: 0,6304 m
Diameter dasar	: 0,8376 m
Jumlah <i>plate</i>	: 83
Tebal <i>shell</i>	: 1/4 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

5.9 Tangki Penyimpanan Produk n-butil Oleat

Nama	: F-340
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan butil oleat cair sebanyak 1059,1355 m ³ selama 30 hari.

Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 11,050 m
Tinggi	: 11,050 m
Volume	: 1059,1355 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon stell</i> (SA-283C)

5.10 Tangki Akumulator 1

Kode	: F-325
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan sementara hasil atas distilasi produk n-butanol .
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 0,8230 m
Tinggi	: 2,4691 m
Volume	: 1,4588 m ³
Jenis	: Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i> (SA-283C)

5.11 Tangki Akumulator 2

Kode	: F-334
Fungsi	: Sebagai alat penyimpan sementara hasil atas distilasi produk n-butil oleat .
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 0,80473 m

Tinggi : 2,4142 m
Volume : 1,3636 m³
Jenis : Silinder tegak tertutup
Bahan konstruksi : *Carbon steel* (SA-283C)

5.12 Heat Exchanger

1. Heater 1

Nama : E-118
Fungsi : Memanaskan hasil pencampuran dari *mixer* M-110 sebelum masuk ke reaktor R-210 dari suhu 30°C menjadi 100°C dengan kecepatan umpan sebesar 1154,3480 kg/jam.
Operasi : Kontinyu
Jumlah : 1
Type : *Double pipe*
Bahan Konstruksi : *Stainless steel* SA-167 (*type* 304)
Beban Pemanas : 157220,4193 kJ/jam
Annulus
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 2 in Sch 40
Inner pipe
Suhu : 305°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 1 ¼ in Sch 40

2. Heater 2

Nama : E-214
Fungsi : Memanaskan umpan masuk butanol F-212 sebelum masuk ke reaktor R-210 dari suhu 30°C

menjadi 100°C dengan kecepatan umpan sebesar
1469,4370 kg/jam.

Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 (type 304)</i>
Beban Pemanas	: 216158,1206 kJ/jam
<i>Annulus</i>	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Ukuran pipa	: 2 in Sch 40
<i>Inner pipe</i>	
Suhu	: 305°C
Tekanan	: 1 atm
Ukuran pipa	: 1 ¼ in Sch 40

3. *Heater 3*

Nama	: E-216
Fungsi	: Memanaskan hasil dari deknter sebelum masuk ke menara distilasi D-310 dari suhu 30°C menjadi 93,1837°C dengan kecepatan umpan sebesar 2532,5118 kg/jam.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 (type 304)</i>
Beban Pemanas	: 337733,4713 kJ/jam
<i>Annulus</i>	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm

Ukuran pipa : 2 in Sch 40
Inner pipe
Suhu : 305°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 1 ¼ in Sch 40

4. Heater 4

Nama : E-217
Fungsi : Memanaskan air proses dari utilitas sebelum masuk ke reaktor R-210 dari suhu 30°C menjadi 100°C dengan kecepatan umpan sebesar 1,2170 kg/jam.
Operasi : Kontinyu
Jumlah : 1
Type : *Double pipe*
Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 (type 304)*
Beban Pemanas : 1,2170kJ/jam
Annulus
Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 2 in Sch 40
Inner pipe
Suhu : 192,2084°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 1 ¼ in Sch 40

5. Heater 5

Nama : E-324
Fungsi : Memanaskan butanol hasil atas destilasi 1 untuk *directcycle* sebelum masuk ke reaktor dari suhu

80,4660°C menjadi 120°C dengan kecepatan umpan sebesar 1215,6841 kg/jam.

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1

Type : *Double pipe*

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

Beban Pemanas : 55108,0209 kJ/jam

Annulus

Suhu : 80,4660°C

Tekanan : 1 atm

Ukuran pipa : 2 in Sch 40

Inner pipe

Suhu : 208,6622°C

Tekanan : 1 atm

Ukuran pipa : 1 ¼ in Sch 40

6. *Cooler 1*

Nama : E-331

Fungsi : Mendinginkan hasil reaksi sebelum masuk dekanter dari suhu 100°C menjadi 30°C dengan kecepatan umpan sebesar 2629,7888 kg/jam.

Operasi : Kontinyu

Jumlah : 1

Type : *Double pipe*

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

Beban Pendingin : 398569,3966 kJ/jam

Annulus

Suhu : 100°C

Tekanan : 1 atm

Ukuran pipa : 2 in Sch 40

Inner pipe

Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 1 ¼ in Sch 40

7. Cooler 2

Nama : E-336
Fungsi : Mendinginkan hasil bawah menara distilasi 2 sebelum masuk kembali ke reaktor dari suhu 302,4035°C menjadi 100°C dengan kecepatan umpan sebesar 180,4640 kg/jam.
Operasi : Kontinyu
Jumlah : 1
Type : *Double pipe*
Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 (type 304)*
Beban Pendingin : 102462,9383 kJ/jam

Annulus

Suhu : 302,4035 °C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 2 in Sch 40

Inner pipe

Suhu : 100°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 1 ¼ in Sch 40

8. Cooler 3

Nama : E-342
Fungsi : Mendinginkan hasil atas menara distilasi 2 sebelum dialirkan menuju tangki penyimpanan dari suhu 287,3710°C menjadi 30°C dengan kecepatan umpan sebesar 1136,3636kg/jam

kg/jam.

Operasi : Kontinyu
Jumlah : 1
Type : *Double pipe*
Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 (type 304)*
Beban Pendingin : 736288,0576 kJ/jam

Annulus

Suhu : 287,3710°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 2 in Sch 40

Inner pipe

Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Ukuran pipa : 1 ¼ in Sch 40

9. Kondensor 1

Nama : E-324
Fungsi : Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi 1 sebelum masuk ke dekanter pada suhu 80,47°C, dengan menggunakan air pendingin yang masuk pada suhu 25°C.

Operasi : Kontinyu
Jumlah : 1
Suhu masuk : 25°C
Suhu keluar : 40°C
Beban pendingin : 55937,4607 kJ/jam
Jumlah pendingin : 909,5522 kg/jam
Luas transfer panas : 7,6595 ft²
Type : *Double pipe*
Bahan kontruksi : *Stainless steel SA-167 (type 304)*

10. Kondensor 2

Nama	: E-332
Fungsi	: Mengembunkan uap hasil atas menara distilasi 2 pada suhu 287,37°C sebelum di recycle kembali menuju Reaktor, dengan menggunakan air pendingin yang masuk pada suhu 25°C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu masuk	: 25°C
Suhu keluar	: 40°C
Beban pendingin	: 77978,9972 kJ/jam
Jumlah pendingin	: 1267,9512 kg/jam
Tekanan	: 1 atm
Luas transfer panas	: 11,2252 ft ²
Type	: <i>Double pipe</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 (type 304)</i>

11. Reboiler 1

Nama	: E-328
Fungsi	: Mendidihkan dan menguapkan kembali hasil bawah menara distilasi 1 sebelum di embunkan di dalam kondensor 1, dengan menggunakan <i>steam</i> yang masuk pada suhu 305°C.
Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Suhu masuk	: 305°C
Suhu keluar	: 305°C
Beban pemanas	: 745602,1193 kJ/jam
Jumlah steam	: 546,1387 kg/jam
Tekanan	: 1 atm

Luas transfer panas : 55,7953 ft²
Type : *Kettle Reboiler*
Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 (type 304)*

12. Reboiler 2

Nama : E-326
Fungsi : Menguapkan hasil bawah menara distilasi 2 sebelum diembunkan di dalam kondensor 2, dengan menggunakan air panas yang masuk pada suhu 245,0666⁰C.
Operasi : Kontinyu
Jumlah : 1
Suhu masuk : 245,0666⁰C
Suhu keluar : 208,6622⁰C
Beban pemanas : 77793,3624 kJ/jam
Jumlah pemanas : 547,4374 kg/jam
Tekanan : 1 atm
Luas transfer panas : 2,7192 ft²
Type : *Kettle Reboiler*
Bahan kontruksi : *Stainless steel SA-167 (type 304)*

5.13 Pompa

1. Pompa 1

Nama : L-111
Fungsi : Memompa bahan baku asam oleat dari truk ke tangki penampung sementara asam oleat F-112.
Type : *Centrifugal single stage*
Total head : 9,6244 m
BHP actual : 2,6793 Hp
Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 4 Hp

Jumlah : 1

2. Pompa 2

Nama : L-113

Fungsi : Memompa bahan baku asam sulfat dari truk ke tangki penampung sementara asam sulfat.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 1,2359 m

BHP actual : 0,0492 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/2 Hp

Jumlah : 1

3. Pompa 3

Nama : L-114

Fungsi : Memompa bahan baku butanol dari truk ke tangki penampung sementara butanol.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 7,5522 m

BHP actual : 0,2259 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/2 Hp

Jumlah : 1

4. Pompa 4

Nama : L-116

Fungsi : Memompa bahan baku asam oleat dari tangki penampung sementara asam oleat ke *mixer* .

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 0,2067 m

BHP actual : 0,0003 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/4 Hp

Jumlah : 1

5. Pompa 5

Nama : L-216

Fungsi : Memompa asam sulfat dari tangki penyimpanan ke reaktor.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 1,2075 m

BHP actual : 0,0004 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/4 Hp

Jumlah : 1

6. Pompa 6

Nama : L-211

Fungsi : Memompa hasil pencampuran *mixer* ke reaktor.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 1,2176 m

BHP actual : 0,1313 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : ¼ Hp

Jumlah : 1

7. Pompa 7

Nama : L-213

Fungsi : Memompa bahan baku butanol dari tangki penampung sementara butanol ke reaktor .

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 1,2074 m

BHP actual : 0,0019 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/4 Hp

Jumlah : 1

8. Pompa 8

Nama : L-215

Fungsi : Memompa cairan hasil dari reaktor menuju dekanter.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 1,2295 m

BHP actual : 0,0035 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/4 Hp

Jumlah : 1

9. Pompa 9

Nama : L-312

Fungsi : Memompa cairan produk atas dekanter menuju UPL.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 1,2089 m

BHP actual : 0,0014 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/4 Hp

Jumlah : 1

10. Pompa 10

Nama : L-315

Fungsi : Memompa cairan produk dekanter menuju destilasi 1.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 13,84 m

BHP actual : 44,5724 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1 Hp

Jumlah : 1

11. Pompa 11

Nama : L-317

Fungsi : Memompa cairan *recycle* dari produk atas destilasi 1 ke reaktor.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 1,5617 m

BHP actual : 0,0021 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/4 Hp

Jumlah : 1

12. Pompa 12

Nama : L-322

Fungsi : Memompa hasil bawah menara destilasi 1 menuju menara destilasi 2.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 2,9973 m

BHP actual : 0,0043 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/4 Hp

Jumlah : 1

13. Pompa 13

Nama : L-323

Fungsi : Memompa cairan hasil dari bawah menara destilasi 2 menuju reaktor melalui *recycle*.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 2,9608 m

BHP actual : 0,3669 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : 1/4 Hp

Jumlah : 1

14. Pompa 14

Nama : L-327

Fungsi : Memompa produk butil oleat dari destilasi 2 (produk atas) menuju tangki penyimpanan butil oleat.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 2,9928 m

BHP actual : 0,0037 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : ¼ Hp

Jumlah : 1

15. Pompa 15

Nama : L-331

Fungsi : Memompa cairan produk dari tangki penyimpanan sementara menuju truk.

Type : *Centrifugal single stage*

Total head : 2,9852 m

BHP actual : 0,0037 Hp

Specific speed : 3500 rpm

Power motor : ¼ Hp

Jumlah : 1

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-butil 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-butil 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 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	1,2170
2.	Dekanter	23,7330
	Over design	20 %
Total		29,9400

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 pendingin reaktor	5720,549593
2	air untuk cooler 1	6356,647027
3	air untuk cooler 2	1634,146369
4	air untuk cooler 3	11972,16354
5	air untuk kondensor 1	909,5522058
6	air untuk kondensor 2	1267,951174
	Jumlah	27861,00991
	over design 20%	33433,21189

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	520
2	Laboratorium, poliklinik, bengkel	200
3	Kebutuhan pemadam kebakaran	150
4	Kantin, mushola	100
5	Pembersihan, pemeliharaan, taman	130
	Jumlah	1100

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	HE-03	546,1393472
2	Reboiler 1	211,9612
	Jumlah	758,1005472
	over design 20%	909,7207

Total kebutuhan air yang disuplai dari unit penyedia air adalah sebesar 32.608,4665 kg/jam untuk start up proses dan 4.275,5471 kg/jam untuk *make up* proses *continue*. Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya air dilebihkan sebanyak 10%, sehingga air yang akan diambil dari air sungai saat dipompakan adalah sebesar 33.711,8220 kg/jam untuk *start up* pabrik dan 4.703,1018 kg/jam untuk *make up* proses *continue*. Kebutuhan air pabrik diperoleh dari PT Petrokimia Gresik. Air dari pipa dialirkan ke tangki penampung sementara kemudian distibusikan 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^- , 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:

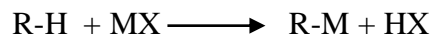
- Jika *steam* digunakan sebagai pemanas diharapkan tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*, karena hal tersebut dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
-

- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂ dan CO₂.

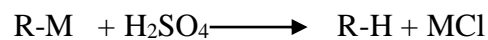
. Air diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, dan Al³⁺.

Reaksi yang terjadi di kation

1. Reaksi Pada saat Operasi:



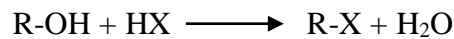
2. Reaksi Pada saat Regenerasi:



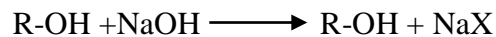
Air yang keluar dari *kation exchanger* diumpankan ke *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO³⁻, CO₃²⁻, Cl⁻, NO⁻ dan SiO₃²⁻

Reaksi yang terjadi di anion

- a. Reaksi Pada saat Operasi:



- b. Reaksi Pada saat Regenerasi:



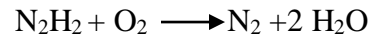
Air yang keluar selanjutnya dikirim ke unit *demineralized water storage* sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFW.

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

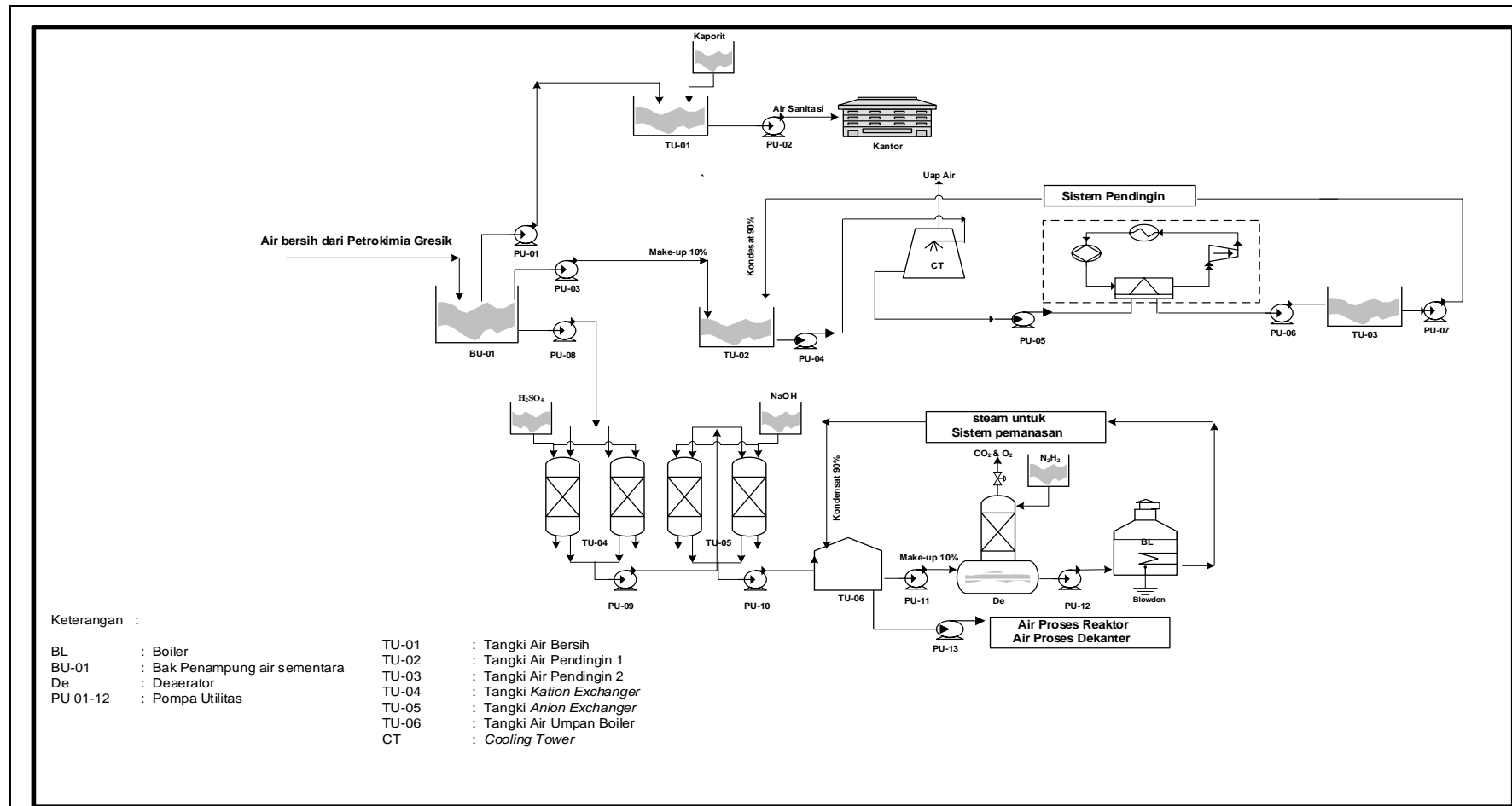
Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dapat menyebabkan korosi, sehingga gas tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu dalam suatu *deaerator*.

Pada *deaerator* diinjeksikan *steam* yang berfungsi untuk mengikat O₂ yang terkandung dalam air

tidak sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan O₂, 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

6.2.1 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 : 3,8358 m
- f. Tinggi : 3,8358 m
- g. Volume : 28,2186 m³

2. Tangki Air Sanitasi

- a. Kode : TU-01
- b. Fungsi : menampung air bersih untuk kebutuhan sehari-hari
- c. Jenis : Silinder vertikal
- d. Diameter : 9,9190 m
- e. Tinggi : 4,9595 m
- f. Volume : 191,520 m³

3. Tangki Air Pendingin

- i. Kode : TU-02
- ii. Fungsi : Menampung air make-up dan air pendinginan proses yang telah digunakan
- iii. Jenis : Silinder vertikal
- iv. Diameter : 2,1748 m
- v. Tinggi : 2,1748 m
- vi. Volume : 8,0743 m³

4. *Kation Exchanger*

- a. Kode : TU-03
- b. Fungsi : Menurunkan Kesadahan air umpan boiler
- c. Jenis : *Down Flow cation Exchanger*
- d. Resin : *Natural Greensand Zeolit*

-
- e. Volume Resin : 1,1033 m³
 - f. Diameter : 0,4378 m
 - g. Tinggi : 1,5245 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 : *Natural Greensand Zeolit*
- e. Volume Resin : 1,1033 m³/jam
- f. Diameter : 0,3391 m
- g. Tinggi : 1,2204 m

6. Deaerator

- a. Kode : De
- b. Fungsi : Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama O₂, CO₂, NH₃, dan H₂S
- c. Panjang : 0,47 m
- d. Tinggi : 1,25 m
- e. Kapasitas : 0,26 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 : 1838,856 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 : 30.647,1109 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 : 0,8296 m³/jam
- g. Power : 1/4 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 : 0,9286 m³/jam
g. Power : ¼ 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 : 29,9575 m³/jam
g. Power : 1½ 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 : 29,9575 m³/jam
g. Power : 1½ 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 : 29,9575 m³/jam
g. Power : 1½ 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 : 0,9235 m³/jam
- g. Power : ¼ 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 : 0,9235 m³/jam
- g. Power : ¼ 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 : 8,8004 m³/jam
- g. Power : 1 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 : 0,9130 m³/jam
- g. Power : ¼ 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 : 0,7410 m³/jam
 - g. Power : ¼ 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 : 0,0226 m³/jam
 - g. Power : ¼ 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 : 0,0012 m³/jam
 - g. Power : ¼ 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 : 0,0232 m³/jam
 - g. Power : ¼ Hp

6.3 Unit Pengadaan Listrik

Unit pengadaan listrik bertugas untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan tenaga listrik di pabrik n-butil 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

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Mixer-01	1,500	1	1,5000
Reaktor	60,000	1	60,0000
Pompa-01	4,000	2	8,0000
Pompa-02	0,500	1	0,5000
Pompa-03	0,500	2	1,0000
Pompa-04	0,250	1	0,2500
Pompa-05	0,250	1	0,2500
Pompa-06	0,250	1	0,2500
Pompa-07	0,250	1	0,2500
Pompa-08	0,250	1	0,2500
Pompa-09	1,000	2	2,0000
Pompa-10	1,000	1	1,0000
Pompa vakum 1	1,000	1	1,0000
Pompa-11			
Pompa vakum 2	1,000	1	1,0000
Pompa-12			
Pompa-13	1,000	2	2,0000
Pompa-14	1,000	1	1,0000
Pompa-15	1,000	1	1,0000
Total			81,2500

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 60,5881 kW

2. Listrik untuk utilitas

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

Tabel 6.6 Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Kompresor	1,5000	1	1,5000
Cooling Fan	1,5000	1	1,5000
Tangki N₂H₄	0,5000	1	0,5000
Tangki NaCl	0,5000	1	0,5000
Tangki NaOH	0,5000	1	0,5000
Pompa-01	0,2500	1	0,2500
Pompa-02	0,2500	1	0,2500
Pompa-03	1,0000	1	1,0000
Pompa-04	1,0000	2	2,0000
Pompa-05	1,5000	2	3,0000
Pompa-06	0,2500	2	0,5000
Pompa-07	0,2500	1	0,2500
Pompa-08	1,0000	1	1,0000
Pompa-09	0,2500	2	0,5000
Pompa-10	0,2500	1	0,2500
Pompa-11	0,2500	1	0,2500
Pompa-12	0,2500	1	0,2500
Pompa-13	0,2500	1	0,2500
Total		15	14,2500

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 10,6262 kW

3. Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 50000 W = 50 kW

-
- Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar = 30 kW
4. Listrik untuk laboratorium dan bengkel
Listrik yang digunakan diperkirakan = 40 kW
5. Listrik untuk instrumentasi
Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar = 40 kW
6. Jumlah kebutuhan listrik
= (60,5881 + 10,6262 + 50 + 30 + 40 + 40) kW
= 231,2144 kW

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

$$= 289,0179 \text{ kW}$$

Ditetapkan *input generator* = 500 kW

Untuk keperluan dan cadangan = (500 – 214,6333) kW x 80%
= 168,7857 kW

Spesifikasi generator

- a. Tipe = AC generator
- b. Kapasitas = 500 kW
- c. Tegangan = 220/360 volt
- d. Efisiensi = 80%
- e. Frekuensi = 50 Hz
- f. Bahan bakar = Solar (*fuel oil*)

6.3.1 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 : 80%
 4. Sg solar : 0,81
 5. ρ solar : 51,2 lb/ft³
 6. Kapasitas input boiler : 3.051.095 btu/jam
 7. Kebutuhan solar boiler : 0,6518 m³/jam
 8. Kapasitas input generator : 1.706.484,6416 btu/jam
 9. Kebutuhan solar generator : 0,0601 m³/jam

6.3.2 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.

6.3.3 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.

6.3.4 Unit Pengolahan Limbah

a. Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik *n*-butil 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*

6.4 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.

6.3 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.

Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran

BAB VII

ORGANISASI DAN TATA LETAK

7.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik n-butil 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 perseroan terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham. Pemiliknya adalah para pemegang saham serta yang memilih suatu direksi yang memimpin jalannya perusahaan. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi tersebut dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

7.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka dasar suatu perusahaan. Untuk mendapat sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, yang antara lain adalah perumusan tujuan perusahaan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

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.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut:

7.2.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah 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 untung rugi tahunan dari perusahaan.

7.2.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

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

7.2.3 Direktur

1. Direktur Utama

Tugas : Memimpin kegiatan perusahaan secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan.

2. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

3. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, dan keselamatan kerja.

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

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan

garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses
Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang proses produksi
2. Kepala Bagian Utilitas
Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan utilitas.
3. Kepala Bagian Pengolahan Limbah
Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang pengolahan limbah.
4. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi
Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
5. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu
Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan yang berhubungan dengan pengembangan perusahaan, pengawasan mutu, serta keselamatan kerja.
6. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran
Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
7. Kepala Bagian Umum
Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan.

7.2.6. Karyawan

1. Karyawan Proses
Tugas : Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi.
 2. Karyawan Utilitas
Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.
-

3. Karyawan Pengolahan Limbah
Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengolahan limbah buangan pabrik.
4. Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu
Tugas : Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan pengolahan limbah.
5. Karyawan Pemasaran
Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.
6. Karyawan Keuangan
Tugas : Bertanggung jawab atas pembelian barang-barang untuk kelancaran produksi, bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.
7. Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel
Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan pergantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.
8. Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.
9. Karyawan Humas dan Keamanan
Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintahan, serta mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

7.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

7.3.1. Sistem Kepegawaian

Pada pabrik nitrogliserin ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap 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 7.2 Daftar Gaji Karyawan

No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji/tahun
1	Direktur Utama	S2 – T. Kimia	1	25.000.000,00	300.000.000,00
2	Direktur Teknik dan Produksi	S2 – T. Kimia	1	20.000.000,00	240.000.000,00
3	Direktur Keuangan dan Umum	S2 – Ekonomi	1	20.000.000,00	240.000.000,00
4	Staf Ahli dan Litbang	S1 – T. Kimia	2	10.000.000,00	240.000.000,00
5	Kepala Bagian Proses	S1 – T. Kimia	1	5.000.000,00	60.000.000,00
6	Kepala Bagian Utilitas	S1 – T. Kimia	1	5.000.000,00	60.000.000,00
7	Kepala Bagian Pengolahan Limbah	S1 – T. Kimia	1	5.000.000,00	60.000.000,00
8	Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	S1 – T. Elektro	1	5.000.000,00	60.000.000,00
9	Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	S1 – T. Kimia	1	5.000.000,00	60.000.000,00
10	Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran	S1 – Ekonomi	1	5.000.000,00	60.000.000,00
11	Kepala Bagian Umum	S1 – Ekonomi	1	5.000.000,00	60.000.000,00
12	Kasi Unit Proses	S1 – T. Kimia	2	4.000.000,00	96.000.000,00

13	Kasi Unit Utilitas	S1 – T. Kimia	2	4.000.000,00	96.000.000,00
14	Kasi Unit Pengolahan Limbah	S1 – T. Kimia	1	4.000.000,00	48.000.000,00
15	Kasi Unit Laboratorium	D3 – Analisis Kimia	1	4.000.000,00	48.000.000,00
16	Kasi Unit Pemeliharaan	D3 – T. Mesin	1	4.000.000,00	48.000.000,00
17	Kasi Unit Keamanan	SLTA	1	3.300.000,00	39.600.000,00
18	Kasi Unit Humas	S1 Psikologi	1	4.500.000,00	54.000.000,00
19	Kasi Unit Personalia	S1 Psikologi	1	4.500.000,00	54.000.000,00
20	Kasi Unit Pemasaran	S1 Ekonomi	1	4.500.000,00	54.000.000,00
21	Kasi Unit Keuangan	S1 Akutansi	1	4.500.000,00	54.000.000,00
22	Karyawan Unit Proses	D3 – T. Kimia	16	4.000.000,00	768.000.000,00
23	Karyawan Unit Utilitas	D3 – T. Kimia	12	4.000.000,00	576.000.000,00
24	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	D3 – T. Kimia	8	4.000.000,00	384.000.000,00
25	Karyawan Unit Laboratorium dan Pengendalian Mutu	D3 – T. Kimia/MIPA	8	4.000.000,00	384.000.000,00
26	Karyawan Unit Pemasaran	D3 – Ekonomi	3	4.000.000,00	144.000.000,00
27	Karyawan Unit Keuangan	D3 – Ekonomi	3	4.000.000,00	144.000.000,00

28	Karyawan Unit Pemeliharaan dan Bengkel	D3 – T. Mesin	6	4.000.000,00	288.000.000,00
29	Karyawan Unit Humas	D3– Komunikasi	2	4.000.000,00	96.000.000,00
30	Karyawan Unit Keamanan	SLTA	12	3.300.000,00	475.200.000,00
31	Dokter	S1 – Kedokteran	2	7.000.000,00	168.000.000,00
32	Perawat	D3 – Perawat	3	4.000.000,00	144.000.000,00
33	Sopir	SLTA	5	3.300.000,00	198.000.000,00
34	Cleaning Service	SLTA	6	3.300.000,00	237.600.000,00
Total			110,00	204.200.000,00	6.038.400.000,00

7.3.3 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Butil Oleat beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan non-shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan harian yaitu direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

1. Hari Senin-Jum'at : Jam 07.00-15.00
2. Hari Sabtu : Jam 07.00-12.00

Jam istirahat :

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

b. Karyawan Shift/Ploog

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.

Gambar 7.1 Pembagian Shift Karyawan

Hari ke- Regu	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.

7.4. 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

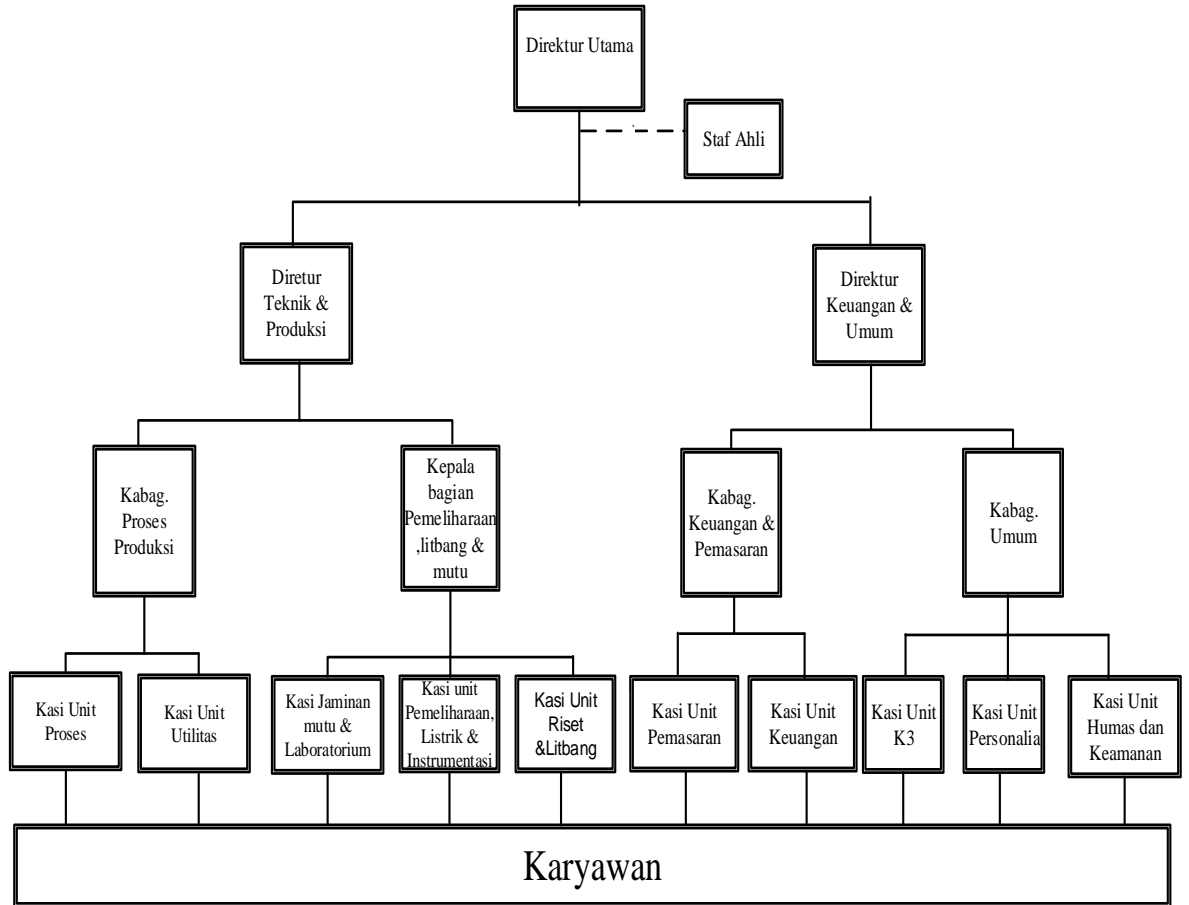
- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian kerja

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

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan



Gambar . Struktur Organisasi

7.5. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dalam suatu perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

7.5.1. Perencanaan Produksi

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

1. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

- a) Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
- b) Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik

Ada 3 alternatif yang bisa diambil, yaitu :

- a. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi

b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya

c. Mencari daerah pemasaran lain

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

a. Material/bahan baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan

b. Manusia/tenaga kerja

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

c. Mesin/peralatan

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

7.5.2. 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.

7.6. 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 faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

- 1) Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan, jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

2) Pemasaran

Butyl Oleat merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh industri sebagai bahan baku pendukung yang utama dalam pembuatan plastik, sehingga pendirian pabrik diusahakan dilakukan di kawasan industri.

3) Ketersediaan energi dan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik baik untuk air proses, pendingin atau kebutuhan lainnya. Sumber air bersih diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik karena beberapa faktor meliputi lokasi pabrik dengan PT. Petrokimia dekat dan air yang diproduksi PT. Petrokimia melampaui batas kebutuhan air pabrik Butyl Oleat. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

4) Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

5) Kondisi geografis dan social

Lokasi pabrik sebaiknya terletak didaerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi pabrik yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

6) Luas area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia, jika harga tanah amat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain.

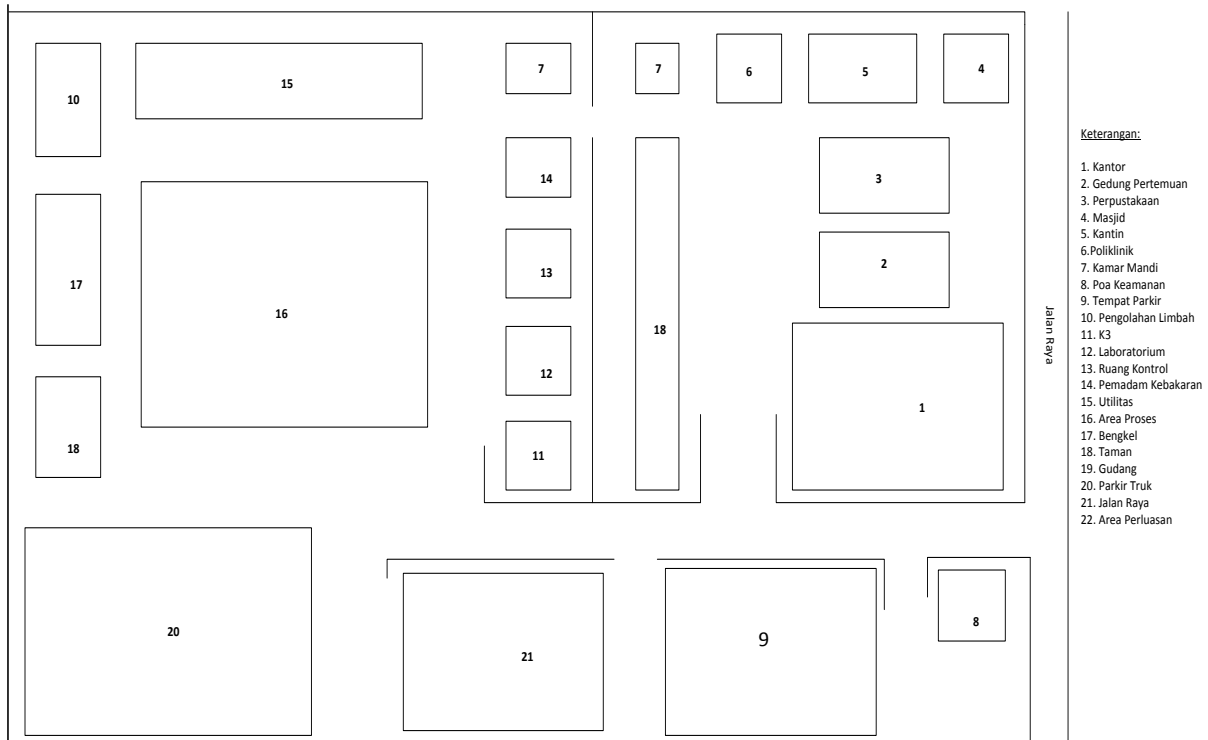
7) Fasilitas dan transportasi

8) Keamanan negara

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

Tabel 7.3 Luas Bangunan Pabrik

No	Nama bangunan	P (m)	L (m)	Luas (m ²)
1	Kantor	30	20	600
2	Gedung Pertemuan	12	12	144
3	Perpustakaan	12	8	96
4	Masjid	10	5	50
5	Kantin	15	10	150
6	Poliklinik	10	10	100
7	Kamar mandi	7	3	21
8	Pos keamanan	9	4	36
9	Tempat parkir	20	25	500
10	Pengolahan limbah	10	29	290
11	K3	11	11	121
12	LAB	10	11	110
13	Ruang control	12	11	132
14	Pemadam kebakaran	10	11	110
15	Utilitas	10	45	450
16	Area proses	25	45	1125
17	Bengkel	22	10	220
18	Taman	3	23	69
19	Gudang	10	10	100
21	Parkir truk	29	25	725
22	Jalan			1831
23	Area perluasan			8711
Total luas bangunan				15712



Gambar . Tata Letak Pabrik

7.7. 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

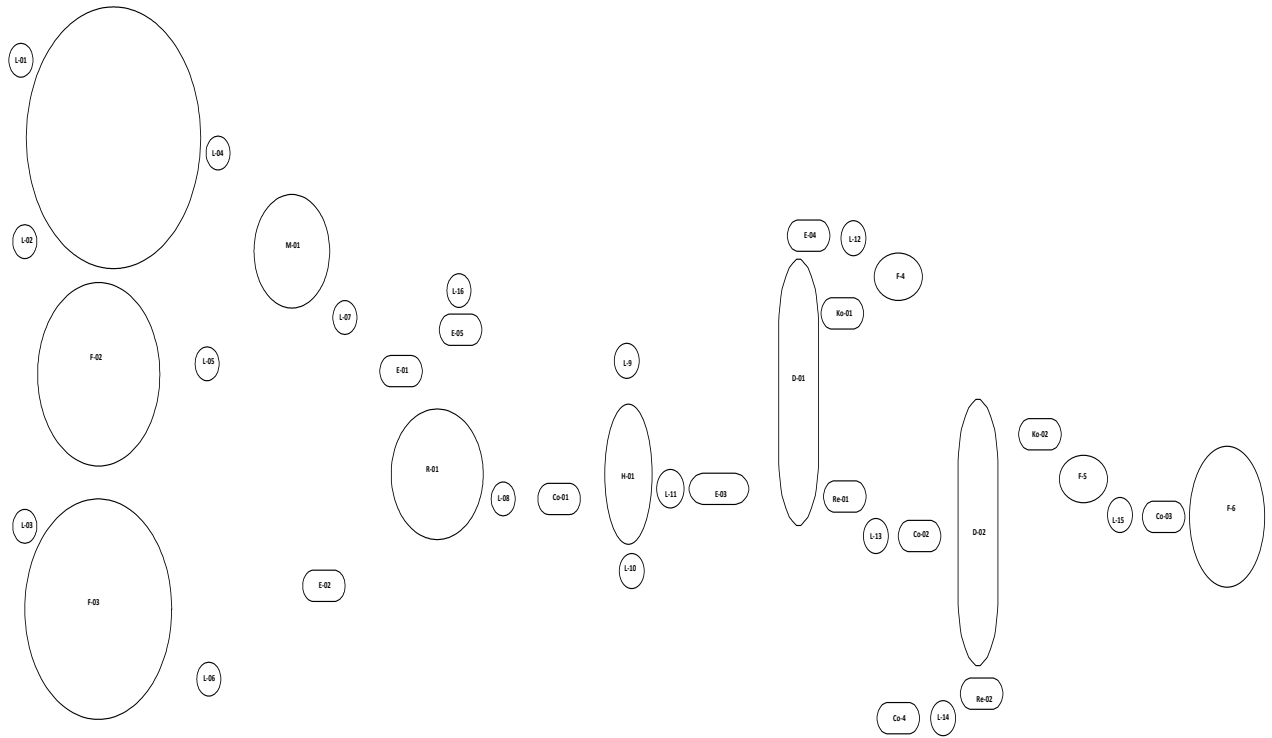
Penempatan alat proses harus diatur sedemikian rupa sehingga pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah dan apabila terjadi gangguan alat proses dapat segera diatasi.

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.



Gambar . Tata Letak Alat

Keterangan :

F-01	: Tangki Penyimpanan Asam Oleat	D-02	: Menara Distilasi 2
F-02	: Tangki Penyimpanan Asam sulfat	E-01 s/d 05	: Heater
F-03	: Tangki Penyimpanan Butanol	Re-01	: Reboiler 1
F-04	: Tangki Akumulator	Re-01	: Reboiler 1
F-05	: Tangki Produk	Co-01 s/d 04	: Cooler
M-01	: Mixer 1	Ko-01	: Kondensor 1
R-01	: Reaktor	Ko-02	: Kondensor 2
H-01	: Dekanter	L-01 s/d 16	: Pompa
D-01	: Menara Distilasi 1		

BAB VIII

EVALUASI EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak 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. *Percent Return On Investment (ROI)*
 - b. *Pay Out Time (POT)*
 - c. *Break Even Point (BEP)*
 - d. *Shut Down Point (SDP)*
 - e. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Dasar Perhitungan:

Kapasitas produksi	: 9.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	: 330 hari
Pabrik didirikan	: 2022
Umur alat	: 10 tahun
Nilai kurs	: 1 US \$ = Rp 14.5050,00
Tahun evaluasi	: 2014
Upah buruh Indonesia	: Rp 20.699,00/ <i>man hour</i>
Harga bahan baku asam oleat	: US\$ 1/kg (www.alibaba.com, 2018)
Harga bahan baku n-butanol	: US\$ 0,5/kg (www.alibaba.com, 2018)
Harga katalis asam sulfat (H ₂ SO ₄)	: US\$ 0,85/kg (www.alibaba.com, 2018)
Harga produk n-butyl oleat	: US\$ 4,2/kg (www.alibaba.com, 2018)

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi adalah 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2014. 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.

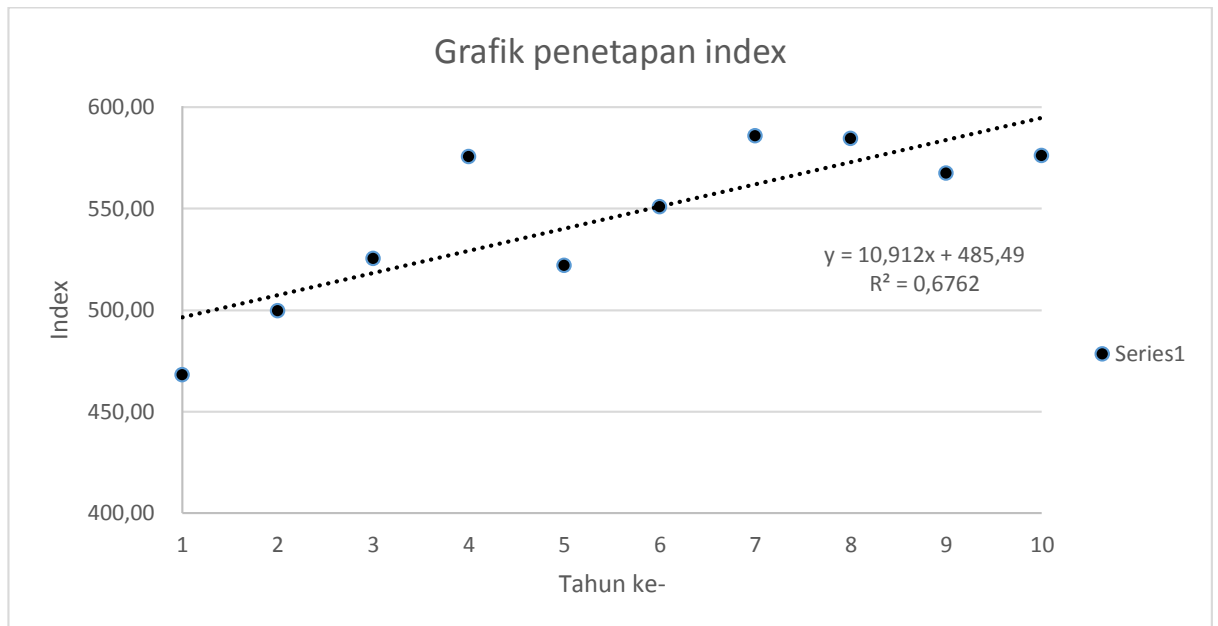
Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program *excel* dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 8.1 *Cost index chemical plant*

Tahun	Index
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,5
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6

(Peters, 2003 hal 238)

Dari table *cost index* tahun 1993-2002 diperoleh persamaan linear $y = 10,912x + 485,49$, maka dengan demikian dapat dicari *cost index* pada tahun 2018



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 2020 adalah :

Tahun ke	$x =$	18
	$y =$	$10,912x + 485,49$
	$=$	681,906

Tahun Evaluasi

$x =$	12
$y =$	$10,912x + 485,49$
$=$	616,434
$=$	576,1

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 2018

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 2014)

Nx : Index harga pada tahun 2018

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. *Percent Return On Investment (ROI)*

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

$$Prb = \frac{Pbxra}{If} \quad Pra = \frac{Praxra}{If}$$

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.

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

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*

F_a = fixed manufacturing cost

4. Shut Down Point (SDP)

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

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

8.2 Total Fixed Capital Investment

Tabel 8.2 *Total fixed capital investment*

FIXED CAPITAL INVESTMENT	Biaya
PEC	Rp 51.791.321.039,97
Instalasi	Rp 44.022.622.883,97
Pemipaan	Rp 26.015.409.239,15
Isolasi	Rp 3.637.367.344,71
Instrument	Rp 31.134.666.983,56
Listrik	Rp 15.627.207.851,37
Bangunan	Rp 3.868.000.000,00
Pengembangan	Rp 2.850.500.000,00
Tanah	Rp 3.868.000.000,00
Jumlah DC	Rp 182.815.095.342,7
Engineering & Supervision, 8% DC	Rp 14.625.207.627,42
Construction expenses, 10% DC	Rp 18.281.509.534,27
Contractor's fee, 2% - 8% DC	Rp 9.140.754.767,14
Jumlah IC	Rp 42.047.471.928,83
Jumlah FCI	Rp 224.862.567.271,6
Contingency, 8%	Rp 17.989.005.381,73
Start Up expenses, 8 - 10% FCI	Rp 17.989.005.381,73

8.3 Working Capital

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

terhadap total capital investment bervariasi untuk perusahaan yang berbeda, namun sebagian besar pabrik kimia menggunakan working capital awal sebesar 10 – 20 % dari total capital investment (Peters & Timmerhaus, 1991). Diambil modal kerja 15% Total Capital Investment

$$\text{WCI} = 15\% \text{ TCI}$$

$$\text{TCI} = \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$\begin{aligned}\text{TCI} &= \text{FCI} + 15\% \text{ TCI} \\ &= \text{Rp. } 224.862.567.271,56 + 15\% \text{ TCI}\end{aligned}$$

$$\text{TCI} = \text{Rp. } 264.244.196.790,08$$

Maka WCI

$$\begin{aligned}\text{WCI} &= 15\% \text{ TCI} \\ &= 15\% \times \text{Rp. } 264.244.196.790,08 \\ &= \text{Rp. } 39.681.629.518,51\end{aligned}$$

8.4 *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.

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

8.5 *General Expenses*

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

Tabel 8.3 Total Production Cost

TOTAL PRODUCTION COST	Biaya	
Direct Production Costs (DPC)		
Bahan Baku	Rp	132.782.898.037,40
Operating Labor	Rp	6.162.600.000,00
Supervisi	Rp	924.390.000,00
UPL	Rp	28.142.241.363,60
Maintanance & Repair	Rp	13.491.754.036,29
Operating Supplies	Rp	2.023.763.105,44
Laboratory charges	Rp	616.260.000
Royalti dan Patent	Rp	2.814.224.136
Total DPC	Rp	186.958.130.679,09
Fixed Chargers (FC)		
Depresiasi	Rp	22.486.256.727,16
Local taxes	Rp	6.183.720.599,97
Asuransi	Rp	2.248.625.672,72
Plant-overhead cost	Rp	28.142.241.363,60
Total FC	Rp	59.060.844.363,44
General Expenses		
Administrative cost	Rp	8.442.672.409,08
Distribution and Marketing Cost	Rp	28.142.241.363,60
Research and Development Cost	Rp	14.071.120.681,80
Finance	Rp	26.454.419.679,01
Total GE	Rp	77.110.454.133,49
Total Production Cost	Rp	323.129.429.176,02

8.6 Analisis Ekonomi

$$\begin{aligned}
 \text{Total cost} &= \text{manufacturing cost} + \text{general expenses} \\
 &= \text{Rp } 281.422.413.636
 \end{aligned}$$

Keuntungan :

Harga jual (Sa) = Rp 548.289.000.000

Total cost = Rp 281.422.413.636

Keuntungan sebelum pajak = Rp 225.159.570.824

Pajak 30% dari keuntungan = Rp 67.547.871.247

Keuntungan sesudah pajak = Rp 157.611.699.577

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*

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

$$Prb = \frac{225.159.570.824}{264.244.196.790,08} \times 100\% \\ = 85\%$$

Jadi ROI sebelum pajak = 85 %

$$Pra = \frac{67.547.871.247}{264.244.196.790,08} \times 100\% \\ = 60\%$$

Jadi ROI sesudah pajak = 60%

8.6.2 Pay Out Time (POT)

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

$$POT = \frac{224.862.567.271}{225.159.570.824 + (0,1 * 224.862.567.271)}$$

$$= 1 \text{ tahun}$$

Jadi POT sebelum pajak = 1 tahun

$$POT = \frac{224.862.567.271}{67.547.871.247 + (0,1 * 224.862.567.271)}$$

$$= 1,25 \text{ tahun}$$

Jadi POT sesudah pajak = 1,25 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)		
Depresiasi	Rp	22.486.256.727,2
Local		
taxes	Rp	6.183.720.599,97
Asuransi	Rp	2.248.625.672,72
Total	Rp	30.918.602.999,8

b. *Variable cost*

Tabel 8.7 *Variable cost*

Variabel Cost (Va)		
Bahan Baku	Rp	132.782.898.037
Utilitas	Rp	160.910.206.765
Royalti & patent	Rp	2.814.224.136
Total	Rp	296.507.328.938

c. *Regulated cost*

Tabel 8.8 *Regulated cost*

Regulated Cost (Ra)		
Operating Labor	Rp	6.162.600.000
Supervisi	Rp	924.390.000
Maintanance & Repair	Rp	13.491.754.036,3
Operating Supplies	Rp	2.023.763.105,44
Laboratory charges	Rp	616.260.000,00
Plant-overhead cost	Rp	28.142.241.364
General Expenses	Rp	77.110.454.133
Total	Rp	128.471.462.639

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

$$BEP = 42,92\%$$

8.6.4 *Shut Down Point (SDP)*

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

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

$$SDP = 23,81\%$$

8.6.5 Discounted Cash Flow (DCF)

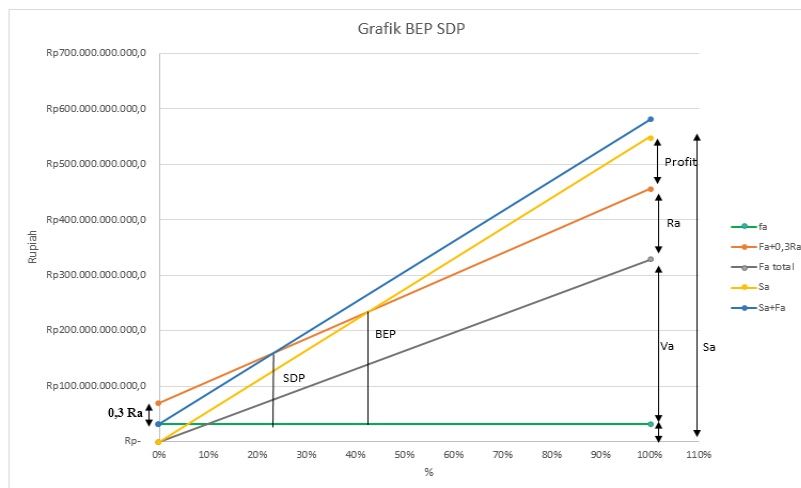
Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “Discounted Cash Flow” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana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

$$(FCI + WCI)(1 + i)^n = \{(1 + i)^{n-1}(1 + i)^{n-2} + \dots + 1\}CF + WCI + SV$$

Dimana :	CF = Annual cost	= Rp 180.097.956.304
	SV = Salvage value (harga tanah)	= Rp 22.486.256.727
	WCI = Working capital	= Rp 39.681.629.519
	FCI = Fixed capital	= Rp 224.862.567.272

Dengan *trial and error* diperoleh $i = 29,11\%$

Analisis kelayakan pada pabrik Butil oleat disajikan dalam gambar 8.2 sebagai berikut :



Gambar 8.1 Grafik BEP dan SDP

BAB IX

KESIMPULAN

1. Pabrik n-butyl oleat dengan proses esterifikasi fase cair dengan katalis asam sulfat kapasitas 9.000 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 225.159.570.824
	Laba sesudah pajak		Rp 67.547.871.247
2	ROI sebelum pajak	Minimum 11%	85,11%
	ROI sesudah pajak		59,58%
3	POT sebelum pajak	Maksimum 5 tahun	1 tahun
	POT sesudah pajak		1,25 tahun
4	BEP	40%-60%	42,92 %
5	SDP		23,81 %
6	DCF	1,5-2 kali bunga bank	33,48%

DAFTAR PUSTAKA**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 Willey & 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)
- Geankoplis, C, J., 1993, "Transport Process and Unit Operation" 3rd-ed, P T R Prentice-hall, Inc. A Simon & Schuster Company, USA.
- Kern, D.Q.,(1950). *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc.
- Levenspiel, O., 1999, "Chemical Reaction Engineering", 3rd-ed., pp. 94-96; 208-213, John Wiley & Sons, New York.
-

- 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 Chemichal Engineering. [Online] Available at: <http://www.Matche.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 Thermodinamics*, 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
-