

PRARANCANGAN PABRIK BIOAVTUR DARI CPO KAPASITAS 5.213.000 KILOLITER / TAHUN

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



Oleh :

**Nama : Nabilla Dytasya Ruswin
NIM : 18521003**

**Nama : Anugrah Adirizky
NIM : 18521129**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOAVTUR DARI CPO
KAPASITAS 5.213.000 KILOLITER / TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabilla Dytasya Ruswin
NIM : 18521003

Nama : Anugrah Adirizky
NIM : 18521129

Yogyakarta, 15 Juli 2022

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

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



Nabilla Dytasya Ruswin



Anugrah Adirizky

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOAVTUR DARI CPO DENGAN
KAPASITAS. 5.213.000 KILOLITER / TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Nabilla Dytasya Ruswin

Nama : Anugrah Adirizky

NIM : 18521003

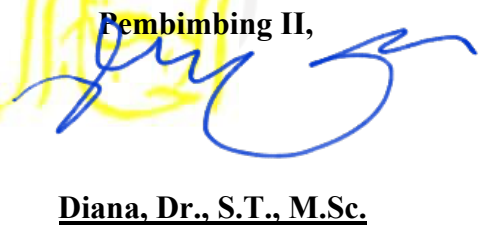
NIM : 18521129

Yogyakarta, 15 Juli 2022

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.


Diana, Dr., S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK BIOAVTUR DARI CPO DENGAN
KAPASITAS 5.213.000 KILOLITER/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Nabilla Dytasya Ruswin

Nama : Anugrah Adirizky

NIM : 18521003

NIM : 18521129

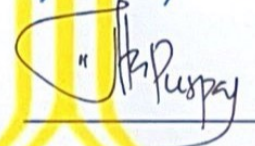
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 3 Agustus 2022

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
Ketua



Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.
Anggota I



Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng.
Anggota II



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “**PRA RANCANGAN PABRIK BIOAVTUR DARI CPO**”, disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapat selama kuliah, serta merupakan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena ini, melalui kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Karunia-Nya.
2. Ayahanda dan ibunda yang tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi selama mengenyam Pendidikan S1 Teknik Kimia di Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Suharno Rusdi, Ir., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini
5. Ibu Diana, Dr., S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Teman – teman Teknik Kimia 2018 yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doa.
7. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 15 Januari 2022

Penyusun.

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbil'alamin

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Ahmad Ruswin. dan Ibu Neneng Kurniati serta Abang saya Reza Eka Pramana yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar bisa membahagiakan suatu hari nanti, lembar persembahan ini tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan rasa terimakasih saya kepada ibu bapak.

Untuk partner saya Anugrah Adirizky sebagai partner perancangan pabrik saya ini dan sebagai partner penelitian yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terimakasih atas waktu, ilmu, semangat, dedikasi, kekompakan dan dukungan selama ini.

Semoga apa yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud dikemudian hari.

Aamiin

Terima kasih kepada Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Diana, Dr., S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahnya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam mengerjakan. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan diwaktu dan tempat yang terbaik.

Tiwi, dan Nisa sahabat saya, terima kasih telah memberikan dukungan dari jaman SMA hingga saat ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepan nya dan dapat dipertemukan kembali dalam keadaan yang paling baik.

Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Saya mengucapkan ribuan terima kasih.

Nabilla Dytasya Ruswin

Teknik Kimia UII 2018

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbil'alamin

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Aloy Sahid K.D. dan Ibu Yulia Prihastuti serta Adik saya Cita Auliah dan Anita Cahya Aulia yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar bisa membahagiakan suatu hari nanti, lembar persembahan ini tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan rasa terimakasih saya kepada ibu bapak.

Untuk partner saya Nabilla Dytasya Ruswin sebagai partner perancangan pabrik saya ini dan sebagai partner penelitian yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terimakasih atas waktu, ilmu, semangat, dedikasi, kekompakan dan dukungan

selama ini. Semoga apa yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud dikemudian hari. Aamiin

Terima kasih kepada Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Diana, Dr., S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahnya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam mengerjakan. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan diwaktu dan tempat yang terbaik.

Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Saya mengucapkan ribuan terima kasih.

Anugrah Adirizky

Teknik Kimia UII 2018

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN.....	xvii
ABSTRAK	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.3 Tinjauan Pustaka.....	7
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	10
BAB II	14
PERANCANGAN PRODUK.....	14
2.1 Spesifikasi Produk	14
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	14
2.3 Pengendalian Kualitas.....	15
BAB III.....	26
PERANCANGAN PROSES.....	26
3.1 Diagram Alir Proses dan Material	26
3.2 Uraian Proses	29
3.3 Spesifikasi Alat Utama	30
3.4 Spesifikasi Alat Pemisah.....	31
3.4 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan	37
3.5 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan.....	37

3.6 Spesifikasi Alat Penukar Panas.....	39
3.7 Neraca Massa.....	49
BAB IV	64
PERANCANGAN PABRIK.....	64
4.1 Lokasi Pabrik	64
4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	68
4.3 Tata Letak Mesin / Alat Proses (Machine Layout).....	74
4.4 Organisasi Perusahaan	76
BAB V.....	96
UTILITAS.....	96
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	96
5.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation system)	101
5.3 Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System).....	102
5.4 Unit Penyedia Udara Tekan	105
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	105
5.6 Unit Pengolahan Limbah.....	106
5.7 Spesifikasi Alat Utilitas.....	107
BAB VI	128
EVALUASI EKONOMI.....	128
6.1 Penaksiran Harga Peralatan	129
6.2 Dasar Perhitungan	133
6.3 Perhitungan Biaya.....	133
6.4 Analisa Kelayakan	135
6.5 Hasil Perhitungan.....	139
BAB VII.....	148
PENUTUP	148
7.1 Kesimpulan	148
7.2 Saran.....	149
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN.....	xviii

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Produksi Kelapa Sawit di Indonesia	5
Tabel 1. 2 Estimasi Ketersediaan Kelapa Sawit.....	5
Tabel 1. 3 Daftar Pabrik Penghasil Avtur yang Telah Berdiri	6
Tabel 1. 4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	11
Tabel 1. 5 Kinetika Reaksi	13
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk	14
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Baku	15
Tabel 2. 3 Identifikasi Hazard Bahan Kimia dala Proses	16
Tabel 3. 1 Kondisi Operasi MD(CD)-01	40
Tabel 3. 2 Mechanical Design MD(CD)-01.....	41
Tabel 3. 3 Kondisi Operasi MD(CD)-02	42
Tabel 3. 4 Mechanical Design MD(CD)-02.....	43
Tabel 3. 5 Kondisi Operasi MD(CD)-03	43
Tabel 3. 6 Mechanical Design MD(CD)-03.....	44
Tabel 3. 7 Kondisi Operasi CD-01.....	45
Tabel 3. 8 Mechanical Design CD-01.....	45
Tabel 3. 9 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	50
Tabel 3. 10 Neraca Massa Furnace (F-01).....	51
Tabel 3. 11 Neraca Massa Furnace (F-02).....	51
Tabel 3. 12 Neraca Massa Furnace (F-03).....	51
Tabel 3. 13 Neraca Massa Cooler (C-01).....	52
Tabel 3. 14 Neraca Massa Condensor Partial (CD-01).....	52
Tabel 3. 15 Neraca Massa Separator (SP-02)	53
Tabel 3. 16 Neraca Massa Dekanter (DC-01).....	54
Tabel 3. 17 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	55
Tabel 3. 18 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02)	56
Tabel 3. 19 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-03)	57
Tabel 3. 20 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	58
Tabel 3. 21 Neraca Panas Furnace (F-01).....	58
Tabel 3. 22 Neraca Panas Furnace (F-02).....	59
Tabel 3. 23 Neraca Panas Furnace (F-03).....	59
Tabel 3. 24 Neraca Panas Cooler (C-01)	59
Tabel 3. 25 Neraca Panas Condensor Partial (CD-01).....	60
Tabel 3. 26 Neraca Panas Separator (SP-01)	60
Tabel 3. 27 Neraca Panas Dekanter (DC-01).....	61
Tabel 3. 28 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01).....	62
Tabel 3. 29 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02).....	62
Tabel 3. 30 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-03)	63

Table 4. 1 Perincian Luas Tanah.....	72
Table 4. 2 Jadwal Shift Karyawan	88
Table 4. 3 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	90
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik	98
Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Air	100
Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam	101
Tabel 5. 4 Daya Alat Proses	102
Tabel 5. 5 Daya Alat Utilitas	103
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listik Pabrik	105
Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi	107
Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/ Sedimentasi	108
Tabel 5. 9 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi	109
Tabel 5. 10 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi	110
Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Flokulator/Bak Penggumpal	110
Tabel 5. 12 Spesifikasi Klarifier	112
Tabel 5. 13 Spesifikasi Saringan Pasir/Sand Filter	112
Tabel 5. 14 Spesifikasi Bak Penampung Sementara	113
Tabel 5. 15 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara	114
Tabel 5. 16 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara	115
Tabel 5. 17 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara	116
Tabel 5. 18 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara	117
Tabel 5. 19 Spesifikasi Cooling Tower (CT-01).....	117
Tabel 5. 20 Spesifikasi Tangki Penukar Kation.....	118
Tabel 5. 21 Spesifikasi Tangki Penukar Anion.....	119
Tabel 5. 22 Spesifikasi Tangki NaCl	119
Tabel 5. 23 Spesifikasi Tangki NaOH	120
Tabel 5. 24 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler	121
Tabel 5. 25 Spesifikasi Boiler (BO-01)	121
Tabel 5. 26 Spesifikasi Pompa Utilitas	122
Tabel 6. 1 Physical Plant Cost	139
Tabel 6. 2 Fixed Capital Investment	140
Tabel 6. 3 Direct Manufacturing Cost.....	140
Tabel 6. 4 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	140
Tabel 6. 5 Fixed Manufacturing Cost	141
Tabel 6. 6 Manufacturing Cost	141
Tabel 6. 7 Working Capital.....	141
Tabel 6. 8 General Expenses	142
Tabel 6. 9 Analisa Keuntungan.....	142
Tabel 6. 10 Annual Fixed Cost (Fa).....	144
Tabel 6. 11 Regulated Cost	144

Tabel 6. 12 Variable Cost	144
Tabel 6. 13 Sales Cost.....	145
Tabel 6. 14 Analisa Kelayakan	146



DAFTAR GAMBAR

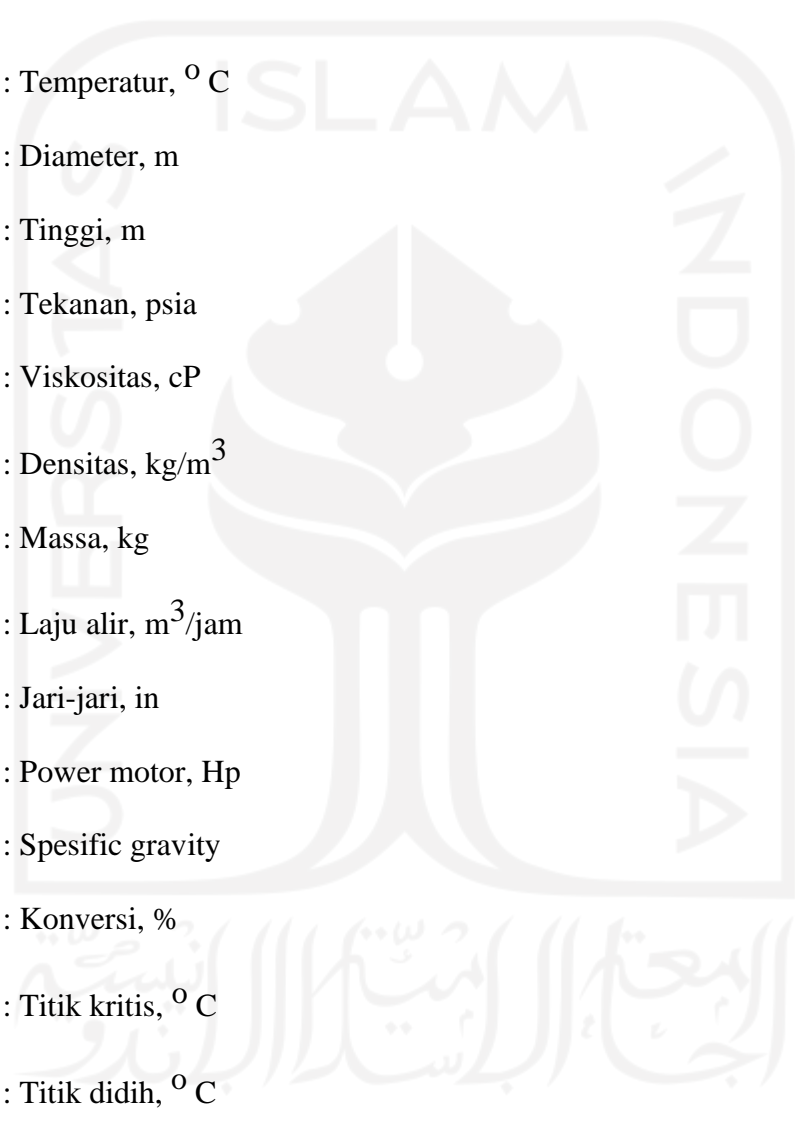
Gambar 1. 1 Proyeksi Data Ekspor Avtur (Sumber : Handbook Of Energy & Economic Statistic Of Indonesia)	2
Gambar 1. 2 Proyeksi Data Konsumsi Avtur (Sumber : Handbook Of Energy & Economic Statistic Of Indonesia)	3
Gambar 1. 3 Proyeksi Data Impor Avtur (Sumber : Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia)	4
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif	27
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif	28
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik	64
Gambar 4. 2 Tata Letak Area	73
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat.....	76
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi.....	79
Gambar 6. 1 grafik Break Event Point.....	147

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-1	Perancangan Reaktor
Lampiran-2	<i>Process Engineering Flow Diagram (PEFD)</i>
Lampiran-3	Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan Pabrik



DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN



T	: Temperatur, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
m	: Massa, kg
Fv	: Laju alir, m ³ /jam
r	: Jari-jari, in
HP	: Power motor, Hp
Sg	: Specific gravity
x	: Konversi, %
Tc	: Titik kritis, °C
Tb	: Titik didih, °C
Vs	: Volume shell, m ³
Vh	: Volume head, m ³
Vt	: Volume total, m ³
Dopt	: Diameter optimal, m

ID : Inside diameter, in

OD : Outside diameter, in

Re : Bilangan Reynold

ϵ : Effisiensi sambungan

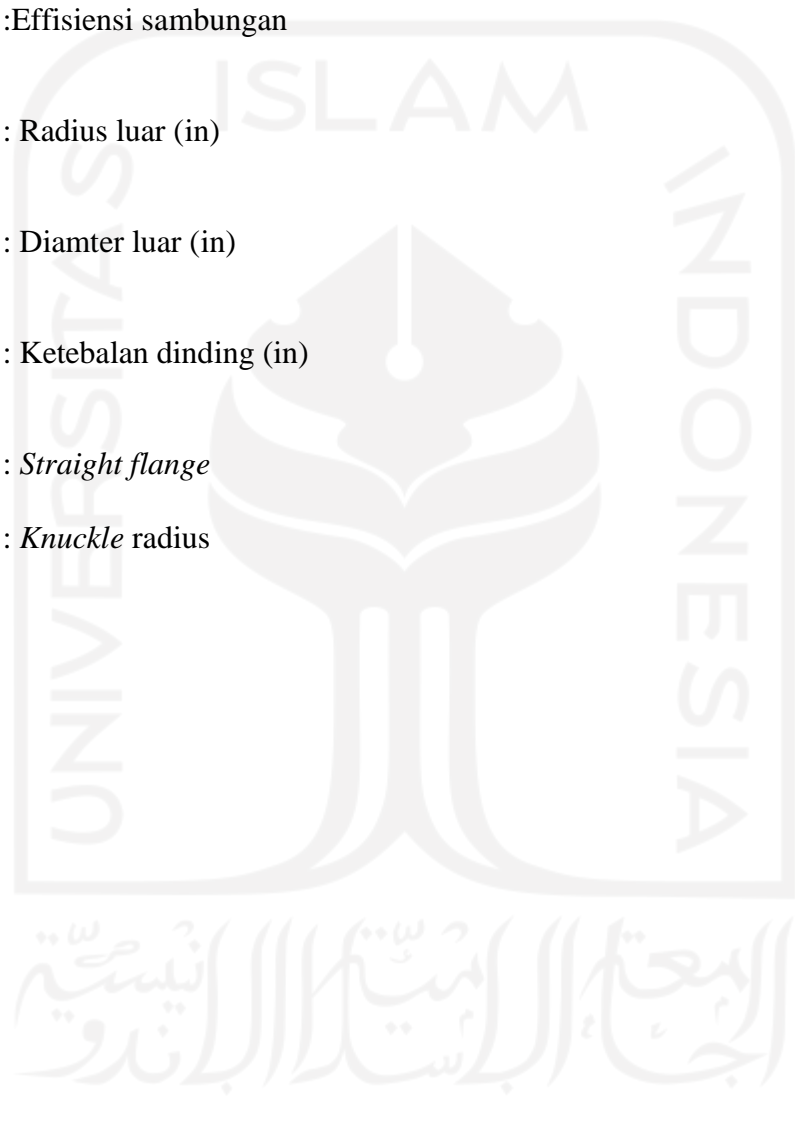
Ro : Radius luar (in)

D : Diamter luar (in)

ts : Ketebalan dinding (in)

sf : *Straight flange*

icr : *Knuckle radius*



ABSTRAK

Bioavtur merupakan bahan bakar nabati dalam industri penerbangan yang digunakan untuk menurunkan emisi karbon dunia. Peluang berkembangnya industri bioavtur di Indonesia cukup besar, mengingat kebutuhannya yang meningkat. Pabrik Bioavtur ini direncanakan akan dibangun di Dumai, Riau Indonesia dengan kapasitas 5.213.000 kiloliter/tahun yang beroperasi selama 330 hari. Metode pembuatan bioavtur yang digunakan pabrik ini adalah *Hydrocracking*. Reaksi ini bersifat eksotermis dan dijalankan dalam reaktor dengan jenis *Fixed Bed Reactor* (FBR), dengan kondisi operasi non-isothermal (400°C) dan tekanan 2,5 atm. Produk keluar reaktor selanjutnya dialirkan menuju menara distilasi untuk memisahkan produk utama dengan produk sampingnya kemudian dikemas lalu dipasarkan. Untuk mencapai kapasitas produksi 5.213.000 kiloliter/tahun dibutuhkan bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) sebesar 5.172.203.520 kg/tahun dan H_2 sebesar 121.223.520 kg/tahun. Utilitas yang dibutuhkan yaitu 1638252,96 kg/jam air pendingin, 134349,8044 kg/jam steam, 28918,69909 kg/jam bahan bakar, dan 819,195 kW listrik. Hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik bioavtur ini memiliki tingkat resiko rendah (*low risk*). Hasil Evaluasi ekonomi pabrik bioavtur ini menunjukkan modal tetap sebesar Rp.30.178.500.036.379, modal kerja sebesar Rp.8.952.687.717.960, dan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp.7.573.060.303.084 setelah pajak sebesar Rp.4.922.489.197.004, POT sebelum pajak sebesar 2,8 tahun, POT setelah pajak sebesar 3,8 tahun, BEP sebesar 43%, Shut Down Point (SDP) sebesar 20,3304%, dan Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) sebesar 19,77. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi ini, dapat disimpulkan bahwa pabrik bioavtur secara ekonomi layak untuk didirikan.

Kata Kunci : *Bioavtur, Crude Palm Oil, H_2 , Fixed Bed Reactor, Perancangan Pabrik*

ABSTRACT

Bioavtur is a biofuel in the aviation industry that is used to reduce global carbon emission emulsions. The opportunity for the development of the bioavtur industry in Indonesia is quite large, given the increasing demand. The bioavtur plant is planned to be built in Dumai, Riau Indonesia with a capacity of 5,213,000 kiloliters/year which operates for 330 days. The method of making biofuels used by this factory is Hydrocracking. This reaction is exothermic and is carried out in a Fixed Bed Reactor (FBR) reactor, with non-isothermal operating conditions (400oC) and a pressure of 2.5 atm. The product leaving the reactor is then transported to a distillation tower to separate the main product from by-products and then packaged and marketed. To achieve a production capacity of 5,213,000 kiloliters/year, Crude Palm Oil (CPO) of 5,172,203,520 kg/year and H₂ of 121,223 are needed. .520 kg/year. The utilities required are 1638252,96 kg/hour cooling water, 134349,8044 kg/hour steam, 28918,69909 kg/hour fuel, and 819,195 kW electricity. The results of the analysis show that this bioavtur factory has a low risk level. Hasi. The economic evaluation of this bioavtur factory shows that the fixed capital is Rp. 30,178,500,036,379, working capital is Rp. 8,952,687,717,960, and the profit before tax is Rp.7,573,060,303,084 after tax of Rp.4,922,489,197,004 , POT before tax is 2.8 years, POT after tax is 3.8 years, BEP is 43%, Shut Down Point (SDP) is 20.3304%, and Discounted Cah Flow Rate of Return (DCFRR) is 19.77 . Based on the results of this economic evaluation, it can be concluded that the bioavtur plant is economically feasible to establish.

Keywords : *Bioavtur, Crude Palm Oil, H₂, Fixed Bed Reactor, Factory Design*

BAB I

PENDAHULUAN

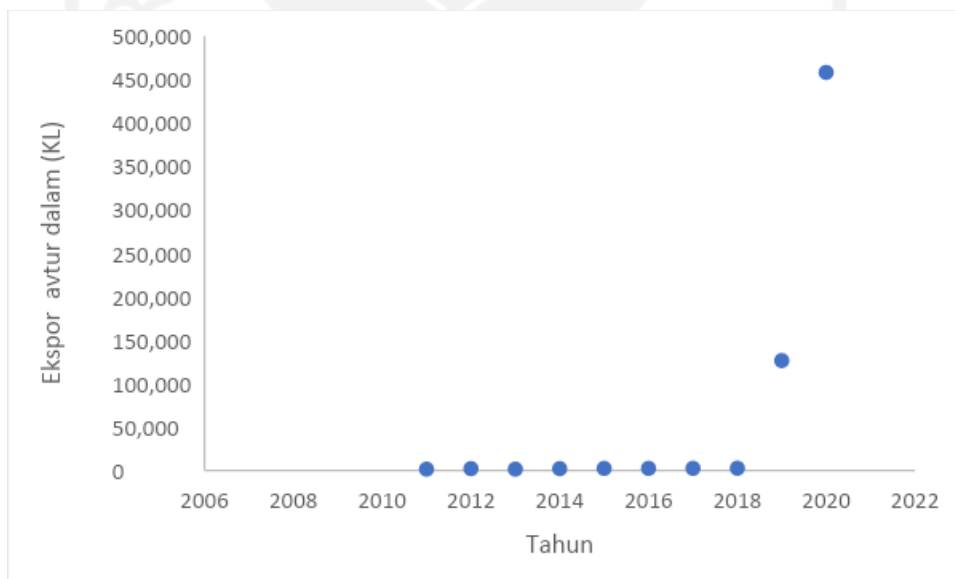
1.1 Latar Belakang

Industri Penerbangan saat ini telah mulai menggunakan Bioavtur sebagai bahan bakar pesawat. Berdasarkan peraturan menteri ESDM Nomor 12 tahun 2015 terdapat kewajiban untuk melakukan pencampuran bahan bakar nabati dalam bahan bakar jenis avtur. Tujuan digunakannya bahan bakar nabati ini adalah untuk mengurangi emisi karbon di sektor penerbangan. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan kemajuan sektor industri menuntut semua negara mengembangkan sektor industrialisasi. Penggunaan *biofuel* sebagai bahan bakar penerbangan (*bioavtur*) masa depan berpotensi memiliki keberlanjutan yang baik (*sustainable*). Produksi Bioavtur ini juga diharapkan dapat meningkatkan kontribusi Biofuel untuk sektor transportasi udara. Di Indonesia sendiri digunakan bahan bakar nabati berbasis minyak kelapa sawit.

Saat ini Indonesia menjadi produsen terbesar kelapa sawit yang menguasai pasar sawit dunia. Minyak sawit (CPO) digunakan karena Indonesia merupakan produsen CPO terbesar di dunia, sementara pemanfaatannya di dalam negeri baru mencapai 45%. Pengolahan minyak kelapa sawit menjadi avtur diharapkan dapat mengurangi jumlah impor avtur.

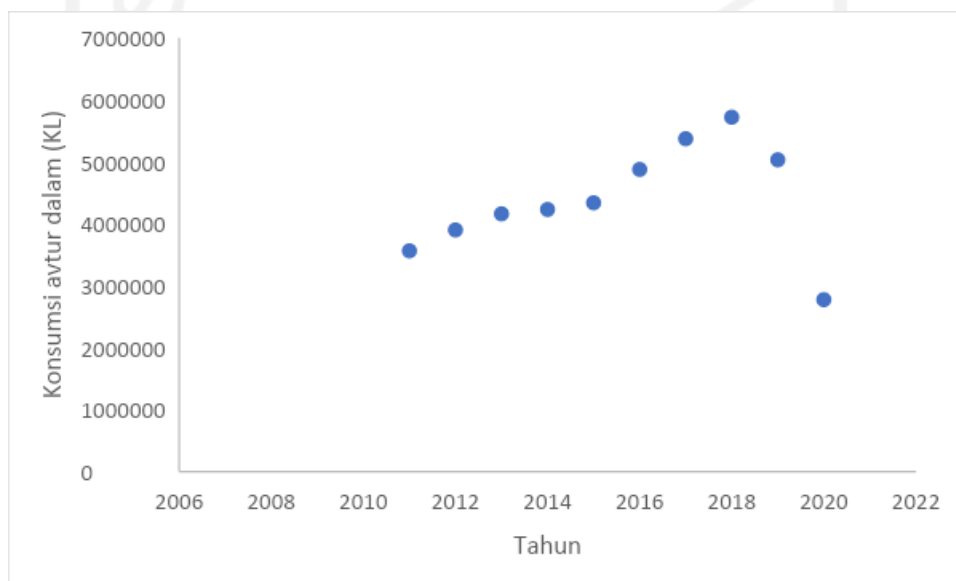
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Data ekspor avtur di Indonesia ditunjukkan pada Gambar 1.1. Dari Gambar 1.2 dapat dilihat bahwa terdapat kenaikan ekspor avtur dari tahun 2019 hingga tahun 2020. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi avtur di dunia juga mengalami peningkatan. Data pabrik yang memproduksi avtur di Indonesia ditunjukkan pada Gambar 1.1



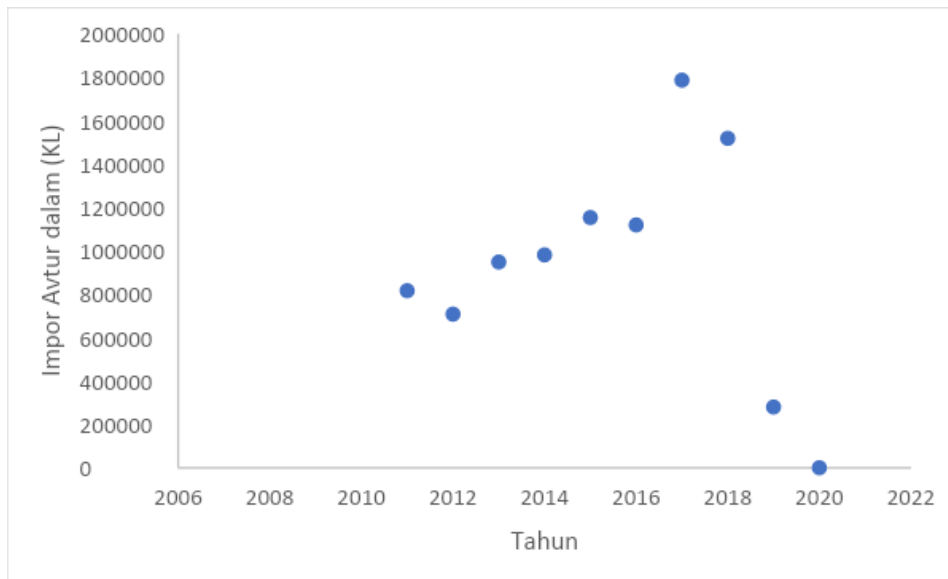
Gambar 1. 1 Proyeksi Data Ekspor Avtur (Sumber : *Handbook Of Energy & Economic Statistic Of Indonesia*)

Data Konsumsi ditunjukkan Gambar 1.2 dapat dilihat dari Gambar 1.2 bahwa terjadi peningkatan konsumsi avtur di Indonesia pada tahun 2011 hingga tahun 2018 dan terjadi penurunan konsumsi avtur pada tahun 2019 hingga tahun 2020.



Gambar 1. 2 Proyeksi Data Konsumsi Avtur (Sumber : *Handbook Of Energy & Economic Statistic Of Indonesia*)

Data Impor ditunjukkan Gambar 1.3 dapat dilihat dari Gambar 1.3 bahwa terjadi peningkatan dan penurunan disepanjang tahun 2011 hingga tahun 2022, Menurut peraturan pemerintah, tidak ada impor avtur untuk kedepannya sehingga impor dianggap nol.



Gambar 1. 3 Proyeksi Data Impor Avtur (Sumber : *Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia*)

Kapasitas perancangan pabrik bioavtur ditentukan berdasarkan proyeksi data ekspor, impor, dan konsumsi dengan mempertimbangkan kapasitas minimal dari pabrik bioavtur di Indonesia. Dengan melihat data impor dan pabrik di Indonesia seperti di atas, jika pabrik direncanakan pada tahun 2025 perkiraan kapasitas dapat dihitung dengan persamaan garis linear berikut ini :

$$\text{Kapasitas} = (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Kapasitas yang sudah ada} + \text{Impor})$$

$$\text{Kapasitas} = (5068158 + 439185,4) - (29444,5 + 0)$$

$$\text{Kapasitas} = (5507343,4 - 29444,5) \text{ kiloliter/tahun}$$

$$\text{Kapasitas} = 5212898,9 \text{ kiloliter/tahun} \approx 5213000 \text{ kiloliter/tahun}$$

Data Ketersediaan *Crude Palm Oil* di Indonesia :

Tabel 1. 1 Produksi Kelapa Sawit di Indonesia

Tahun	Jumlah (KL)
2017	37965224
2018	42883631
2019	47120247
2020	48297070
2021	49710345

Sumber : Direktorat Jenderal Perkebunan

Dengan % Pertumbuhan 9,88%

Tabel 1. 2 Estimasi Ketersediaan Kelapa Sawit

Tahun	Jumlah (KL)
2021	53068820,52
2022	52628141,32
2023	52191121,5
2024	51757730,65
2025	51327938,64

Dari data di atas, estimasi ketersediaan kelapa sawit yang ada di Indonesia pada tahun 2025 adalah 51.327.938,64. Untuk kapasitas yang telah ditetapkan

berdasarkan perhitungan, maka kebutuhan CPO yang diperlukan adalah sekitar 8.943.215 ton atau 17,4 % dari ketersediaan CPO yang ada pada tahun 2025. Maka masih memungkinkan untuk digunakan pada produksi bioavtur.

Dengan demikian berdasarkan perhitungan kapasitas dengan melihat data ekspor, impor dan konsumsi avtur serta produksi CPO di Indonesia, maka ditetapkan kapasitas prarancangan pabrik bioavtur dari CPO yang akan didirikan sebesar 5213000 kiloliter/tahun.

Tabel 1. 3 Daftar Pabrik Penghasil Avtur yang Telah Berdiri

No	Nama Perusahaan	Kapasitas (kL/Tahun)
1	<i>British Petroleum</i>	24983717,88
2	<i>Chevron</i>	23848094.239
3	<i>Shell</i>	335256508.81
5	Pertamina	294444,5

Sumber : bp.com, Chveron.com, Shell.com, dan Pertamina.com

Berdasarkan jumlah produksi avtur dari beberapa pabrik yang ada di dunia maupun di Indonesia, kapasitas perancangan pabrik bioavtur yang telah di rancang, yaitu 5.213.000 kL/tahun, masih berada di kisaran kapasitas dari pabrik – pabrik yang telah berdiri .

Pada saat ini belum ada pabrik bioavtur yang berdiri di Indonesia, namun harapannya dimasa depan produk bioavtur dapat bersaing di pasar avtur konvensional.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Crude Palm Oil (CPO)

Kelapa sawit merupakan sumber bahan baku EBT yang dinilai paling siap dan memiliki sejumlah keunggulan sebagai pengganti peran energi fosil ke depannya, khususnya minyak nabati kelapa sawit yang paling produktif untuk dimanfaatkan. Satu hektare tanaman kelapa sawit mampu menghasilkan 3,5 ton minyak nabati (GAPKI, 2019).

Dengan proses *hydroprocessing* menggunakan katalis mampu mengubah ikatan senyawa trigliserida dalam minyak nabati menjadi senyawa hidrokarbon rantai parafinik lurus yang menyerupai struktur senyawa hidrokarbon dalam minyak solar.

1.3.2 Bioavtur

Avtur umumnya digunakan sebagai bahan bakar penerbangan dengan Hidrokarbon Paraffin C10 - C14 sebagai komponen utama. Bioavtur dari *Crude Palm Oil* (CPO) dapat menjadi alternatif hijau dalam mengatasi kekurangan avtur lokal di pasar. CPO diproses melalui dekarboksilasi trigliserida dan proses

pemecahan katalitik. Bioavtur yang diproses memiliki spesifikasi kerapatan, berat jenis, senyawa hidrokarbon, dan titik beku yang cocok dengan Avtur di pasaran. Bahan bakar bioavtur mewakili bahan bakar yang dihasilkan dari sumber daya hayati dan dapat digunakan di mesin penerbangan saat ini. Dibandingkan dengan bahan bakar fosil penerbangan, bahan bakar bioavtur memiliki keunggulan seperti: pengurangan emisi gas rumah kaca, sumber daya terbarukan, kompatibel dengan bahan bakar konvensional, pembakaran yang berkelanjutan dan bersih. Untuk mempertahankan fungsi kendaraan penerbangan, sifat-sifat avtur harus memenuhi spesifikasi.

1.3.3 Macam-Macam Proses Pembuatan Bioavtur

Ada banyak metode dalam memproduksi bahan bakar bioavtur dari berbagai sumber, yaitu bahan bakar *alcohol-to-jet* (ATJ), bahan bakar *oil-to-jet* (OTJ), bahan bakar *gas-to-jet* (GTJ), dan bahan bakar *sugar-to-jet* (STJ).

1. *Alcohol to Jet (ATJ)*

Proses ATJ merupakan salah satu sintesa bioavtur berbasis selulosa dan gula menggunakan proses fermentasi. Selulosa dan gula tersebut dikonversi menjadi grup alkohol (C₁-C₆) dengan bantuan mikrobial, yeast, atau bakteri pada suhu 30 °C tekanan atmosfer selama 14 jam dengan yield 70%. Produk fermentasi mengalami reaksi dehidrasi pada fixed bed tubular reactor dengan bantuan γ -alumina pada suhu 310 °C menghasilkan n-alkena. Produk n-alkena dialirkan ke

fixed bed continuous flow katalis β zeolite CP 814C pada suhu 140 – 180 °C tekanan atmosfer. Keluaran reaktor oligomerisasi mengalami tahapan reaksi yang terakhir yaitu reaksi hidrogenasi pada suhu 150 °C tekanan 1.013,25 kPa dengan katalis Pd/alumina.(Gruber, 2012)

2. *Gas-to-jet*

Bahan bakar *gas-to-jet* melibatkan gasifikasi biomassa untuk menghasilkan *syngas*, yang diubah menjadi hidrokarbon parafin dan olefin oleh jalur produksi Fischer-Tropsch (FT) dan, selanjutnya, dihidroproses untuk menghasilkan FT-SPK. FT-SPK/A juga dapat diproduksi oleh platform *gas-to-jet* tetapi dengan penambahan alkilasi dan *bio-based aromatic*.

3. *Oil-to-jet*

Salah satu proses pembuatan bio avtur adalah menggunakan metode *Hydroprocessed Esters and Fatty Acids*. Pada proses *Hydroprocessed Esters and Fatty Acids HEFA*, bahan baku biomassa seperti alga, jatropha, atau carmelina diekstrak kandungan minyak didalamnya. Minyak hasil ekstraksi tersebut mengalami proses degumming dan bleaching sebagai tahap penyiapan bahan baku. Proses HEFA (Proses UOP) terdiri dari dua tahap reaksi yaitu reaksi *hydrotreating dan isomerization / selective hydrocracking* yang sering disebut sebagai proses hydroprossesing. Trigliserida dan gas hidrogen direaksikan pada tekanan 1.379 – 13.790 kPa temperatur 150 – 454 °C menggunakan katalis NiMo/Al₂O₃ (McCall, 2011).

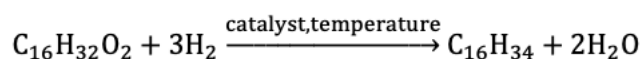
Saat ini, satu-satunya metode yang telah digunakan untuk komersial OTJ. Telah ada uji terbang yang berhasil menggunakan minyak tanah parafin bio-sintetik atau dikenal sebagai Bio-SPK yang berasal dari metode ini. metode OTJ melibatkan serangkaian reaksi: hidrogenasi, pembelahan propana, hydrotreating, hydrocracking, dan hidroisomerisasi (Wang et al., 2016). Selain itu, bahan bakar bio-jet dari metode OTJ memiliki sifat pembakaran yang lebih bersih karena memiliki angka *cetane* yang tinggi dan kandungan sulfur yang rendah.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan reaksi berlangsung secara spontan atau tidak, serta arah reaksi (*reversible/irreversible*). Penentuan sifat reaksi eksotermis atau endotermis dapat ditentukan dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada $P = 2,5 \text{ atm}$ dan $T = 673,15 \text{ K}$.

Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut :



Ditinjau dari segi termodinamika dengan harga-harga ΔH_f° , masing-masing komponen pada suhu 25 oC (298 K) dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1. 4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

Senyawa	ΔH
CPO	-801,09961
3H ₂	0
Bioavtur	-440,30255
H ₂ O	-245,40695

(Yaws, Carl L., 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta H^{\circ}_r &= \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan} \\
 &= (\Delta H^{\circ}_f \text{ Bioavtur} + \Delta H^{\circ}_f \text{ 2H}_2\text{O}) - (\Delta H^{\circ}_f \text{ 3H}_2 + \Delta H^{\circ}_f \text{ CPO}) \\
 &= -440,30255 + 2(-245,40695) - (3(0) + (-801,09961)) \\
 &= -130,01684 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa reaksi *hydrotreating palm oil* menjadi bioavtur adalah reaksi eksotermis atau menghasilkan panas karena bernilai (-), sehingga perlu dilakukan pengendalian panas agar tidak terjadi *overheat*.

Perhitungan energi bebas gibbs (ΔG°_f) digunakan untuk menebak arah reaksi kimia cenderung spontan atau tidak. Jika ΔG°_f bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar yang cukup besar. Sedangkan ΔG°_f bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi. Untuk mengetahui reaksi bersifat *reversible* atau

irreversible dapat ditentukan dengan menghitung energi bebas gibbs (ΔG°_f) reaksi pada suhu 673,15 K :

Senyawa	ΔG
CPO	512,556983
H ₂	0
Bioavtur	-1507,9429
H ₂ O	-205,02153

(Yaws, Carl L., 1999)

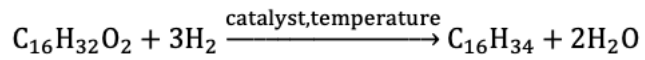
$$\begin{aligned}
 \Delta G^\circ_f &= \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \Delta G^\circ_f \text{ reaktan} \\
 &= (\Delta G^\circ_f \text{ Bioavtur} + \Delta G^\circ_f 2\text{H}_2\text{O}) - (\Delta G^\circ_f 3\text{H}_2 + \Delta G^\circ_f \text{ CPO}) \\
 &= (-1507,9429 + 2(-205,02153)) - (3(0) + 512,556983) \\
 &= -2225,5215 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Penentuan arah dari reaksi *hydrotreating palm oil* menjadi bioavtur menggunakan ΔG°_f pada suhu 673,15 K bernilai negatif (-) yang berarti bahwa reaksi bersifat spontan.

1.4.2 Kinetika Reaksi

Reaksi yang digunakan pada pembuatan adalah reaksi Hydrotreating

Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut :



Katalis yang digunakan adalah NiAg/SAPO-11 (25 wt% Ni, Ni/ Ag) dan dilakukan mengikuti kaidah laju reaksi orde 1. Didapatkan nilai k sebagai berikut :

Tabel 1. 5 Kinetika Reaksi

T	k	ln k	1/T	k regresi
553	0,1118	-2,1910437	0,00180832	0,10966713
563	0,1713	-1,7643389	0,0017762	0,17818761
573	0,2904	-1,236496	0,0017452	0,28465626

(J S Sabarman., 2019)

Diperoleh dari perhitungan hasil regresi :

Intersept = 25,117

Slope = -15.112

Harga A = 8,0942E+10

Maka didapat persamaan konstanta kecepatan reaksi sebagai berikut:

$$k = 8,0942\text{E}+10 e^{-125641,168/\text{RT}}$$

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk

Spesifikasi	Bahan		
	Bio Avtur	Bio Diesel	Nafta
Wujud	Liquid	Liquid	Solid
Rumus Molekul	$C_{16}H_{34}$	-	-
Berat Molekul, kg/mol	256	226	170
Titik didih °C	150 - 300	315	218
Densitas (g/cm ³)	775	815 - 880	741
Titik leleh °C	-	30,2	80,2
Spesifik Gravity, pada 25°C	-	0,87	-

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Untuk memilih kualitas produk yang sesuai dengan permintaan pasar, variabel yang harus dipenuhi meliputi spesifikasi bahan baku, spesifikasi produk, dan pengendalian kualitas.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi	Bahan				
	Hidrogen	CPO			
		Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic
Wujud	Gas	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid
Rumus Molekul	H ₂	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	C ₁₈ H ₃₂ O ₂
Berat Molekul, kg/mol	2	0,25642	0.24848	0,28246	0,28045
Titik didih °C	-252,8	271,5	350	194 - 195	230
Densitas (g/cm ³)	0,08342	0,852		0,89	0,903
Titik leleh °C	-259,15	61 - 62,5	69,4	13 - 14	-5
Spesifik Gravity, pada 25°C	0,0696	-	0,9408	-	-
Temperatur Kritis, °C	-240,15	-	-	-	-

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas atau pengendalian mutu adalah kegiatan terpadu mulai dari pengendalian standar mutu bahan, standar proses pengolahan bahan, barang pada masing – masing bahan dan produk. Identifikasi hazard bahan dalam proses dan pengelolaannya dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2. 3 Identifikasi Hazard Bahan Kimia dala Proses

Identifikasi Hazard Bahan Kimia dalam Proses									
Komen	Hazard							Keterangan	Pengelolaan
	Explosive	Flammable	Toxic	Corrosive	Irritant	Oxidizing	Radioactive		

Bahan baku

Hidrogen									Gunakan hanya dengan ventilasi yang memadai. Gunakan
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	---

	√	√		√	<p>Autoignition selengkap</p> <p>Point: proses, ventilasi</p> <p>500-671 °C. pembuangan</p> <p>Lower lokal atau</p> <p>explosive: kontrol teknik</p> <p>4%. lainnya untuk</p> <p>Upper menjaga paparan</p> <p>explosive: pekerja terhadap</p> <p>76%. kontaminan</p> <p>udara di bawah</p> <p>batas yang</p> <p>direkomendasika</p> <p>n atau undang-</p> <p>undang. Kontrol</p>
--	---	---	--	---	--

						<p>teknik juga perlu menjaga konsentrasi gas, uap atau debu di bawah batas ledakan yang lebih rendah. Gunakan peralatan ventilasi tahan ledakan.</p>
--	--	--	--	--	--	--

CPO								Flash Point : Above 200 °C	Simpan di tempat sejuk, kering, dan berventilasi baik, jauh dari sinar matahari langsung
------------	--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------	--

Produk

Bioavtur	√								Simpan di tempat kering yang sejuk, hindari suhu tinggi. Kenakan pakaian pelindung untuk meminimalkan kontak kulit.
-----------------	---	--	--	--	--	--	--	--	---

Biodiesel	✓						<p>Hindari kontak dengan kulit, mata atau pakaian. Jangan makan, minum atau merokok saat menggunakan produk.</p> <p>Cuci tangan, lengan dan wajah secara menyeluruh setelah menangani produk kimia ini; sebelum</p>
Nafta							

CO2	✓									<p>makan, merokok dan menggunakan toilet dan pada akhir waktu kerja.</p> <p>Makan, minum, dan merokok harus dilarang di area di mana bahan ini berada ditangani, disimpan, dan diproses. Pekerja harus mencuci tangan dan muka sebelum makan, minum dan merokok. Lepaskan pakaian dan</p>
-----	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---

									peralatan pelindung yang terkontaminasi sebelum memasuki area makan. Lihat juga Bagian 8 untuk informasi tambahan tentang kebersihan Pengukuran.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian mutu kualitas bahan baku perlu dilakukan untuk memastikan bahwa proses yang terjadi akan menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi. Pengendalian kualitas bahan baku umumnya dapat ditinjau dari spesifikasi bahan baku yang digunakan dan analisis resiko saat bahan bereaksi. Sebelum dilakukan proses produksi bahan baku, bahan baku propilen serta bahan-bahan pembantu perlu dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan secara 2 metode yakni kualitatif dan kuantitatif. Kegiatan ini bertujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian kualitas pada proses produksi bertujuan untuk menjaga produk yang dihasilkan. Pengendalian ini sudah harus dilakukan dari mulai bahan baku sampai menjadi produk. Pengawasan bukan hanya dilakukan dilaboratorium tetapi juga di alat control. Pengawasan dan pengendalian terhadap jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang terdapat pada *control room* atau ruang pengawasan, pengawasan dilakukan secara *automatic control* dengan menggunakan indikator. Apabila sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya menyala, maka itu merupakan tanda terjadinya penyimpangan pada indicator yang telah di tetapkan dan di atur baik dari *flow rate* bahan baku atau

produk, *level control*, dan *temperature control*.

Pengawasan yang dikontrol oleh alat ini berupa pengontrolan atau pengawasan terhadap kondisi operasi baik dari segi temperatur maupun tekanan. Alat control yang harus di atur pada kondisi tertentu yaitu antara lain:

a. *Level Control*

Level control adalah alat kontrol yang di pasang pada bagian atas tangki. Apabila belum sesuai dengan kondisi operasi yang di tetapkan maka tanda atau isyarat berupa suara atau lampu akan menyala dan berbunyi.

b. *Flow control*

Flow control adalah alat kontrol yang dipasang pada aliran masuk bahan baku, dan aliran keluar proses.

c. *Temperature control*

Temperature control adalah alat kontrol yang dipasang didalam setiap alat proses yang digunakan. Apabila belum sesuai dengan kondisi operasi yang di tetapkan maka tanda atau isyarat berupa suara atau lampu akan menyala dan berbunyi.

Apabila pengendalian proses dilakukan suatu kerja pada satu harga tertentu supaya produk yang dihasilkan sesuai dan memenuhi standar, maka

pengendalian mutu dilakukan untuk dapat mengetahui bahan baku atau produk sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah di tentukan. Pengawasan dan pengendalian produksi dilakukan setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dilakukan. Pengawasan ini dilakukan demi kelancaran proses dengan baik.

Kegiatan berjalannya proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk dengan mutu dan kualitas yang sesuai dengan standar, serta jumlah produksi sesuai dengan rencana pada waktu yang tepat sesuai dengan jadwal.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas pada produk diperlukan untuk menjaga mutu standard dari produk itu sendiri. Upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan produk yang berkualitas yaitu dengan cara menjaga mutu dari bahan baku, pengawasan serta pengendalian terhadap proses dengan cara mengadakan sistem kontrol.

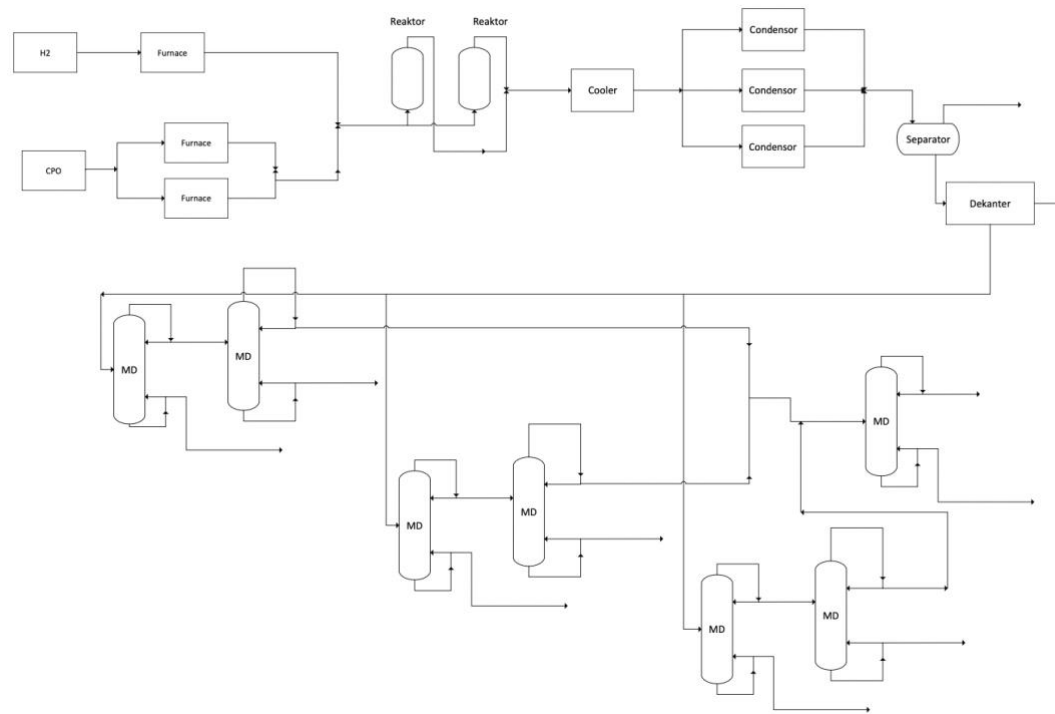
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif

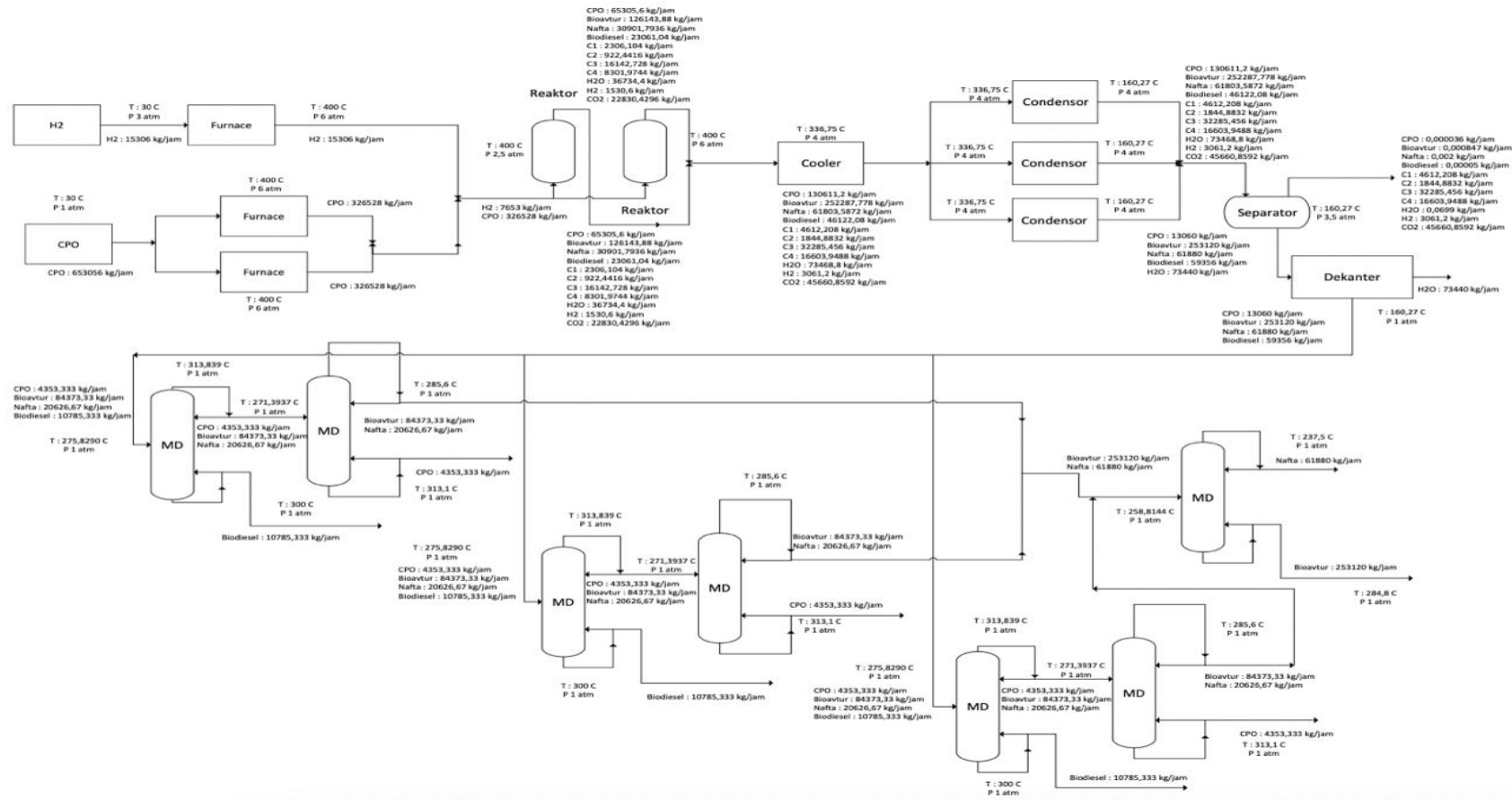




Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif



3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitaif

3.2 Uraian Proses

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah minyak sawit mentah. Komposisi utama minyak sawit mentah dan produk hidro-proses ditunjukkan pada Tabel 2. Sebelum percobaan hidro-proses, minyak sawit mentah dipanaskan hingga suhu 70 °C untuk meningkatkan fluiditasnya. Katalis yang digunakan untuk hidro-proses adalah NiAg/SAPO-11 (25 wt% Ni, Ni/Ag rasio molar = 44 yang dibuat melalui metode impregnasi basah Pendukung SAPO-11 komersial (SAPO-11, (SiO₂)_{0.6}(Al₂O₃)₁(P₂O₅)₁, 40,0 g, rasio molar Si/Al = 0,3 dibasahi dengan larutan yang mengandung campuran Ni (NO₃)₂·6H₂O (nikel(II) nitrat heksahidrat, 66,35 g), garam AgNO₃ (perak nitrat, 0,28 g) dan air deionisasi (40 ml) Suspensi pencampur dan lempung diaduk secara homogen selama 8 jam pada suhu kamar. katalis dikeringkan pada suhu 180 °C selama 8 jam dalam oven.

Kemudian padatan kering dikalsinasi pada suhu 500 °C selama 5 jam di udara untuk menghilangkan pelarut ionik. Kehilangan berat sekitar 35% setelah kalsinasi dan warnanya berubah dari hijau muda menjadi abu-abu. Katalis yang dikalsinasi direduksi pada 400 °C dan 900 psi selama tiga jam. Setelah reduksi, warna katalis menjadi hitam. Luas permukaan, ukuran pori dan volume pori rata-rata katalis NiAg/SAPO-11 masing-masing adalah 42,7 m²g⁻¹, 11,6 nm dan 0,152 cm³g⁻¹.

Sebelum proses dimulai, tes kebocoran dilakukan untuk memastikan tidak ada kebocoran sistem. Nitrogen digunakan untuk membersihkan sistem untuk menghilangkan kandungan oksigen dalam sistem. Minyak sawit mentah pertama

kali dihidro-proses menjadi produk alkana kisaran diesel pada suhu 400 °C, tekanan 2,5 atm, rasio molar hidrogen-ke-minyak 13,6 dan berat umpan yang mengalir per satuan berat katalis per jam (WHSV) adalah 4h⁻¹.

Untuk pemrosesan lebih lanjut alkana hidroproses menjadi produk bahan bakar jet, reaktor dipanaskan hingga 400 °C dan hidrogen dialirkan dengan laju 50 sccm selama dua jam untuk mereduksi dan mengaktifkan katalis. Setelah ini, suhu, tekanan dan laju alir hidrogen disesuaikan dengan kondisi reaksi. Bahan baku kemudian di alirkan ke dalam reaktor melalui pompa bertekanan tinggi. Produk, setelah kondensasi dan pemisahan gas-cair, produk gas dan cair dikumpulkan untuk analisis lebih lanjut.

3.3 Spesifikasi Alat Utama

1. Spesifikasi Reaktor (R-01)

Spesifikasi umum

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi deoksigenasi <i>Palmitic Acid</i>
Jenis/Tipe	: <i>Fixed Bed Reactor</i>
Mode Operasi	: <i>Continue</i>
Jumlah	: 2

Kondisi Operasi

Suhu	: 400 °C
Tekanan, atm	: 2,5 atm
Kondisi Proses	: Adiabatik, Non isothermal

Konstruksi dan Material

Bahan konstruksi	: <i>Low Alloy Steel SA-213, Grade T22, 2¼ Cr-1 Mo</i>
Diameter (ID) <i>shell</i> , m	: 4,2615 m
Tebal <i>shell</i> , in	: 4/16 in
Tinggi total, m	: 11,3902 m
Jenis <i>head</i>	: <i>Low Alloy Steel SA-213, Grade T22, 2¼ Cr-1 Mo</i>

3.4 Spesifikasi Alat Pemisah

1. Menara Distilasi

Nama dan kode	: MD-01
Fungsi	: Memisahkan Biodiesel dengan distilatnya
Jenis	: Multicomponent Distillation
Tipe	: TRAY TYPE DISTILLATION COLUMNS

Material : Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316

Kondisi operasi

a. Umpan : $P = 0,8823 \text{ atm}$, $T = 275,829 \text{ }^\circ\text{C}$

b. Distilat : $P = 0,8823 \text{ atm}$, $T = 271,7538 \text{ }^\circ\text{C}$

c. Bottom : $P = 0,8823 \text{ atm}$, $T = 300,0647 \text{ }^\circ\text{C}$

Spesifikasi

Shell

a. Diameter : 2,1107 m

b. Tinggi : 20,9634 m

c. Tebal : 0,25 in

d. Material : Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316

Head

a. Jenis : *Standard dish head*

b. Tebal : 0,3125 in

c. Material : Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316

Untuk tipe tray

a. Jenis tray (sieve, valve, bubble-cap, dll)

b. Jumlah plate actual : 25 buah

c. Diameter hole : 0,005 m

d. Tray spacing : 0,45 m

e. Jumlah lubang : 13542,8428 buah

Jumlah : 3

2. Menara Distilasi

Nama dan kode	: MD-02
Fungsi	: Memisahkan Biodiesel dengan distilatnya
Jenis	: Multicomponent Distillation
Tipe	: TRAYTYPE DISTILLATION COLUMNS
Material	: Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316
Kondisi operasi	
a. Umpan	: $P = 0,8841 \text{ atm}$, $T = 271,394 \text{ }^\circ\text{C}$
b. Distilat	: $P = 0,8841 \text{ atm}$, $T = 259,4164 \text{ }^\circ\text{C}$
c. Bottom	: $P = 0,8841 \text{ atm}$, $T = 313,0964 \text{ }^\circ\text{C}$
Spesifikasi :	
<i>Shell</i>	
a. Diameter	: 1,5342 m
b. Tinggi	: 17,0606 m
c. Tebal	: 0,25 in
d. Material	: Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316
<i>Head</i>	
a. Jenis	: <i>Standard dish head</i>
b. Tebal	: 0,3125 in
c. Material	: Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316
Untuk tipe tray	
a. Jenis tray (sieve, valve, bubble-cap, dll)	

- b. Jumlah plate actual : 25
- c. Diameter hole : 0,005 m
- d. Tray spacing : 0,45 m
- e. Jumlah lubang : 7155,0241 buah
- f. Jumlah : 3

3. Menara Distilasi

- Nama dan kode : MD-03
- Fungsi : Memisahkan Biodisesel dengan distilatnya
- Jenis : Mufticomponent Distillation
- Tipe : TRAY/PACKED-TYPE DISTILLATION
- COLUMNS
- Material : Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316
- Kondisi operasi
- a. Umpan : $P = 0,8818 \text{ atm}$, $T = 258,814 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 - b. Distilat : $P = 0,8818 \text{ atm}$, $T = 221,4782 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 - c. Bottom : $P = 0,8818 \text{ atm}$, $T = 284,8596 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Spesifikasi

Shell

- a. Diameter : 1,5069 m
- b. Tinggi : 20,5529 m

- c. Tebal : 0,25 in
- d. Material : Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316

Head

- a. Jenis : *Standard dish head*
- b. Tebal : 0,3125 in
- c. Material : Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316

Untuk tipe tray

- a. Jenis tray (sieve, valve, bubble-cap, dll)
- c. Jumlah plate actual : 25
- e. Diameter hole : 0,005 m
- g. Tray spacing : 0,45 m
- h. Jumlah lubang : 6903,5118

Jumlah : 1

4. Separator

- Nama dan kode : SP-01
- Fungsi : Memisahkan Fluida keluaran kondensor
- Jenis : Horizontal Drum

Kondisi Operasi

- Tekanan : 3,5 atm
- Suhu : 433,5 K
- Spesifikasi :

Shell

- b. Panjang : 16,2623 m
- c. Tebal : 1 in

Head

- a. Panjang : 1,1579 m
- b. Tebal : 1 in

Jumlah : 1

5. Decanter

Nama dan kode : DC-01

Fungsi : Memisahkan H₂O dan Fraksi Minyak

Jenis : Slinder Horizontal dengan Head

Material : Stainless Steel

Kondisi operasi : P = 1 atm, T = 422 K

Spesifikasi

Shell

- a. Diameter : 3,1149 m
- b. Panjang : 9,3448 m
- c. Tebal : 0,2877 in

Head

- b. Panjang : 0,64463 m
- c. Tebal : 0,4020 in

3.4 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

1. Tangki (TP-01)

Fungsi	: Untuk menyimpan CPO
Lama Penyimpanan	: 15 hari
Fasa	: Cair
Jumlah	: 6
Jenis	: <i>Storage Tank</i>
Kondisi Operasi	: $P = 1 \text{ atm}$, $T = 303,15 \text{ K}$
Spesifikasi	
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel 167 Grade 3 Type 316</i>
Volume Tangki	: 1165195 m^3
Diameter	: 36,576 m
Jumlah course	: 84600
Tebal Shell	: 0,0777 m

3.5 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

1. Pompa

Fungsi	: Mengalirkan bahan baku dari TP-01 ke Furnace F01
Tipe	: <i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi : $P = 2,5 \text{ atm}$, $T = 298,15 \text{ K}$

Spesifikasi

Kapasitas : 3612,087 gpm

Head Pompa : 30,215 m

Tenaga Pompa : 0,05 HP

Tenaga motor : 0,05 HP

2. Kompresor (CP-01)

Fungsi : Menaikkan tekanan udara dari 3 atm menjadi 6 atm

Nama bahan yang dikompresi : H_2

Suction and Discharge Pressure : 3 atm & 6 atm

Kondisi Operasi : $P = 3 \text{ atm}$, $T = 303,15 \text{ K}$

Compression ratio : 4

Single/multistage : *Multistage*

Volumetric Efficiency : 80%

Motor Power – Daya Motor (Watt) : 513,1 HP

Material Construction : *Carbon Steel*

3. Kompresor (CP-02)

Fungsi : Menaikkan tekanan udara dari 2,5 atm menjadi 3 atm

Nama bahan yang dikompresi : H_2

Suction and Discharge Pressure :

Kondisi Operasi : $P = 2,5 \text{ atm}$, $T = 693,15 \text{ K}$

Single/multistage	: Multistage
Volumetric Efficiency	: 80%
Motor Power – Daya Motor	: 272,2 HP
Material Construction	: <i>Carbon Steel</i>

4. Kompresor (CP-03)

Fungsi : Menaikkan tekanan udara dari 2,5 atm menjadi 3 atm

Nama bahan yang dikompresi	: H ₂
Suction and Discharge Pressure	:
Kondisi Operasi	: P = 2,5 atm, T = 693,15K
Single/multistage	: Multistage
Volumetric Efficiency	: 80%
Motor Power – Daya Motor	: 272,2 HP
Material Construction	: <i>Carbon Steel</i>

3.6 Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. Heat Exchanger/Condensor ((MD)CD-01)

Jenis : Shell and Tube

Jumlah : 3

Tabel 3. 1 Kondisi Operasi MD(CD)-01

Kondisi Operasi				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
Cairan	CPO, Nafta, Biodiesel		Water	
Tipe Cairan	<i>hot</i>		<i>Cold</i>	
	in	out	in	out
Flowrate cairan		135394,0180	206.228,15248	206.228,15248
Flowrate gas	135394,0180			
Suhu	314	272	25	90
Tekanan	1	1	1	1

Tabel 3. 2 Mechanical Design MD(CD)-01

<i>Mechanical Design</i>			
<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
Length	16	Length	16
Passes	2	Passes	2
ID	39	OD	1 1/2
Baffle Spaces	23,40	Number	246
		A	
		BWG	18
		Pitch	2 in
<i>Rdcal/Rdmin</i>	0,00464 / 0,00458 (jam.F.ft ²)/BTU	<i>Rdcal/Rdmin</i>	0,00464 / 0,00458 (jam.F.ft ²)/BTU

2. Condensor ((MD)CD-02)

Jenis : Shell and Tube

Jumlah : 3

Tabel 3. 3 Kondisi Operasi MD(CD)-02

Kondisi Operasi				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
Cairan	Bioavtur,Nafta		Air	
Tipe Cairan	<i>hot</i>		<i>Cold</i>	
	in	out	in	out
Flowrate cairan		101639,1179	225.053,60065	225.053,60065
Flowrate gas	101639,1179			
Suhu	286	259	25	90
Tekanan	1	1	1	1

Tabel 3. 4 Mechanical Design MD(CD)-02

<i>Mechanical Design</i>			
<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
Length	16	Length	16
Passes	2	Passes	2
ID	39	OD	1 1/2
Baffle Spaces	23,40	Number	251
		A	
		BWG	18
		Pitch	2 in
<i>Rdcal/Rdmin</i>	0,00375 / 0,00365 (jam.F.ft ²)/BTU	<i>Rdcal/Rdmin</i>	0,00375 / 0,00365 (jam.F.ft ²)/BTU

3. Condensor ((MD)CD-03)

Jenis : *Double Pipe*

Jumlah : 1

Tabel 3. 5 Kondisi Operasi MD(CD)-03

Kondisi Operasi				
Position	<i>Annulus</i>		<i>Tube</i>	
Cairan				
Tipe Cairan	<i>hot</i>		<i>Cold</i>	
	in	out	in	out
Flowrate cairan	-	71327,7947	13.535,49674	13.535,49674
Flowrate gas	71327,7947	-	-	-
Suhu	237 C	221 C	25 C	90 C
Tekanan	1 atm	-	1 atm	-

Tabel 3. 6 Mechanical Design MD(CD)-03

<i>Mechanical Design</i>			
<i>Annulus</i>		<i>Tube</i>	
Length	15	Length	15
Hairpin	2	Hairpin	2
OD	4,5	ID	2,38
ID	4,026	OD	3,5
A	1,178		
ΔP_{ca}	2,5/10	ΔP_{cal}	3,17/10
$/\Delta P_{allow}$		$/\Delta P_{allow}$	
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,2230/0,001	Rd_{cal}/Rd_{min}	0,2230/0,001

4. Condensor Parsial (CD-01)

Jenis : Shell and Tube

Jumlah: 1

Tabel 3. 7 Kondisi Operasi CD-01

Kondisi Operasi				
Position	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
Cairan	Produk Reaksi		Air	
Tipe Cairan	<i>hot</i>		<i>Cold</i>	
	in	out	in	out
Flowrate cairan		192785,3333	188041,2542	188041,2542
Flowrate gas	668362	36073,20508		
Suhu	336,7557382	160,2714787	30	70
Tekanan	4	4	4	4

Tabel 3. 8 Mechanical Design CD-01

<i>Mechanical Design</i>			
<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
Length	16	Length	16

Passes	2	Passes	2
ID	39	OD	1 1/2
Baffle Spaces	23,40	Number	258
		A	1619,270
		BWG	18
		Pitch	2 in
ΔP_{ca} / ΔP_{allow}		ΔP_{cal} / ΔP_{allow}	
Rd_{cal}/Rd_{min}	0,96774 / 0,00500 (jam.F.ft ²)/BTU	Rd_{cal}/Rd_{min}	0,96774 / 0,00500 (jam.F.ft ²)/BTU

5. Reboiler ((MD)RB-01)

Kondisi Operasi : P = 1 atm, T in = 300,0647 C, T out = 343,2855 C

Working Pressure : 1 atm

Boiling exhaust : 343,2855 C

Mechanical Design

Shell (ID) : 39 in

Number of tubes : 246

Tubes

OD : 1 1/2 in

Length : 16 ft

BWG : 18
Pitch : 2 in
Jumlah : 3

6. Reboiler ((MD)RB-02)

Kondisi Operasi : P = 1 atm, T in = 313,0964 C, T out = 346,3376 C

Working Pressure : 1 atm

Boiling exhaust : 346,3765 C

Mechanical Design

Shell (ID) : 39 in

Number of tubes : 252

Tubes

OD : 1 1/2 in

Length : 16 ft

BWG : 18

Pitch : 2 in

Jumlah : 3

7. Reboiler ((MD)RB-03)

Kondisi Operasi : P = 1 atm, T in = 284,8596 C, T out = 286,4772 C

Working Pressure : 1 atm

Boiling exhaust : 286,4772 C

Mechanical Design

Shell (ID) : 39 in

Number of tubes : 246

Tubes

OD : 1 1/2 in

Length : 16 ft

BWG : 18

Pitch : 2 in

Jumlah : 1

8. Cooler

Fungsi kondensor : Mendinginkan keluaran reactor sebelum masuk

Tipe : Shell and Tube

Bahan Konstruksi : Carbon Steel

Jumlah : 1

Luas Area : 8631,795 ft²

9. Furnace (F-01)

Kondisi Operasi : P = 6 atm, T = 400 C

Jumlah : 2

OD : 36 in

ID	: 2 in
Panjang	: 25 ft
Lebar	: 6 ft
Tinggi	: 325,591 ft
Tebal Isolasi	: 0,775 in

10. Furnace (F-02)

Kondisi Operasi	: P = 6 atm, T = 400 C
Jumlah	: 1
OD	: 36 in
ID	: 20 in
Panjang	: 50 ft
Lebar	: 6 ft
Tinggi	: 15,268 ft
Tebal Isolasi	: 0,374 in

3.7 Neraca Massa

3.7.1 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Jumlah : 2

Tabel 3. 9 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	BM	Input		Output	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
CPO	256	637,75	326528	255,1	65305,6
Bioavtur	226	0	0	558,1588	126143,8888
Nafta	170	0	0	181,775256	30901,7936
Biodiesel	284	0	0	81,2008451	23061,04
C1	16	0	0	144,1315	2306,104
C2	30	0	0	30,7480533	922,4416
C3	44	0	0	366,880182	16142,728
C4	58	0	0	143,13749	8301,9744
H₂O	18	0	0	2040,8	36734,4
H₂	2	1913,25	7653	765,3	1530,6
CO₂	44	0	0	518,8734	22830,4296
Total		2551	334181	5086,10553	334181

3.7.2 Neraca Massa Furnace (F-01)

Tabel 3. 10 Neraca Massa Furnace (F-01)

Komponen	BM	Input		Output	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
CPO	256	1275,5	326528	1275,5	326528

3.7.3 Neraca Massa Furnace (F-02)

Tabel 3. 11 Neraca Massa Furnace (F-02)

Komponen	BM	Input		Output	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
CPO	256	1275,5	326528	1275,5	326528

3.7.4 Neraca Massa Furnace (F-03)

Tabel 3. 12 Neraca Massa Furnace (F-03)

Komponen	BM	Input		Output	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂	2	7653	15306	7653	15306

3.7.5 Neraca Massa Cooler (C-01)

Tabel 3. 13 Neraca Massa Cooler (C-01)

Komponen	BM	Input		Output	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
CPO	256	510,2	130611,2	510,2	130611,2
Bioavtur	226	1116,3176	252287,7776	1116,3176	252287,7776
Nafta	170	363,550513	61803,5872	363,550513	61803,5872
Biodiesel	284	162,40169	46122,08	162,40169	46122,08
C1	16	288,263	4612,208	288,263	4612,208
C2	30	61,4961067	1844,8832	61,4961067	1844,8832
C3	44	733,760364	32285,456	733,760364	32285,456
C4	58	286,274979	16603,9488	286,274979	16603,9488
H₂O	18	4081,6	73468,8	4081,6	73468,8
H₂	2	1530,6	3061,2	1530,6	3061,2
CO₂	44	1037,7468	45660,8592	1037,7468	45660,8592
Total		10172,2111	668362	10172,2111	668362

3.7.6 Neraca Massa Condensor Partial (CD-01)

Jumlah : 3

Tabel 3. 14 Neraca Massa Condensor Partial (CD-01)

Komponen	Input		Output	
	Gas	Cair	Gas	Cair

	Massa	Mol	Massa	Mol	Massa	Mol	Massa	Mol
CPO	130611,2	170,0666667	0	0	1,20719E-05	4,71558E-08	43520	170
Bioavtur	252287,778	372,1058667	0	0	0,000282247	1,24888E-06	84373,3333	373,333333
H₂O	73468,8	121,1835043	0	0	0,023306675	0,001294815	24480	1360
Nafta	61803,5872	54,13389671	0	0	0,000677444	3,98497E-06	20626,6667	121,333333
Biodiesel	46122,08	96,08766667	0	0	1,55442E-06	5,47333E-09	19785,3333	69,6666667
H₂	3061,2	20,49870222	0	0	1020,4	510,2	0	0
C1	4612,208	244,5867879	0	0	1537,402667	96,08766667	0	0
C2	1844,8832	95,4249931	0	0	614,9610667	20,49870222	0	0
C3	32285,456	1360,533333	0	0	10761,81867	244,5867879	0	0
C4	16603,9488	510,2	0	0	5534,6496	95,4249931	0	0
CO₂	45660,8592	345,9156	0	0	16603,9488	377,3624727	0	0
Total	668362	3390,737018	0	0	36073,20508	1344,161923	192785,333	2094,33333

3.7.7 Neraca Massa Separator (SP-01)

Tabel 3. 15 Neraca Massa Separator (SP-02)

Komponen	Input				output			
	Gas		Cair		Gas		Cair	
	Massa	Mol	Massa	Mol	Massa	Mol	Massa	Mol
CPO	3,6216E-05	1,41467E-07	1,31E+05	510,00	3,62156E-05	1,4147E-07	130560	510
Bioavtur	0,00084674	3,74664E-06	253120	1120,00	0,000846741	3,7466E-06	253120	1120

H₂O	0,06992002	0,003884446	73440	4080,00	0,069920024	0,003884445	73440	4080
Nafta	0,00203233	1,19549E-05	61880	364,00	0,002032332	0,000011955	61880	364
Biodiesel	4,6633E-06	1,642E-08	59356	209,00	4,66327E-06	1,642E-08	59356	209
H₂	3061,2	1530,6	0	0	3061,2	1530,6	0	0
C1	4612,208	288,263	0	0	4612,208	288,263	0	0
C2	1844,8832	61,49610667	0	0	1844,8832	61,4961067	0	0
C3	32285,456	733,7603636	0	0	32285,456	733,760364	0	0
C4	16603,9488	286,2749793	0	0	16603,9488	286,274979	0	0
CO₂	49811,8464	1132,087418	0	0	49811,8464	1132,08742	0	0
Total	108219,615	4032,485768	578356	6283	108219,6152	4032,48577	578356	6283

3.7.8 Neraca Massa Dekanter (DC-01)

Tabel 3. 16 Neraca Massa Dekanter (DC-01)

Komponen	Input		Output			
	Massa	Mol	Atas		Bawah	
			Massa	Mol	Massa	Mol
CPO	130560	510	0	0	130560	510
Bioavtur	253120	1120	0	0	253120	1120
H₂O	73440	4080	73440	4080	0	0
Nafta	61880	364	0	0	61880	364

Biodiesel	59356	209	0	0	59356	209
Total	578356	6283	73440	4080	504916	2203

3.7.9 Neraca Massa Heater (H-01)

Jumlah : 2

Komponen	In		Out	
	Massa	Mol	Massa	Mol
CPO	21768,5333	85,0333333	21768,53333	85,0333333
Bioavtur	42047,9628	186,052933	42047,96279	186,052933
Nafta	10300,5975	60,5917502	10300,59753	60,5917502
Biodiesel	9916,2472	34,9163634	9916,247199	34,9163634
Total	84033,3408	366,59438	84033,34085	366,59438

3.7.10 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)

Jumlah : 3

Tabel 3. 17 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	BM	Arus Masuk	Arus Keluar	
			Distillate	Bottom

		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
CPO	256	170,0667	43537,066654597	153,0600	39183,3600	17,0067	4353,7067
Bioavtur	226	372,1059	84095,9255844198	334,8953	75686,3330	37,2106	8409,5926
Nafta	170	121,1835	20601,1951	109,0652	18541,0756	12,1184	2060,1195
Biodiesel	284	69,8327	19832,49440	6,9833	1983,2494	62,8495	17849,2450
Total		733,1888	168066,6817	604,0037	1983,2494	129,1851	32672,6637
kmol/jam		733,1888			733,1888		
kg/jam		168066,6817			168066,6817		

3.7.11 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02)

Jumlah: 3

Tabel 3. 18 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02)

Komponen	BM	Arus Masuk		Arus Keluar			
				Distillate		Bottom	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
CPO	256	170,0667	43537,0666545947	8,5033	2176,8533	161,5633	41360,2133
Bioavtur	226	372,1059	84095,9255844198	353,5006	79891,1293	18,6053	4204,7963
Nafta	170	121,1835	20601,1951	115,1243	19571,1353	6,0592	1030,0598
Total		663,3560	148234,1873	477,1282	101639,1179	186,2278	46595,0694

kmol/jam	663,3560	663,3560
kg/jam	148234,1873	148234,1873

3.7.12 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-03)

Tabel 3. 19 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-03)

Komponen	BM	Arus Masuk		Arus Keluar			
		kmol/jam	kg/jam	Distillate		Bottom	
				kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
Bioavtur	226	1116,3176	252287,7768	55,8158798	12614,38884	1060,5017	239673,388
Nafta	170	363,550501	61803,58517	345,372976	58713,40591	18,177525	3090,17926
Total		1479,8681	314091,3619	401,188856	71327,79475	1078,6792	242763,567
kmol/jam		1479,868097			1479,868097		
kg/jam		314091,3619			314091,3619		

3.8 Neraca Panas

3.8.1 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Jumlah : 2

Tabel 3. 20 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q in	1165597715,2386	Q out	760699751,4583
		Q Latent	147182,9364
		Q loss	404750780,8438
Total	1165597715,2386	Total	1165597715,2386

3.8.2 Neraca Panas Furnace (F-01)

Tabel 3. 21 Neraca Panas Furnace (F-01)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q in	2355683,3074	Q out	265060034,6472
Q furnace	339899449,5557	Q Latent	77195098,22
Total	342255132,8631	Total	342255132,8631

3.8.3 Neraca Panas Furnace (F-02)

Tabel 3. 22 Neraca Panas Furnace (F-02)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q in	2355683,3074	Q out	265060034,6472
Q furnace	339899449,5557	Q Latent	77195098,22
Total	342255132,8631	Total	342255132,8631

3.8.4 Neraca Panas Furnace (F-03)

Tabel 3. 23 Neraca Panas Furnace (F-03)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q in	26365004,3624	Q out	83812503,8890
Q furnace	57447499,5266		
Total	83812503,8890	Total	83812503,8890

3.8.5 Neraca Panas Cooler (C-01)

Tabel 3. 24 Neraca Panas Cooler (C-01)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q in	515407555,4346	Q out	447997307,5042
		Q cooler	6,7410E+07
Total	515407555,4346	Total	515407555,4346

3.8.6 Neraca Panas Condensor Partial (CD-01)

Tabel 3. 25 Neraca Panas Condensor Partial (CD-01)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q in	130120000,0000	Q out (Cair)	74708000,0000
Q	100120000,0000	Q Out (Gas)	9130300,0000
condensor		Qcw	146400000,0000
Total	230240000,0000	Total	230240000,0000

3.8.7 Neraca Panas Separator (SP-01)

Tabel 3. 26 Neraca Panas Separator (SP-01)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q in (Cair)	240594450,9487	Q out (Cair)	240594450,9487
Q in (Gas)	27023896,4326	Q Out (Gas)	27023896,4326
Total	267618347,3812	Total	267618347,3812

3.8.8 Neraca Panas Dekanter (DC-01)

Tabel 3. 27 Neraca Panas Dekanter (DC-01)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q in	240594000,0000	Q out	240594000,0000
		(Cair)	
Total	240594000,0000	Total	240594000,0000

3.8.9 Neraca Panas Heater (H-01)

Jumlah : 2

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Qin	28214428,0783	Qout	54682481,3405
Qheater	26468053,2622		
Total	54682481,3405		54682481,3405

3.8.9 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Jumlah: 3

Tabel 3. 28 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
ΔH umpan	109500210,7210	ΔH bottom	24231970,2794
ΔH reboiler	76787506,1041	ΔH distilat	106105973,9323
		ΔH condensor	55949772,6134
Total	186287716,8251	Total	186287716,8251

3.8.10 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02)

Jumlah: 3

Tabel 3. 29 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
ΔH umpan	90910538,5915	ΔH bottom	38658087,6118
ΔH reboiler	77098169,9019	ΔH distilat	68293497,3490
		ΔH condensor	61057123,5326
Total	168008708,4934	Total	168008708,4934

3.8.11 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-03)

Tabel 3. 30 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-03)

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
ΔH umpan	152155177,5052	ΔH bottom	161666111,1547
ΔH reboiler	51076593,4278	ΔH distilat	37893474,5995
		ΔH condensor	3672185,1787
Total	203231770,9329	Total	203231770,9329

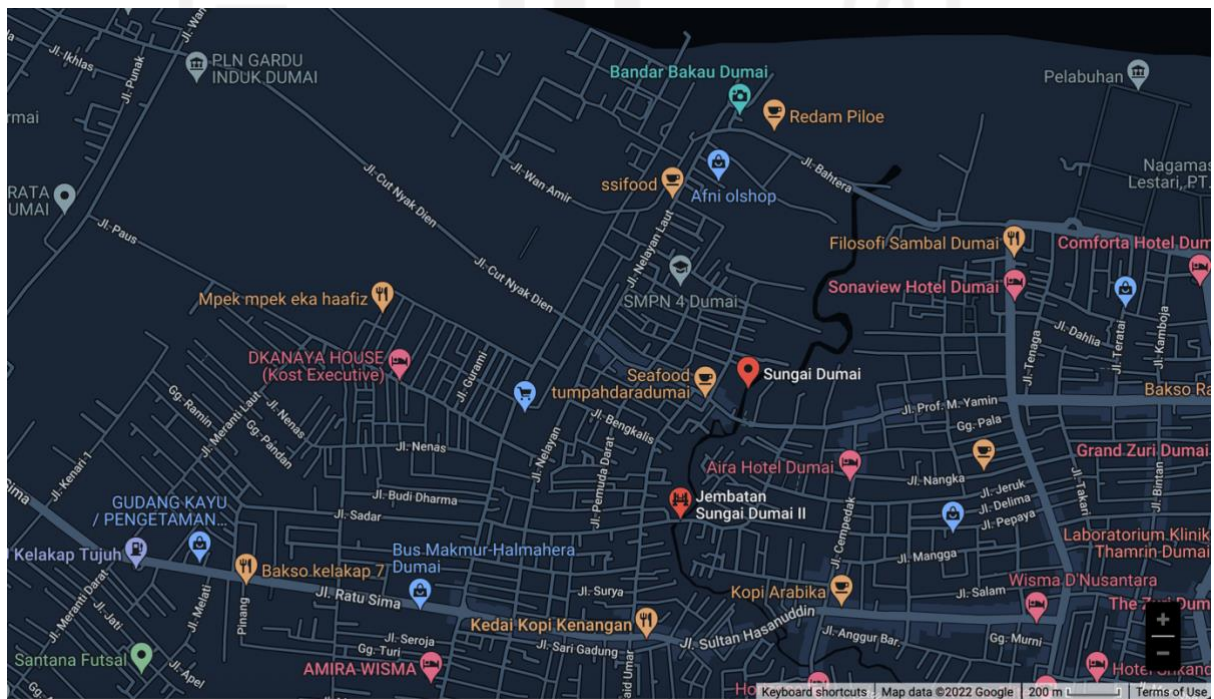
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam penentuan lokasi

pabrik sehingga dapat menguntungkan perusahaan baik dari segi teknik maupun ekonomi. Pabrik Bioavtur dari CPO ini direncanakan akan didirikan di daerah Kawasan Industri Dumai, Riau. Penentuan lokasi tersebut berdasarkan dekatnya lokasi dengan bahan baku *Crude Palm Oil* serta dekat dengan sumber air yang berasal dari sungai dumai.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Beberapa faktor – faktor primer yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik Bioavtur antara lain :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan berasal dari dalam negeri. Bahan baku biasa diperoleh di daerah Dumai dan sekitarnya. Dalam hal ini bahan baku CPO diperoleh dari perkebunan sawit di Dumai yang akan disimpan didalam tangki penyimpanan. Untuk bahan baku H₂ sendiri diperoleh dari pabrik PT. PERTAMINA Indonesia yang akan dialiri menggunakan pipa. Penempatan pabrik berada di deakot daerah bahan baku, dengan pertimbangan apabila persediaan bahan baku berkurang serta penurunan kualitas bahan baku.

2. Pemasaran

Pemasaran akan menentukan keuntungan suatu industri. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah :

- a. Kebutuhan produk baik di masa sekarang maupun di masa mendatang
- b. Jarak yang ditempuh dari pabrik ke daerah pemasaran
- c. Pengaruh persaingan yang ada

3. Utilitas dan Energi

Pendiri pabrik utilitas membutuhkan air, tenaga listrik, dan bahan bakar. Pemenuhan dalam kebutuhan air pabrik ini relatif banyak antara lain digunakan untuk sanitasi, air proses, dan air umpan untuk boiler. Karena lokasi pabrik ini dekat dengan sumber air yang berasal dari sungai Dumai, maka kebutuhan air dapat dipenuhi. Kebutuhan listrik bisa didapat dari PLN dan generator sebagai cadangan. Bahan bakar untuk pabrik ini mudah diperoleh, karena bahan bakar diperoleh dari unit pemasaran PT. PERTAMINA.

4. Tenaga Kerja

Umumnya tenaga kerja dapat dengan mudah dipenuhi dari daerah sekitar lokasi pabrik ataupun di luar pabrik, keterampilannya sesuai dengan kinerja perusahaan. Upah yang berada di daerah Dumai memiliki UMR (Upah Minimum Regional) yang cukup tidak membebani perusahaan. Sehingga ini merupakan langkah positif dalam mendukung pemerintah membuka lapangan pekerjaan berbasis Padat Karya.

5. Transportasi

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pabrik adalah faktor transportasi, baik untuk bahan baku maupun untuk produk-produk yang dihasilkan. Masalah transportasi tidak mengalami kesulitan karena tersedianya sarana perhubungan yang baik. Fasilitas pengangkutan darat dapat dipenuhi dengan adanya

jalan raya (jalan tol Dumai - Pekanbaru) yang dilalui oleh kendaraan yang bermuatan berat dan fasilitas pengangkutan laut dapat dipenuhi dengan tersedianya pelabuhan-pelabuhan baik di sekitar dumai atau daerah sekitarnya. Untuk transportasi udara dapat dipenuhi melalui bandara udara di dumai.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan pabrik

Beberapa faktor – faktor sekunder yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik bioavtur antara lain :

1. Perizinan

PERATURAN DAERAH TENTANG RENCANA
PEMBANGUNAN INDUSTRI PROVINSI RIAU TAHUN 2018-
2038.

Pasal 1 :

Industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya Industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa Industri.

2. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Keadaan masyarakat disekitar lokasi pabrik akan mempengaruhi pendirian suatu pabrik. Berdasarkan pengamatan di

sekitar lokasi pabrik sudah terdapat fasilitas- fasilitas yang memungkinkan karyawan hidup dengan layak, antara lain yaitu : sarana pendidikan, sarana ibadah maupun sarana lainnya. Sehingga kehidupan karyawannya akan lebih tenang dalam menjamin masa depan keluarganya. Sedangkan adat istiadat masyarakat sekitar lokasi pabrik cukup baik, sehingga diharapkan operasi pabrik tidak mengalami gangguan keamanan.

3. Karakteristik Lokasi

Struktur dan karakteristik tanah di daerah Dumai ini bukan masalah lagi. Hal ini mengingat sudah banyak industri yang telah berdiri dimana lokasi ini khusus untuk pabrik-pabrik industri berat. Adanya industri berat yang berdiri dan beroperasi di lokasi tersebut, maka dapat dipastikan bahwa struktur dan karakteristik tanahnya memenuhi syarat.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Penempatan tata letak peralatan pabrik dan fasilitasnya menjadi bagian penting dalam perancangan pabrik agar mesin berdiri sesuai urutan proses. Tata letak pabrik merupakan pengaturan optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keberlangsungan proses.

Tata letak pabrik atau plant layout merupakan tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada di dalam pabrik. Tata letak pabrik meliputi tempat perkantoran atau administrasi, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung proses, Fasilitas karyawan serta tempat lainnya yang mendukung keberlangsungan proses produksi pabrik. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar secara ekonomi kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien dan optimal, misalnya lalu lintas barang dan akses karyawan. Selain itu, faktor keamanan juga menjadi hal yang sangat penting. Penempatan alat-alat produksi harus ditata sedemikian rupa agar keamanan dan kenyamanan selama bekerja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu (peters dan Timmerhaus, 2004) :

1. Mengurangi biaya produksi.
2. Meningkatkan pengawasan operasional dan proses.
3. Meningkatkan keselamatan kerja.
4. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi sehingga dapat mengurangi material handling.
5. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian seperti:

- a. Perkantoran

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dalam pabrik itu sendiri. Daerah ini biasanya berada di bagian depan area pabrik.

b. Proses

Daerah proses merupakan tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi.

Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat-alat proses dan ruang pengendalian (control room). Daerah ini tempat yang terpisah dengan daerah lainnya untuk tujuan keamanan.

c. Instalasi dan Utilitas

Daerah instalasi dan utilitas merupakan tempat yang menyediakan kebutuhan-

kebutuhan penunjang proses, seperti kebutuhan air, steam pemanas, air pendingin,

listrik dan bahan bakar.

d. Fasilitas Umum

Daerah ini merupakan pusat fasilitas umum yang dapat digunakan oleh karyawan meliputi perumahan/mess, poliklinik, tempat ibadah, kantin, taman dan lainnya.

e. Keamanan

Daerah keamanan dalam rangka mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang

ditimbulkan apabila terjadi ledakan, asap, kebakaran, kebocoran gas beracun dan hal lainnya. Oleh karena itu, perlu disediakan alat pemadam kebakaran di beberapa titik yang berbahaya dan dapat memicu kebakaran.

f. Pengolahan Limbah

Pendirian suatu pabrik juga harus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Untuk itu perlu adanya daerah khusus yang digunakan sebagai tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian lebih lanjut untuk memastikan batas komponen berbahaya yang terkandung sehingga aman jika dibuang ke lingkungan.

Posisi dari setiap bangunan pabrik harus benar-benar disesuaikan dengan proses yang berjalan,

dan juga mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Penambahan perluasan lokasi atau pengembangan dari lokasi baru yang akan dikembangkan dimasa yang akan datang.
- b. Urutan proses produksi dari setiap perbaikan alat dan pemeliharaan agar kondisi alat tetap terjaga.
- c. Distribusi yang ekonomis pada pengadaan air, tenaga listrik, steam proses, dan bahan baku.
- d. Kondisi bangunan yang meliputi luas bangunan dan konstruksi yang memadai atau memenuhi syarat yang ditentukan.

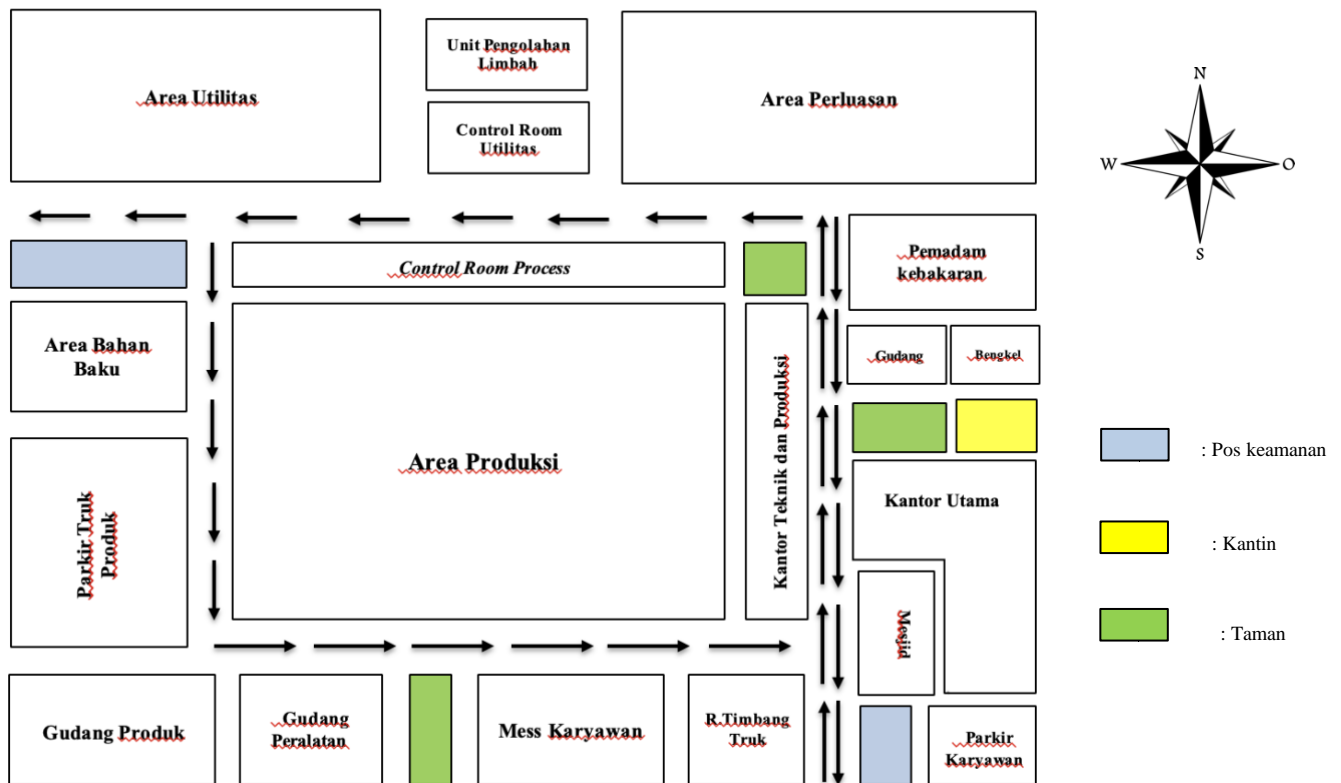
- e. Keselamatan dalam bekerja dengan memperhatikan keamanan untuk menghindari terjadinya kebakaran atau kecelakaan kerja.
- f. Pembuangan limbah cair, gas, maupun padat.
- g. Mempertimbangkan kemungkinan ketika terjadi perubahan tata letak mesin sehingga biaya tidak terlalu tinggi.
- h. Fasilitas seperti tempat parkir, kantin, mushola diatur dengan baik sehingga tidak jauh dari tempat bekerja dan lebih tertata.

Perincian luas tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya pabrik diuraikan dalam tabel dibawah ini :

Table 4. 1 Perincian Luas Tanah

No.	Lokasi	Panjang	Lebar	Luas
		m	m	m ²
1	Area Produksi	70	35	2450
2	Area Utilitas	50	25	1250
3	Bengkel	15	10	150
4	Gudang Peralatan	15	10	150
5	Gudang Produk	15	10	150
6	Kantin	5	5	25
7	Kantor Teknik dan Produksi	35	20	700
8	Kantor Utama	20	10	200
9	Laboratorium	15	17	255
10	Parkir karyawan	20	10	200
11	Parkir Truk produk	30	15	450
12	Poliklinik	15	10	150
13	Pos Keamanan	8	8	64
14	Control Room	20	10	200
15	Control Utilitas	10	10	100

16	Ruang Timbang Truk	10	5	50
17	Area Mess	20	15	300
18	Masjid	15	10	150
19	Unit Pemadam Kebakaran	25	10	250
20	Unit Pengolahan Limbah	20	15	300
21	Taman,1	10	5	50
22	Taman 2	10	5	50
23	Taman 3	10	5	50
24	Jalan	50	40	2000
25	Daerah Perluasan	115	25	2875
Luas Bangunan				7544
Luas Tanah		628	340	12569
Total				20113



Gambar 4. 2 Tata Letak Area

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

Tata letak dalam perancangan peralatan mesin atau proses pada suatu pabrik ada beberapa

faktor yang harus diperhatikan agar perencanaan proses yang akan disusun sesuai dengan alur

yang benar, yaitu :

a. Aliran raw material dan produk

Penempatan tata letak peralatan proses yang akan dirancang agar sesuai dengan alur proses sesuai ketentuan yang benar, agar juga bisa mendapatkan keuntungan pada pabrik, seperti aspek-aspek analisis ekonomi, serta bisa membantu kelancaran dan keamanan dalam produksi.

b. Aliran udara

Aliran udara seperti gas buangan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini untuk menghindari terjadinya penumpukan pada area kerja yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja, selain itu perlunya memperhatikan arah hembusan angin agar gas buangan dari alat proses tidak mengarah ke pemukiman warga sekitar.

c. Pencahayaan

Pabrik ini akan berjalan atau berproduksi dalam waktu 24 jam per hari, penerangan pada area proses dalam pabrik juga harus memadai

terkhusus area yang berbahaya agar tidak terjadi kejadian yang tidak diinginkan seperti kecelakaan dalam pabrik.

d. Lalu lintas kendaraan dan manusia

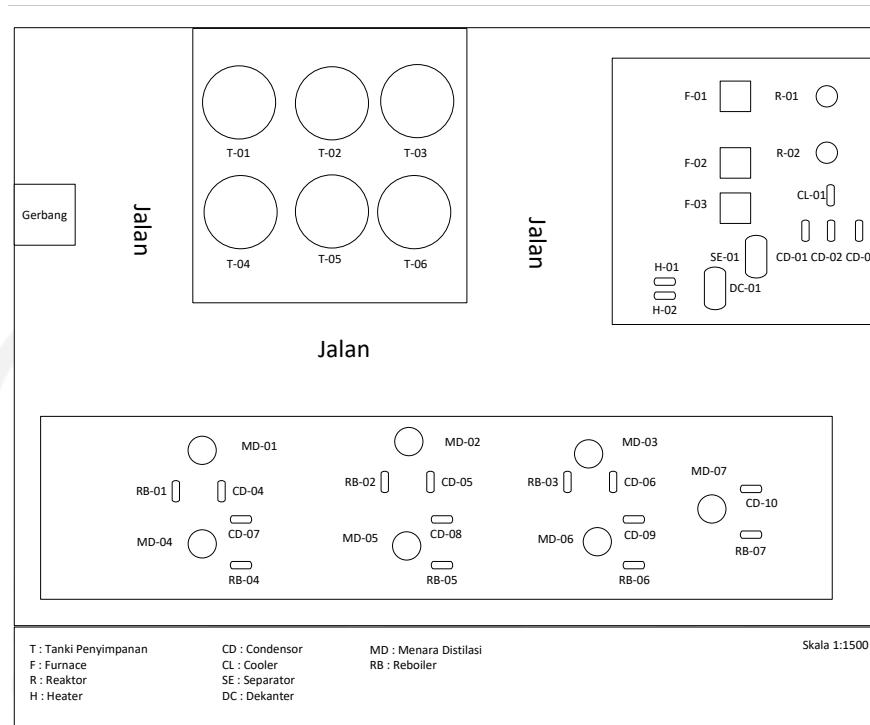
Lalu lintas sangat penting dalam proses berjalannya produksi, perlu diperhatikan agar semua pekerja bisa mencapai alat proses dengan cepat dan efisien sehingga mudah apabila terjadi gangguan agar bisa segera diatasi, serta jalur evakuasi apabila terjadi kebakaran atau bencana alam bisa ke tempat titik aman kumpul jalur evakuasi agar bisa menjaga keselamatan bersama.

e. Pertimbangan ekonomi

Pertimbangan ekonomi untuk menempatkan alat-alat proses pada pabrik. Hal ini bertujuan untuk menekan cost biaya operasi dan perencanaan agar bisa menjamin keamanan serta kelancaran produksi sehingga bisa menggantungkan dari sisi ekonomi.

f. Jarak antar alat proses

Penentuan jarak dari setiap alat di dalam pabrik mempunyai pertimbangan tersendiri, ada yang ditempatkan berjauhan ada juga yang sulit berdekatan. Alat proses yang memiliki tekanan suhu dan operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses yang lainnya agar tidak membahayakan alat proses lainnya apabila terjadi kebakaran atau ledakan pada alat proses tersebut.



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan untuk pabrik Bioavtur dari CPO ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang modal awalnya diperoleh dari penjualan saham, dimana tiap pemegang saham turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan yang berarti juga ikut memiliki perusahaan. Direncanakan mempunyai klasifikasi berikut :

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
Kapasitas Produksi : 5.213.000 Kiloliter /tahun
Lapangan Usaha : Memproduksi Bioavtur
Letak : Dumai, Riau

Bentuk perusahaan dari pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut :

1. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari hasil penjualan saham.
2. Perusahaan dilindungi oleh undang-undang
3. Memiliki kebebasan untuk melakukan berbagai aktivitas bisnis, baik jenis atau bidang usaha maupun wilayah operasinya yang lebih luas dan beragam.
4. Tanggung jawab pemegang saham hanya sebatas pada porsi saham yang memiliki dan tidak dapat mencangkup kekayaan pribadi dari pemegang saham.
5. Mudah mengalihkan kepemilikan.
6. Proses pendirian lebih mudah.
7. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari penjualan saham.

8. Demi kelancaran produksi, maka tanggung jawab setiap pemegang saham dipegang oleh pimpinan perusahaan.
9. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, direksi, maupun karyawan.

4.4.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang jelas dan sistematis di dalam suatu perusahaan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kelangsungan dan kemajuan perusahaan karena berhubungan langsung dengan komunikasi dan kerjasama yang baik antar karyawan sehingga operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. Setiap perusahaan bisa saja memiliki struktur organisasi yang berbeda beda tergantung pada kebutuhannya masing-masing.

Pada pabrik Bioavtur ini struktur organisasi yang dipilih adalah dengan system line and staff. Kelebihan sistem ini adalah garis 78 kekuasaan lebih sederhana dan praktis.

Demikian pula dalam hal pembagian tugas kerja, seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasan saja. Dalam menjalankan organisasi terdapat dua kelompok yang berpengaruh pada sistem ini, yaitu:

1. Sebagai garis atau line merupakan orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi

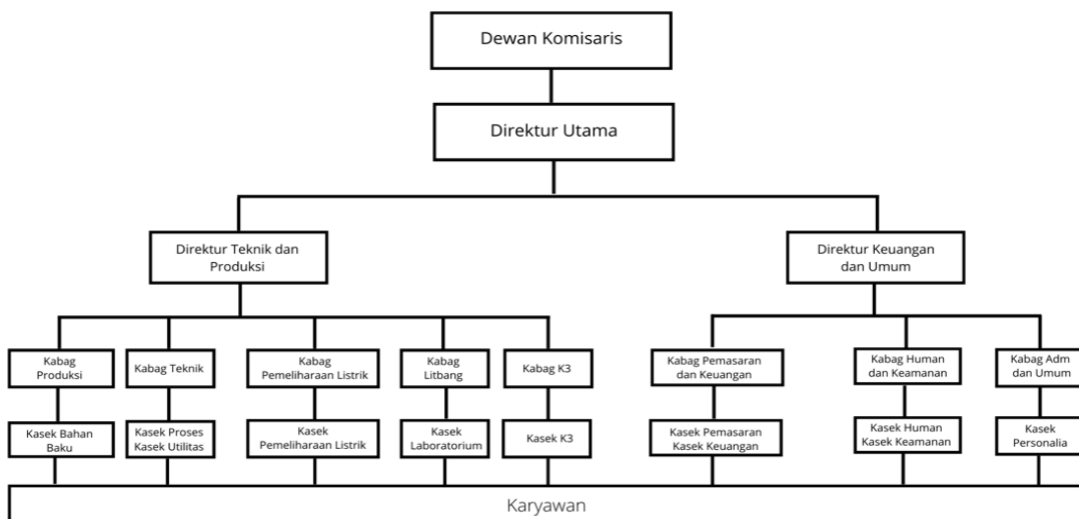
untuk mencapai tujuan.

2. Sebagai staff merupakan orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya,

berfungsi memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan

pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara dalam hal tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur di bawahnya. Baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan.



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi

4.4.3 Tugas dan Wewenang

4.4.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan

cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham juga merupakan pemilik

perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut :

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur.
- b. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan
- c. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam setahun.

4.4.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan

bertanggung jawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber dana dan pengarahannya.
- b. Mengawasi tugas-tugas direksi.
- c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

4.4.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab

penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang Direktur

Utama adalah sebagai berikut :

- a. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan.
- b. Bertanggungjawab kepada dewan komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
- c. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
- d. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
- e. Mengkoordinir kerjasama antara direktorat bagian dan seksi di bawahnya.

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, antara lain :

1. Direktorat Teknik dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan teknik operasi serta mengawasi

kesinambungan operasional pabrik. Direktorat Teknik dan Produksi membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Utilitas, Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi, serta Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.

2. Direktorat Keuangan dan Pemasaran

Direktorat Keuangan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang dalam menyusun dan mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat Keuangan dan Pemasaran membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran.

3. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum

Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum membawahi beberapa bagian, antara lain Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.

4.4.3.4 Kepala Bagian

Setiap dari kepala bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan

bertanggung jawab kepada direktorat yang menaunginya. Bagian-bagian tersebut terdiri dari :

a. Bagian Proses dan Utilitas

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.

b. Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

c. Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian,

pengembangan, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

d. Bagian Keuangan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pengelolaan keuangan, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

e. Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.

f. Bagian Kesehatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta

pelestarian lingkungan.

g. Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi,

keseekretariatan dan pengembangan sumber daya manusia.

h. Bagian Umum dan Keamanan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan masyarakat umum

serta keamanan perusahaan.

4.4.3.5 Kepala Seksi

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing- masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari :

a. Seksi Proses

Bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.

b. Seksi Utilitas

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

c. Seksi Pemeliharaan

Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukung proses produksi.

d. Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.

e. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

f. Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.

g. Seksi K3

Bertanggung jawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

h. Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.

i. Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta asset perusahaan.

j. Seksi Personalia

Bertanggung jawab dalam melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian dan pengembangan sumber daya manusia.

k. Seksi Hubungan Masyarakat

Bertanggung jawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.

l. Seksi Keamanan

Bertanggung jawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.4.4 Pembagian Jam Karyawan

Pabrik Bioavtur ini direncanakan beroperasi 350 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari digunakan untuk perbaikan, perawatan dan shutdown. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan dibagi dalam 2 golongan, yaitu karyawan shift dan non shift.

4.4.4.1 Karyawan *Non Shift*

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam 1 minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

a. Hari Senin – Kamis

Jam kerja : pkl 07.00 – 16.00

Jam Istirahat : pkl 12.00 – 13.00

b. Hari Jumat

Jam kerja : pkl 08.00 – 17.00

Jam istirahat : pkl 11.30 – 13.00

4.4.4.2 Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift antara lain : operator produksi, 87iagnost dari bagian teknik dan bagian-bagian keamanan.

Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam dengan pengaturan sebagai berikut :

a. *Shift* Pagi : pkl 07.00 – 15.00

b. *Shift* sore : pkl 15.00 – 23.00

c. *Shift* malam : pkl 23.00 – 07.00


Untuk karyawan shift ini dibagi dalam 4 regu (A/B/C/D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat, dan dikarenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapatkan giliran 2 hari kerja pada setiap shift secara berturut-turut kemudian 2 hari libur dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan (Zamani,1998)

Table 4. 2 Jadwal Shift Karyawan

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III	
B	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III			I
C	III	III			I	I	II	II	III	III			I	I	II
D			I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III

Regu	Hari															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
A		I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III	
B	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III			
C	II	III	III			I	I	II	II	III	III			I	I	
D	III			I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	

Keterangan : 1,2,3 dst : Hari ke-
A,B,C,D : Regu kerja *shift*
 : Libur

4.4.5 Status Karyawan

Pada pabrik bioavtur ini system upah karyawan berbeda – beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1) Karyawan Tetap

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

2) Karyawan Harian

Karyawan harian yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapatkan upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3) Karyawan Borongan

Karyawan diagnost merupakan karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja. Karyawan ini menerima gaji borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

4.4.6 Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan bioavtur ini terbagi menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut :

1. Gaji Bulanan Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya.
2. Gaji Harian Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau butuh dan karyawan borongan.
3. Gaji Lembur Gaji lembur merupakan gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

4.4.7 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Penggolongan jabatan, jumlah karyawan, gaji dapat dilihat pada tabel :

Table 4. 3 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

No	Jabatan	Jumlah	Pendidikan	Total Gaji
1	Dewan Komisaris	2	S1	IDR 200.000.000
2	Direktur Utama	1	S1	IDR 100.000.000
3	Direktur Produksi dan Supply Chain	1	S1	IDR 90.000.000
4	Direktur Sumber Daya Manusia	1	S1	IDR 90.000.000
5	Direktur Keuangan dan Umum	1	S1	IDR 90.000.000
6	Staff Ahli	1	S1	IDR 80.000.000
7	Ka. Bag. Produksi	1	S1	IDR 65.000.000
8	Ka. Bag. Teknik	1	S1	IDR 55.000.000
9	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	S1	IDR 50.000.000
10	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	S1	IDR 50.000.000
11	Ka. Bag. Litbang	1	S1	IDR 55.000.000

12	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	S1	IDR	50.000.000
13	Ka. Bag. K3	1	S1	IDR	50.000.000
14	Ka. Bag. Pem. Listrik dan Instrumen	1	S1	IDR	55.000.000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	S1	IDR	50.000.000
16	Ka. Sek. Proses	1	S1	IDR	40.000.000
17	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	S1	IDR	40.000.000
18	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	S1	IDR	40.000.000
19	Ka. Sek Listrik dan Instrumen	1	S1	IDR	40.000.000
20	Ka. Sek Laboratorium	1	S1	IDR	40.000.000
21	Ka. Sek. Keuangan	1	S1	IDR	40.000.000
22	Ka. Sek. Pemasaran	1	S1	IDR	40.000.000
23	Ka. Sek. Personalia	1	S1	IDR	40.000.000
24	Ka. Sek. Humas	1	S1	IDR	40.000.000
25	Ka. Sek Keamanan	1	S1	IDR	40.000.000
26	Ka. Sek. K3	1	S1	IDR	40.000.000
27	Karyawan Personalia	5	S1/D3	IDR	125.000.000
28	Karyawan Humas	5	S1/D3	IDR	125.000.000
29	Karyawan Litbang	5	S1/D3	IDR	125.000.000
30	Karyawam Pembelian	5	S1/D3	IDR	125.000.000
31	Karyawan Pemasaran	5	S1/D3	IDR	125.000.000
32	Karyawan Administrasi	5	S1/D3	IDR	125.000.000
33	Karyawan Kas/Anggaran	5	S1/D3	IDR	125.000.000
34	Karyawan Proses	12	S1/D3	IDR	300.000.000
35	Karyawan Pengendalian	6	S1/D3	IDR	150.000.000
36	Karyawan Laboratorium	6	S1/D3	IDR	150.000.000
37	Karyawan Pemeliharaan	6	S1/D3	IDR	150.000.000
38	Karyawan Utilitas	12	S1/D3	IDR	300.000.000
39	Karyawan K3	5	S1/D3	IDR	125.000.000
40	Dokter	2	S1	IDR	70.000.000
41	Perawat	2	D3	IDR	30.000.000
42	Satpam	6	SMA/K	IDR	60.000.000
43	Supir	4	SMA/K	IDR	28.000.000
44	Cleaning Service	3	SMA/K	IDR	18.000.000
	Total	125		IDR	3.826.000.000

4.4.8 Ketenagakerjaan

Setiap karyawan mempunyai hak dalam hal ketenagakerjaan seperti yang tertuang dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak tersebut antara lain:

1. Tunjangan Tunjangan karyawan terdiri dari :

- a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
- d. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.

2. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (non-shift), hari libur nasional dihitung sebagai libur kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (overtime).

3. Hak Cuti Hak cuti karyawan terdiri dari :

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang di tahun tersebut.
- b. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan Wanita yang melahirkan.

4 Fasilitas Karyawan

Dalam rangka meningkatkan produktivitas karyawan, perusahaan menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan oleh karyawan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani karyawan, sehingga mereka tidak merasa jenuh dalam menjalankan pekerjaan sehari-hari dan kegiatan dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi:

a. Poliklinik

Poliklinik disediakan bertujuan untuk menjaga Kesehatan karyawan yang merupakan salah satu hal yang berpengaruh dalam efisiensi produksi pabrik. Poliklinik yang disediakan ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) lain sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan Minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncanakan akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk perusahaan.

d. Tempat Ibadah

Tempat ibadah yang disediakan perusahaan berupa masjid, agar karyawan tetap dapat melaksanakan kewajiban rohani dan aktivitas keagamaan lainnya.

e. Transportasi

Untuk meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan menyediakan alat transportasi bagi karyawan yang tidak menggunakan transportasi pribadi berupa shuttle bus. Bus akan beroperasi di beberapa titik tempat tinggal karyawan untuk mengantar dan menjemput karyawan saat akan berangkat dan pulang bekerja.

5 Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK).

Ruang lingkup jaminan sosial tenaga kerja meliputi :

a. Jaminan Kecelakaan Kerja

1. Biaya pengangkutan
2. Biaya pemeriksaan, pengobatan, dan perawatan
3. Biaya rehabilitasi
4. Santunan berupa uang yang meliputi : santunan sementara tidak mampu bekerja, santunan cacat sebagian atau selama-lamanya, santunan cacat total untuk selama-lamanya baik fisik maupun mental dan santunan kematian .

b. Jaminan Kematian

1. Biaya pemakaman
 2. Santunan berupa uang
- c. Jaminan Hari Tua

Jaminan hari tua dibayarkan secara sekaligus atau berkala, atau 95iagnost dan berkala kepada tenaga kerja karena :

1. Telah mencapai usia 55 (lima puluh lima tahun), atau
2. Cacat total tetap setelah ditetapkan dokter.

Dalam hal tenaga kerja meninggal dunia, Jaminan Hari Tua dibayarkan kepada janda atau duda atau anak yatim piatu.

- d. Jaminan Pemeliharaan Kesehatan

1. Rawat jalan tingkat pertama.
2. Rawat jalan tingkat lanjutan.
3. Rawat inap.
4. Pemeriksaan kehamilan dan pertolongan persalinan.
5. Penunjang diagnostic.
6. Pelayanan khusus.
7. Pelayanan gawat darurat.

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik pabrik bioavtur ini, meliputi :

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

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik. Dalam perancangan pabrik *bioavtur* ini, sumber air yang digunakan adalah sumber air Sungai Cisadane. Berikut beberapa pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber air.

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan relatif murah, sedangkan pengolahan air laut lebih rumit dan biaya pengolahan biasanya lebih tinggi karena lebih banyak kandungan garam mineral di dalamnya yang perlu dipisahkan. Tetapi dengan faktor letak pabrik yang dekat dengan sumber air laut.
- b. Air laut merupakan sumber kontinyu yang tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.

Berikut ini merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk aktivitas pabrik *bioavtur* yang akan berdiri di Tangerang, Banten :

5.1.1 Air kebutuhan umum

5.1.1.1 Air Domestik (*Domestic water*)

Domestic water air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan dan sebagainya. Air domestik yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti :

- Air jernih
- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik

Penggunaan	Jumlah kg/jam
Kantor	389,0576 kg/jam
Mess	181,25 kg/jam
Jumlah	570,3076 kg/jam

5.1.1.2 Air Layanan Umum (*Service Water*)

Service water merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain-lain. Kriteria *service water* yang digunakan sama seperti *domestic water*. Dan kebutuhan air *hydrant* pada kebutuhan air yang digunakan untuk pemadam kebakaran apabila terjadi timbulnya api atau kebakaran suatu tempat di dalam pabrik, kebutuhan air *hydrant* bersifat kondisional yang sewaktu-waktu dibutuhkan ketika kebutuhan mendesak yang harus dipadamkan apabila terjadi kebakaran. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu :

- a. Syarat fisika, meliputi :
 - Suhu : dibawah suhu udara
 - Warna : jernih
 - Rasa : tidak berasa
 - Bau : tidak berbau

b. Syarat Kimia, meliputi :

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bahan beracun.
- Tidak mengandung bakteri terutama patogen yang dapat merubah fisik air.

Total perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (*service water*) seperti bengkel, laboratorium 3049 kg/jam

5.1.1.3 Air pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakannya air pendingin sebagai media pendingin, antara lain :

- a. Air pendingin diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- b. Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan.
- c. Memiliki daya serap terhadap panas per satuan *volume* cukup tinggi.
- d. Tidak terdekomposisi.

Namun, terdapat beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada dalam air pendingin, seperti :

- a. Besi, karena dapat menyebabkan korosi.
- b. Silika, karena dapat menyebabkan kerak.
- c. Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.

- d. Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada film *corrosion inhibitor*, penurunan *heat exchanger coefficient* dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

Kebutuhan air pendingin pada pabrik *bioavtur* ini perancangan dibuat *over design* sebesar 20% maka kebutuhan air pendingin menjadi sebesar 1807,6065 kg/jam

Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Air

Penggunaan		Jumlah kg/jam
Cooler	C-01	142830,9536
Condensor Partial	CD-01	188041,2542
Condensor MD	MD CD-02	206228,15248
Condensor MD	MD CD-03	206228,15248
Condensor MD	MD CD-04	206228,15248
Condensor MD	MD CD-05	225053,60065
Condensor MD	MD CD-06	225053,60065
Condensor MD	MD CD-07	225053,60065
Condensor MD	MD CD-08	13535,49674
Jumlah		1638252,96

kg/jam

5.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation system)

Unit Pembangkit *Steam* bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi. Direncanakan *boiler* menghasilkan *steam* jenuh (*saturated steam*) pada tekanan 4,7 atm dan suhu 150 °C.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam

Penggunaan		Jumlah kg/jam
Reboiler MD	RB MD-01	20120,36268
Reboiler MD	RB MD-02	20120,36268
Reboiler MD	RB MD-03	20120,36268
Reboiler MD	RB MD-04	20201,76484
Reboiler MD	RB MD-05	20201,76484
Reboiler MD	RB MD-06	20201,76484
Reboiler MD	RB MD-07	13383,42182
Jumlah		134349,8044
		kg/jam

5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari generator pabrik apabila listrik dari PLN mengalami kendala. Hal ini bertujuan agar pasokan listrik dapat berlangsung kontinyu dan tidak ada gangguan listrik yang padam.

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain :

- Listrik untuk AC
- Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- Listrik untuk penerangan
- Listrik untuk instrumentasi

Kelebihan menggunakan listrik PLN adalah biayanya murah, sedangkan kekurangan menggunakan listrik PLN adalah kontinyu dari penyediaan listrik tenaganya tidak tetap dan kurang terjamin.

Tabel 5. 4 Daya Alat Proses

NO	Alat	Kode Alat	Daya	
			Hp	kWatt
1	Pompa Proses	P – 01	0,5	0,373
2	Pompa Proses	P – 02	0,5	0,373

3	Pompa Proses	P – 03	0,5	0,373
4	Pompa Proses	P – 04	0,5	0,373
5	Pompa Proses	P – 05	0,5	0,373
6	Pompa Proses	P – 06	0,5	0,373
7	Pompa Proses	P – 07	0,5	0,373
8	Pompa Proses	P – 08	0,5	0,373
9	Pompa Proses	P – 09	0,5	0,373
10	Pompa Proses	P – 10	0,5	0,373
11	Pompa Proses	P – 11	0,5	0,373
12	Pompa Proses	P – 12	0,5	0,373
13	Pompa Proses	P – 13	0,5	0,373
14	Pompa Proses	P – 14	0,5	0,373
15	Pompa Proses	P – 15	0,5	0,373
Total			7,5	5,593

Tabel 5. 5 Daya Alat Utilitas

NO	Alat	Kode Alat	Daya	
			Hp	kW
1	Klarifier	KL – 01	3	2,237
2	<i>Cooling Tower</i>	CT – 01	0,5	0,373
3	Pompa	PU - 01	15	11,186

4	Pompa	PU – 02	15	11,186
5	Pompa	PU – 03	15	11,186
6	Pompa	PU – 04	15	11,186
7	Pompa	PU – 05	100	74,571
9	Pompa	PU – 06	100	74,571
10	Pompa	PU – 07	40	29,828
11	Pompa	PU – 08	40	29,828
12	Pompa	PU – 09	10	7,4571
13	Pompa	PU – 10	10	7,4571
14	Pompa	PU – 11	10	7,4571
15	Pompa	PU – 12	100	74,571
16	Pompa	PU – 13	100	74,571
17	Pompa	PU – 14	125	93,214
18	Pompa	PU – 15	125	93,214
19	Pompa	PU – 16	40	29,828
Total			863,5	643,922

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listik Pabrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Power Plant	5,593
2	Utilitas	643,922
3	Alat Kontrol	5,60
4	Penerangan	3,36
5	Peralatan Kantor	30,36
6	Bengkr, Laboratorium	30,36
7	Perumahan	100
Total		819,195

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Pada unit penyedia udara tekan mempunyai fungsi untuk menyediakan kebutuhan udara yang dibutuhkan semua dari alat *controller* memenuhi kebutuhan udara tekan untuk alat-alat yang bekerja dengan prinsip pneumatic terutama alat-alat kontrol. Pada dasarnya, proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 3,73824 m³/jam dengan tekanan 5,4 atm

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Pada unit penyedia bahan bakar bertujuan menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada boiler dan furnace. Bahan bakar yang dibutuhkan sebanyak 28918,69909kg/jam bahan bakar yang digunakan adalah CPO sisa reaksi sebesar 124080,64 kg/jam , Fuel Gas hasil reaksi sebesar 108219,6152 kg/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah merupakan bahan sisa buangan dari suatu proses produksi industri pabrik yang sudah tidak terpakai lagi. Pengolahan limbah pabrik bioavtur ini terbagi menjadi tiga jenis yaitu cair, limbah gas, dan limbah padat. Limbah dari proses produksi pabrik harus dikondisikan agar tidak terjadi pencemaraan lingkungan seperti kematian ikan, merusak tanaman, keracunan pada hewan maupun gangguan kesehatan manusia. Limbah ini diolah di Unit Pengolahan Limbah yang menghasilkan sebagai berikut :

5.6.1 Limbah Cair

Limbah cair pabrik ini adalah limbah air pengolahan minyak. Limbah air pengolahan minyak mengandung hidrokarbon. Limbah seperti ini dapat ditangani secara mikrobiologi (bakteri: *Gordonia*) agar hidrokarbon terdegradasi. Pengolahan limbah hidrokarbon secara mikrobiologi dilakukan pada kondisi aerob, sedangkan hidrokarbon menghalangi air dari udara. Oleh karena itu, kolam pengolah limbah memerlukan aerasi agar proses mikrobiologi berlangsung. Effluent selanjutnya diolah secara kimiawi dan fisis untuk penghilangan senyawa kimia berbahaya dan

logam. Sebelum dibuang, effluent melwati proses klorinasi dan penetralan pH agar mikroba patogen mati dan menjaga pH limbah selalu netral sehingga aman bagi lingkungan (Hutagalung, 2013).

5.6.2 Limbah Gas

Limbah gas berasal dari gas hasil pembakaran bahan bakar boiler, dan furnace. Secara umum limbah tersebut berupa CO₂ dan H₂O. Gas tersebut langsung dibuang ke udara bebas.

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

5.7.1 Perancangan Alat Pengolahan Air

1. Bak Pengendapan Awal (B – 01) / Sedimentasi

Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Pengendapan Awal / Sedimentasi
Kode	(B – 01)
Fungsi	Mengendapan kotoran yang terbawa dari air sungai
Bentuk	Seperti balok
Bahan	Beton bertulang
Volume	13175,65819 m ³

Waktu tinggal 24 jam

Over design 20 %

Dimensi

Tinggi 20 m

Panjang 14,82 m

Lebar 44,45 m

Kapasitas bak 10979,71516 m³/jam
pengendapan

2. Bak Pengendapan Awal (B – 01) / Sedimentasi

Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/ Sedimentasi

Spesifikasi umum

Nama alat	Bak Pengendapan Awal / Sedimentasi
Kode	(B – 02)
Fungsi	Mengendapan kotoran yang terbawa dari air sungai
Bentuk	Seperti balok
Bahan	Beton bertulang
Volume	13175,65819 m ³
Waktu tinggal	24 jam
Over design	20 %

Dimensi

Tinggi 20 m

Panjang 14,82 m

Lebar	44,45 m
Kapasitas pengendapan	bak 10979,71516 m ³ /jam

3. Bak Pengendapan Awal (B – 01) / Sedimentasi

Tabel 5. 9 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Pengendapan Awal / Sedimentasi
Kode	(B – 03)
Fungsi	Mengendapan kotoran yang terbawa dari air sungai
Bentuk	Seperti balok
Bahan	Beton bertulang
Volume	13175,65819 m ³
Waktu tinggal	24 jam
Over design	20 %
Dimensi	
Tinggi	20 m
Panjang	14,82 m
Lebar	44,45 m
Kapasitas pengendapan	bak 10979,71516 m ³ /jam

4. Bak Pengendapan Awal (B – 01) / Sedimentasi

Tabel 5. 10 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Pengendapan Awal / Sedimentasi
Kode	(B – 04)
Fungsi	Mengendapan kotoran yang terbawa dari air sungai
Bentuk	Seperti balok
Bahan	Beton bertulang
Volume	13175,65819 m ³
Waktu tinggal	24 jam
Over design	20 %
Dimensi	
Tinggi	20 m
Panjang	14,82 m
Lebar	44,45 m
Kapasitas pengendapan	bak 10979,71516 m ³ /jam

5. Bak Pengendapan Cepat (B – 02)

Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Flokulator/Bak Penggumpal

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Flokulator / Bak Penggumpal
Kode	(B – 05)

Fungsi	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran
Volume bak	3,0489 m ³
Over Design	20 %
Waktu pengendapan	1 menit
Dimensi	
Diameter	3,540491419 m
Tinggi	9 m
Bentuk	Silinder tegak
<hr/>	
Jenis pengaduk	
Jenis pengaduk	<i>Flat Turbine</i>
Diameter impeller	1,1802 m
Panjang impeller	0,2950 m
Elevasi pengaduk	3 m
Panjang Blade	0,1475 m
Jumlah baffle	4 buah
Lebar baffle	0,2950 m
Jumlah impeller	1
Power motor	50 Hp
<hr/>	

6. Klarifier

Tabel 5. 12 Spesifikasi Klarifier

Spesifikasi umum	
Nama alat	Klarifier
Kode	(CF – 01)
Fungsi	Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran koloid yang terbawa oleh air
Bentuk	Bak
Bahan	Beton bertulang
Diameter	17,7241196 m
Tinggi	10,36 m
Volume	10456,8716 m ³
Waktu tinggal	5 jam
Over design	20 %
Dimensi	

7. Saringan Pasir / *Sand Filter* (SF – 01)

Tabel 5. 13 Spesifikasi Saringan Pasir/*Sand Filter*

Spesifikasi umum	
Nama alat	Saringan Pasir
Kode	(FU – 02)

Fungsi	Menyaring partikel – partikel halus yang ada dalam air sungai
Kecepatan penyaringan	6,11 m ³ /m ² jam
Diameter partikel	0,45 in – 2,5 in
Material	Spheres
Dimensi	
Tinggi Tumpukan	1,2192 m
Panjang	16,4778 m
Lebar	16,4778 m

8. Bak Air Bersih (B – 06)

Tabel 5. 14 Spesifikasi Bak Penampung Sementara

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Penampungan Air Bersih
Kode	(B – 06)
Fungsi	Menampung air bersih hasil penyaringan
Waktu tinggal	8 jam
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton Bertulang
Volume	15929,456 m ³
Over design	20 %
Dimensi	

Tinggi	4 m
Panjang	56,6514 m
Lebar	18,22 m
Kapasitas bak penampungan	3982,3641 m ³

9. Bak Air Bersih (B – 07)

Tabel 5. 15 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Penampungan Air Bersih
Kode	(B – 07)
Fungsi	Menampung air bersih hasil penyaringan
Waktu tinggal	8 jam
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton Bertulang
Volume	15929,456 m ³
Over design	20 %
Dimensi	
Tinggi	4 m
Panjang	56,6514 m
Lebar	18,22 m

Kapasitas bak penampungan 3982,3641 m³

10. Bak Air Bersih (B – 08)

Tabel 5. 16 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Penampungan Air Bersih
Kode	(B – 08)
Fungsi	Menampung air bersih hasil penyaringan
Waktu tinggal	8 jam
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton Bertulang
Volume	15929,456 m ³
Over design	20 %
Dimensi	
Tinggi	4 m
Panjang	56,6514 m
Lebar	18,22 m
Kapasitas bak penampungan	3982,3641 m ³

11. Bak Air Bersih (B – 09)

Tabel 5. 17 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Penampungan Air Bersih
Kode	(B – 09)
Fungsi	Menampung air bersih hasil penyaringan
Waktu tinggal	8 jam
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton Bertulang
Volume	15929,456 m ³
Over design	20 %
Dimensi	
Tinggi	4 m
Panjang	56,6514 m
Lebar	18,22 m
Kapasitas bak penampungan	3982,3641 m ³

5.7.2 Pengolahan Air sanitasi (Domestic Water)

12. Bak Air Minum (B – 10)

Tabel 5. 18 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara

Spesifikasi umum	
Nama alat	Bak Penampungan Air Minum
Kode	(B – 10)
Fungsi	Menampung air bersih hasil penyaringan
Waktu tinggal	24 jam
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton Bertulang
Volume	1162,6131 m ³
Over design	20 %
Dimensi	
Tinggi	4 m
Panjang	32,3474
Lebar	10,78 m
Kapasitas bak penampungan	1395,1357 m ³

5.7.3 Pengolahan Air Pendingin

13. Cooling Tower (CT – 01)

Tabel 5. 19 Spesifikasi Cooling Tower (CT-01)

Spesifikasi umum	
-------------------------	--

Nama alat	<i>Cooling tower</i>
Kode	(CT – 01)
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Luas tower	124,2273 m ²
Flux volume	12,22 m ³ /m ² jam
Kebutuhan udara	788,3513 ft ³ /min
Dimensi	
Tinggi	9,144 m
Panjang	11,1457 m
Lebar	11,1457 m
Daya Penggerak Fan	1 hp

5.7.4 Pengolahan Air Steam

14. Tangki Penukat Kation (TK – 01)

Tabel 5. 20 Spesifikasi Tangki Penukar Kation

Spesifikasi umum	
Nama alat	Tangki Penukar Kation
Kode	(TK – 01)
Fungsi	Menghilangkan mineral
Bentuk	Tangki silinder
Over design	20 %
Dimensi	

Volume	1,957344661 m ³
Diameter	1,355790151 m
Tinggi	1,626948181 m

15. Tangki Penukat Anion (TA – 01)

Tabel 5. 21 Spesifikasi Tangki Penukar Anion

Spesifikasi umum	
Nama alat	Tangki Penukar Anion
Kode	(TA – 01)
Fungsi	Menghilangkan mineral
Bentuk	Tangki silinder
Over design	20 %
Dimensi	
Volume	0,62635 m ³
Diameter	0,927347419 m
Tinggi	1,112816903 m

16. Tangki NaCl (T – 02)

Tabel 5. 22 Spesifikasi Tangki NaCl

Spesifikasi umum	
Nama alat	Tangki NaCl

Kode	(T – 01)
Fungsi	Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation <i>exchanger</i>
Bentuk	Tangki silinder
Over design	20 %
Dimensi	
Volume	1,512563514 m ³
Diameter	1,170794924 m
Tinggi	1,170794924 m

17. Tangki NaOH (T – 02)

Tabel 5. 23 Spesifikasi Tangki NaOH

Spesifikasi umum	
Nama alat	Tangki NaOH
Kode	(T – 02)
Fungsi	Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion <i>exchanger</i>
Bentuk	Tangki silinder
Over design	20 %
Dimensi	
Volume	0,484020324 m ³
Diameter	0,800812463 m

Tinggi 0,800812463 m

18. Tangki Umpan *Boiler* (T – 06)

Tabel 5. 24 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler

Spesifikasi umum	
Nama alat	Tangki Umpan <i>Boiler</i>
Kode	(T – 06)
Fungsi	Mencampur kondensat sirkulasi dan <i>makeup</i> air umpan <i>boiler</i>
Waktu tinggal	8 Jam
Bentuk	Tangki silinder Horizontal
Over design	20 %
Dimensi	
Volume	129,6239319 m ³
Diameter	3,803277536 m
Panjang	11,40983261 m

19. *Boiler* (BO– 01)

Tabel 5. 25 Spesifikasi Boiler (BO-01)

Spesifikasi umum	
Nama alat	<i>Boiler</i>

Kode	(BO – 01)
Fungsi	Menguapkan air menjadi <i>steam</i>
Luas	7976,500749 m ²
Kebutuhan bahan bakar	16414,26673 L/jam

Dimensi

Panjang Pipa	3,6576 m
Diameter Pipa	0,073025 m
Jumlah Pipa	9505

Tabel 5. 26 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU - 01	PU - 02	PU- 03
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>Bak pengendap awal</i>	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>Bak pengendap awal</i>	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>Bak pengendap awal</i>
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Impeller	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>
Kapasitas	2014,26 gpm	2014,26 gpm	2014,26 gpm
Rate volumetrik	0,12078 m ³ /s	0,12078 m ³ /s	0,12078 m ³ /s
Kecepatan aliran	1,0784 m/s	1,0784 m/s	1,0784 m/s

Dimensi Pipa :

IPS	16 in	16 in	16 in
Flow Area	183 in ²	183 in ²	183 in ²
OD	16 in	16 in	16 in
ID	15,25 in	15,25 in	15,25 in

Head pompa

Efisiensi motor	87 %	87 %	87 %
Power Pompa	12,5 Hp	12,5 Hp	12,5 Hp
Power Motor	15 Hp	15 Hp	15 Hp

Parameter	PU - 04	PU - 05	PU - 06
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>Bak pengendap awal</i>	Mengalirkan air dari bak pengendap awal ke klarifier	Mengalirkan air dari bak pengendap awal ke klarifier
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Impeller	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>
Kapasitas	2014,26 gpm	7673.3 gpm	7673.3 gpm
Rate volumetrik	0,12078 m ³ /s	0,48411 m ³ /s	0,48411 m ³ /s
Kecepatan aliran	1,0784 m/s	1,6054 m/s	1,6054 m/s

Dimensi Pipa :

IPS	16 in	18 in	18 in
Flow Area	183 in ²	234 in ²	234 in ²
OD	16 in	18 in	18 in
ID	15,25 in	17,25 in	17,25 in

Head pompa

Efisiensi motor	87 %	88 %	88 %
Power Pompa	12,5 Hp	67 Hp	67 Hp
Power Motor	15 Hp	100 Hp	100 Hp

Parameter	PU - 07	P - 08	P - 09
Fungsi	Mengalirkan air dari klafier menuju <i>sand filter</i>	Mengalirkan air dari klafier menuju <i>sand filter</i>	Mengalirkan air <i>sand filter</i> menuju bak air bersih
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Impeller	<i>Mixedl Flow Impeller</i>	<i>Mixedl Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>
Kapasitas	3635,7 gpm	3635,7 gpm	2423,1 gpm
Rate volumetrik	0,22938 m ³ /s	0,22938 m ³ /s	0,15287 m ³ /s
Kecepatan aliran	2,57847 m/s	2,57847 m/s	1,2972 m/s

Dimensi Pipa :

IPS	18 in	18 in	16 in
Flow Area	234 in ²	234 in ²	183 in ²
OD	18 in	18 in	16 in

ID	17,25 in	17,25 in	15,25 in
Head pompa			
Efisiensi motor	86 %	86 %	85 %
Power Pompa	30,32 Hp	30,32 Hp	7,5 Hp
Power Motor	40 Hp	40 Hp	10 Hp

Parameter	PU - 10	PU - 11	PU - 12
Fungsi	Mengalirkan air <i>sand filter</i> menuju bak air bersih	Mengalirkan air <i>sand filter</i> menuju bak air bersih	Mengalirkan air dari tangki air bersih ke tangki air minum dan umpan boiler
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Impeller	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Radial Flow Impeller</i>
Kapasitas	2423,1 gpm	2423,1 gpm	3479,15 gpm
Rate volumetrik	0,15287 m ³ /s	0,15287 m ³ /s	0,2195 m ³ /jam
Kecepatan aliran	1,2972 m/s	1,2972 m/s	1,4457 m/s

Dimensi Pipa :

IPS	16 in	16 in	18 in
Flow Area	183 in ²	183 in ²	234 in ²
OD	16 in	16 in	18 in
ID	15,25 in	15,25 in	17,25 in

Head pompa

Efisiensi motor	85 %	85 %	88 %
Power Pompa	7,5 Hp	7,5 Hp	825 Hp
Power Motor	10 Hp	10 Hp	100 Hp

Parameter	PU - 13	PU - 14	PU - 15
Fungsi	Mengalirkan air dari tangki air bersih ke tangki air minum dan umpan boiler	Mengalirkan air dari desain ke <i>cooling tower</i> (CT – 01)	Mengalirkan air dari desain ke <i>cooling tower</i> (CT – 01)
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Impeller	<i>Radial Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>
Kapasitas	3479,15 gpm	3623,4 gpm	3623,4 gpm
Rate volumetrik	0,2195 m ³ /jam	0,2287 m ³ /jam	0,2287 m ³ /jam
Kecepatan aliran	1,4457 m/s	1,15667 ft/s	1,15667 ft/s
Dimensi Pipa :			
IPS	18 in	18 in	18 in
Flow Area	234 in ²	234 in ²	234 in ²
OD	18 in	18 in	18 in
ID	17,25 in	17,25 in	17,25 in
Head pompa			
Efisiensi motor	88 %	85 %	85 %

Power Pompa	825 Hp	100 Hp	100 Hp
Power Motor	100 Hp	125 Hp	125 Hp

Parameter	PU - 16
Fungsi	Mengalirkan air menuju boiler
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>
<i>Impeller</i>	<i>Radial Flow Impeller</i>
Kapasitas	654 gpm
Rate volumetrik	0,04126 m ³ /jam
Kecepatan aliran	0,81098 m/s
Dimensi Pipa :	
IPS	10 in
Flow Area	78,8 in ²
OD	10,25 in
ID	10,02 in
Head pompa	
Efisiensi motor	87 %
Power Pompa	0,0465 Hp
Power Motor	40 Hp

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow (Rate DFCR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

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

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

Meliputi:

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

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya Variabel (*Variabel Cost*)
- c. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

6.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik bioavtur beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2025. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1990 sampai 2025, dicari dengan persamaan regresi linier.

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1970	125,7
2	1971	132,3
3	1972	137,2
4	1973	144,1
5	1974	165,4
6	1975	182,4
7	1976	192,1
8	1977	204,1
9	1978	218,8
10	1979	238,7
11	1980	261,2
12	1981	297,0
13	1982	314,0

14	1983	317,0
15	1984	322,7
16	1985	325,3
17	1986	318,4
18	1987	323,8
19	1988	342,5
20	1989	355,4
21	1990	357,6
22	1991	361,3
23	1992	358,2
24	1993	359,2
25	1994	368,1
26	1995	381,1
27	1996	381,7
28	1997	386,5
29	1998	389,5
30	1999	390,6
31	2000	394,1
32	2022	642,857
33	2023	652,350
34	2024	661,844
35	2025	671,337

36	2026	680,831
37	2027	690,324
38	2028	699,818

(Sumber : Peter Timmerhaus,1990)

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 9,4935 x - 18553$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, sehingga indeks pada tahun 2025 sebesar = 671,337. Harga – harga alat lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peters & Timmerhaus, tahun 1990 dan Aries & Newton, tahun 1995). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$E_x = E_y \cdot \frac{N_x}{N_y}$$

(Aries & Newton, 1955)

Dalam hubungan ini :

E_x : Harga pembelian pada tahun 2025

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi 2014

N_x : Index harga pada tahun 2014

N_y : Index harga pada tahun referensi 2025

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produk bioavtur	= 5.213.000 Kiloliter/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur Pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2025
Kurs mata uang tahun 2022	= 1US\$ = Rp 14.539

6.3 Perhitungan Biaya

1. *Capital Investment*

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

Capital investment terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

2. *Manufacturing Cost*

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

Menurut Aries & Newton tabel 23, *Manufacturing Cost* meliputi:

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

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

c. *Fixed Cost*

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

3. *General Expense*

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

6.4 Analisa Kelayakan

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

1. Percent Return On Investment

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

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

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

- a. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
- b. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian

modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

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

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

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

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

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

Dalam hal ini :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point (SDP) adalah :

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).
- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

5. *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DFCR)*

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DFCR) adalah :

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DFCR :

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

Dimana :

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash flow: profit after taxes + depresiasi + finance*

N : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

6.5 Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik Bioavtur ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan. Hasil perhitungan disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 6. 1 Physical Plant Cost

No	Jenis		Harga (Rp)		Harga (\$)
1	Purchased Equipment Cost	Rp	10.501.986.177.165,00	\$	721.191.195
2	Delivered Equipment Cost	Rp	2.625.496.544.291	\$	180.297.799
3	Instalasi Cost	Rp	1.871.355.566.292	\$	128.509.516
4	Pemipaan	Rp	5.974.006.733.428	\$	410.246.308
5	Instrumentasi	Rp	2.654.752.386.295	\$	182.306.853
6	Insulasi	Rp	426.956.005.128	\$	29.319.874
7	Listrik	Rp	1.050.198.617.717	\$	72.119.119
8	Bangunan	Rp	18.860.000.000	\$	1.295.152
9	Land & Yard Improvement	Rp	25.138.000.000	\$	1.726.274
Physical Plant Cost (PPC)		Rp	25.148.750.030.315,60	\$	1.727.012.088

DPC (Direct Plan Cost) = *PPC + Engineering and Construction*

= \$ 1.072.137.863

= Rp 30.174.471.557.907

Tabel 6. 2 *Fixed Capital Investment*

No	Fixed Capital		Biaya, \$
1	<i>Direct Plant Cost</i>	\$	2.072.414.506
2	<i>Contractor's fee</i>	\$	82.896.580
3	<i>Contigency</i>	\$	207.241.451
	Jumlah	\$	2.072.414.506

Tabel 6. 3 *Direct Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses		Biaya (Rp)		Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp	7.846.515.594.720,00	\$	538.835.022
2	<i>Labor</i>	Rp	45.912.000.000	\$	3.152.864
3	<i>Supervision</i>	Rp	459.120.000	\$	31.529
4	<i>Maintenance</i>	Rp	4.526.775.005.457	\$	310.862.176
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp	679.016.250.819	\$	46.629.326
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp	294.324.416.097	\$	20.211.813
7	<i>Utilities</i>	Rp	220.277.879.344	\$	15.126.897
	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp	13.613.280.266.437	\$	934.849.627

Tabel 6. 4 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Type of Expenses		Biaya (Rp)		Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp	6.886.800.000	\$	472.930
2	<i>Laboratory</i>	Rp	918.240.000	\$	63.057
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp	22.956.000.000	\$	1.576.432
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp	1.471.622.080.485	\$	101.059.063
	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp	1.502.383.120.485	\$	103.171.482

Tabel 6. 5 *Fixed Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depreciation	Rp 2.414.280.002.910	\$ 165.793.160
2	Propertu taxes	Rp 301.785.000.364	\$ 20.724.145
3	Insurance	Rp 301.785.000.364	\$ 20.724.145
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp 3.017.850.003.638	\$ 207.241.451

Tabel 6. 6 Manufacturing Cost

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 13.613.280.266.437	\$ 934.849.627
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp 1.502.383.120.485	\$ 103.171.482
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp 3.017.850.003.638	\$ 207.241.451
Manufacturing Cost (MC)		Rp 18.133.513.390.560	\$ 1.245.262.559

Tabel 6. 7 Working Capital

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material Inventory	Rp 713.319.599.520	\$ 48.985.002
2	Inproses Onventory	Rp 2.266.689.173.820	\$ 155.657.820
3	Product Inventory	Rp 1.648.501.217.324	\$ 113.205.687
4	Extended Credit	Rp 2.675.676.509.973	\$ 183.743.752
5	Available Cash	Rp 1.648.501.217.324	\$ 113.205.687
Working Capital (WC)		Rp 8.952.687.717.960	\$ 614.797.948

Tabel 6. 8 General Expenses

No	Type of Expenses		Biaya (Rp)		Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp	882.973.248.291	\$	60.635.438
2	<i>Sales Expense</i>	Rp	1.177.297.664.388	\$	80.847.251
3	<i>Research</i>	Rp	882.973.248.291	\$	60.635.438
4	<i>Finance</i>	Rp	782.623.755.087	\$	53.744.249
	<i>General Expenses(GE)</i>	Rp	3.725.867.916.057	\$	255.862.376

Tabel 6. 9 Analisa Keuntungan

Analisa Keuntungan		
Total penjualan	Rp	29.432.441.609.700
Total production cost	Rp	21.859.381.306.616
Keuntungan sebelum pajak	Rp	7.573.060.303.084
pajak (35-45 % dari keuntungan)	Rp	2.650.571.106.079
Keuntungan setelah pajak	Rp	4.922.489.197.004

6.5.2 Analisa Kelayakan

Penjualan :

1. Bioavtur

Produksi : 1.868.587 kiloliter/tahun

Harga Jual : Rp 15.748.000

Total Penjualan : Rp 2.020.773.800

2. Nafta

Produksi : 3090,18 kg/tahun

Harga Jual : Rp 15000

Total Penjualan : Rp 46.352.700

3. Biodiesel

Produksi : 399.257 kiloliter/tahun

Harga Jual : Rp 11.000

Total Penjualan : Rp 5.589.598.000

4. CO2

Produksi : 27.053 kiloliter/tahun

Harga Jual : Rp 11000

Total Penjualan : Rp 297.583.000

a. *Return On Investment (ROI)*

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

ROI sebelum pajak : 25,09 %

ROI setelah pajak : 16,31 %

b. *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak : 2,8 tahun

POT setelah pajak : 3,8 tahun

c. *Break Event Point (BEP)*

Tabel 6. 10 Annual Fixed Cost (Fa)

Fa (Fixed Cost)				
Depresiasi	Rp	2.414.280.002.910	\$	165.793.160
Property Taxes	Rp	301.785.000.364	\$	20.724.145
Asuransi	Rp	301.785.000.364	\$	20.724.145
Total Nilai Fa	Rp	3.017.850.003.638	\$	207.241.451

Tabel 6. 11 Regulated Cost

Ra (Regulated cost)				
Gaji Karyawan	Rp	45.912.000.000	\$	3.152.864
Payroll Overhead	Rp	6.886.800.000	\$	472.930
supervision	Rp	459.120.000	\$	31.529
Plant Overhead	Rp	22.956.000.000	\$	1.576.432
Laboratorium	Rp	918.240.000	\$	63.057
General Expense	Rp	3.725.867.916.057	\$	255.862.376
Maintenance	Rp	4.526.775.005.457	\$	310.862.176
Plant Supplies	Rp	679.016.250.819	\$	46.629.326
Total Nilai Ra	Rp	9.008.791.332.332	\$	618.650.689

Tabel 6. 12 Variable Cost

Va (Variabel Cost)				
Raw material	Rp	7.846.515.594.720,00	\$	538.835.022
Packaging	Rp	1.177.297.664.388	\$	80.847.251
Shipping	Rp	294.324.416.097	\$	20.211.813
Utilities	Rp	220.277.879.344	\$	15.126.897
Royalty & Patent	Rp	294.324.416.097	\$	20.211.813
Total Nilai Va	Rp	9.832.739.970.646,32	\$	675.232.796

Tabel 6. 13 Sales Cost

sales	
Sa (Sales)	Rp 29.432.441.609.700

Dari tabel diatas dapat disimpulkan :

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

BEP : 43%

d. *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP : 20,3304%

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur pabrik : 10 tahun

Fixed Capital Investment : Rp 30.178.500.036.379

Working Capital : Rp 8.952.687.717.960

Salvage Value (SV) : Rp 2.414.280.002.910

Cash Flow (CF) : Annual Profit + Depresiasi + Finance

: Rp 8.119.392.955.001

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

$$R = S$$

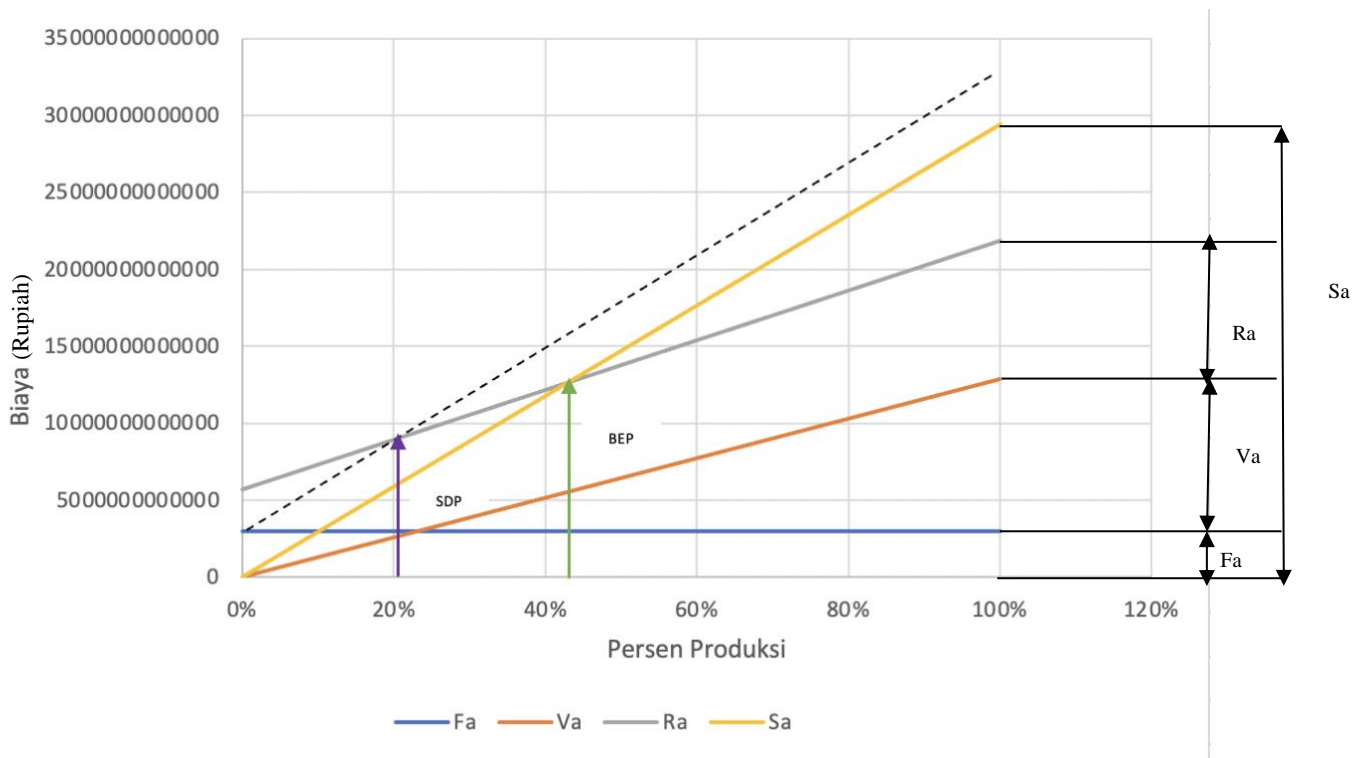
Dengan *trial and error* dioperoleh nilai $i = 19,77\%$

Tabel 6. 14 Analisa Kelayakan

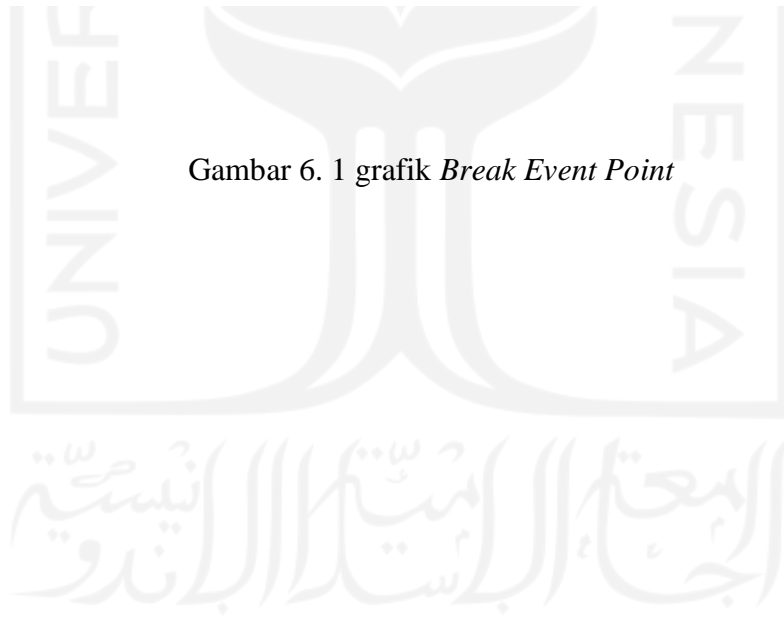
Kriteria	Terhitung	Persyaratan
ROI sebelum pajak	25,09 %	ROI before taxes
ROI setelah pajak	16,31 %	minimum low 11 %, high 44%
POT sebelum pajak	2,8	POT before taxes
POT setelah pajak	3,8	maksimum, low 5 th, high 2th
BEP (%)	43%	kisaran 40-60%
SDP (%)	20,3304%	> 20%
DCFR	19,77%	> 1,5 bunga bank = minimum

Dari tabel 6.14 dapat disimpulkan bahwa pabrik bioavtur ini layak untuk didirikan dengan hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik ini memiliki tingkat resiko rendah (*low risk*) dengan Return of Investment (ROI) minimal sebesar 11%, Pay Out Time (POT) maksimal sebesar 5 tahun, dan Break even Point (BEP) sebesar 40-60%.

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik bioavtur dari CPO dapat dipahami melalui grafik berikut :



Gambar 6. 1 grafik *Break Event Point*



BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Pabrik bioavtur didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi impor, memberi lapangan pekerjaan, dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik bioavtur dari CPO dengan kapasitas 5.213.000 kiloliter/tahun ini akan didirikan di Dumai, Riau dengan pertimbangan dekat dengan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik serta mempunyai prospek yang baik karena lokasinya dekat dengan kawasan industri. Membutuhkan sekitar 8.943.215 ton/tahun CPO.
3. Berdasarkan analisis ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Keuntungan yang diperoleh

Keuntungan sebelum pajak sebesar	: Rp 7.577.896.436.930
Keuntungan setelah pajak (35%) sebesar	: Rp 4.925.632.684.004
 - b. *Return of Investment (ROI)* : 16,32%
 - c. *Pay Out Time (POT)* : 3,8 tahun
 - d. *Break Event Point (BEP)* : 43%
 - e. *Shut Down Point (SDP)* : 20,3157%
 - f. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* : 19,77%
4. Pabrik bioavtur ini layak untuk didirikan dengan hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik ini memiliki tingkat resiko rendah (*low risk*) dengan Return of

Investment (ROI) minimal sebesar 11%, Pay Out Time (POT) maksimal sebesar 5 tahun, dan Break even Point (BEP) sebesar 40-60%. Bahan baku yang digunakan cenderung tidak berbahaya dan mudah dalam penyimpanan dan pengolahannya dan digunakan tekanan yang tidak terlalu tinggi sehingga tingkat keamanan terjamin.

7.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang ramah lingkungan.
3. Produk bioavtur dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Alibaba. 2020. *Price of Acetanilide*. <http://www.alibaba.com/>. Diakses pada Tanggal 4 Juli 2022 Pukul 20.00 WIB

Aries, R. S. and Newton, R. D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

Brownell, L.E. and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Chemical Engineering. 2022. *The Chemical Engineering Plant Cost Index*. <http://www.chemengonline.com/pci/>. Diakses pada Tanggal 1 Juli Pukul 14.00 WIB.

Coulson, J. M. and Richardson J. F. 1983. *Chemical Engineering volume 6*. Pergamon Press, New York.

Google Maps. 2022. My Maps. <http://www.maps.google.com/>. Diakses pada Tanggal 24 Juni 2022 Pukul 22.00 WIB.

Kern, D. Q., 1965, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, Japan.

Kurs Dollar. 2022. Mata Uang USD. <http://www.kursdollar.org/>. Diakses pada Tanggal 10 Juli 2022 Pukul 23.15 WIB.

Matche. 2022. Equipment Cost. <http://www.matche.com/>. Diakses pada Tanggal 10

Juni 2022 Pukul 11.30 WIB.

McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. 1993. *Unit operations of chemical engineering (Vol. 5, p. 154)*. New York: McGraw-hill.

OLX. 2022. Harga Tanah & Bangunan. <http://olx.co.id/>. Diakses pada tanggal 7

Juli 2022 pukul 20.45 WIB.

Perry, R.H. and Green, D.W. 1984. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6ed.* Mc Graw Hill Book Co., Singapore.

Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*. Mc Graw Hill Book Companies, Inc., New York.

LAMPIRAN-1

PERANCANGAN REAKTOR

4. Perancangan Reaktor

Jenis : *Fixed Bed Reactor*

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi deoksigenasi *Palmitic Acid*

Kondisi Operasi : Suhu = 400 °C

Tekanan = 2,5 atm

Konversi = 80%

Reaksi Eksotermis, Adiabatis

- Tujuan perancangan :
1. Menentukan jenis reaktor
 2. Menghitung neraca massa
 3. Menghitung neraca panas
 4. Perancangan reactor

Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Massa <i>Input</i> (kg/jam)	Massa <i>Output</i> (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4
H ₂	15306	3061,2
CPO	653056	130611,2
H ₂ O	0	73468,8
Bioavtur	0	252287,778

C1	0	4612,208
C2	0	1844,8832
C3	0	32285,456
C4	0	16603,9488
Nafta	0	61803,5872
Biodiesel	0	46122,08
CO ₂	0	45660,8592
Total	685888,4	668362

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor



1. Menentukan jenis reaktor

Dipilih reaktor *fixed bed* dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Zat pereaksi berupa fase gas dengan katalis padat
2. Reaksi sangat eksotermis sehingga memerlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin optimal
3. Tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor
4. Umur katalis panjang 12-15 bulan
5. Membutuhkan sedikit perlengkapan bantu

6. Konstruksi reaktor fixed bed multi tube lebih sederhana jika dibandingkan

dengan reaktor fluidized bed sehingga biaya pembuatan, operasional, dan perawatannya relatif murah.

7. Pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan tipe shell and tube

Pada perancangan reaktor ada beberapa asumsi yang diambil :

1. Aliran plug flow, diasumsi tidak terjadi gradient konsentrasi kearah radial.
2. Dispersi aksial diabaikan
3. Kondisi operasi pada steady state.
4. Tekanan operasi konstan.

2. Menghitung neraca massa

a. Menentukan hubungan antara waktu reaksi dan komposisi

Dihitung dengan menggunakan neraca massa komponen yang terlibat dalam reaksi. Persamaan laju reaksi pada reaksi ini mengikuti persamaan laju reaksi orde 1.

Neraca massa untuk *Hexadecane*

kecepatan massa *hexadecane* masuk - kecepatan massa *hexadecane* keluar + kecepatan massa *hexadecane* yang terbentuk = akumulasi

$$-\frac{dF_A}{dW} = (-r_A)$$

Dimana : $F_A = F_{A0}(1-x)$

$$dF_A = -F_{A0}.dx$$

Sehingga diperoleh :

$$F_{A0} \frac{dx}{dW} = (-r_A)$$

Dengan $W = S \cdot \rho_b \cdot z$

Sehingga persamaan diatas menjadi :

$$\frac{F_{A0}}{S \cdot \rho_b} \frac{dx}{dz} = (-r_A)$$

$$\frac{dx}{dz} = \frac{S \cdot \rho_b (-r_A)}{F_{A0}}$$

Tekanan parsial CPO :

$$y_{CPO} = \frac{F_A}{F_{Total}} P$$

dengan nilai k : $8,0942^{10} e^{-125641,168/RT}$

persamaan laju reaksi (-rA) :

$$8,0942^{10} e^{-125641,168/RT} \cdot y_A \cdot P \cdot R \cdot T$$

Sehingga persamaan neraca massa menjadi :

$$\frac{dx}{dz} = \frac{S \cdot \rho_b \cdot 8,0942^{10} e^{-125641,168/RT} \cdot y_A \cdot P}{F_{A0} \cdot R \cdot T}$$

3. Menghitung neraca panas

Heat of input – Heat of output + Heat of generation – Heat transfer = Acc

$$H|_z - H|_{z+\Delta z} + (-r_A) \cdot \Delta H_R \cdot V$$

$$H|_z - H|_{z+\Delta z} = -(-r_A) \cdot \Delta H_R \cdot V$$

$$H|_z - H|_{z+\Delta z} = -(-r_A) \cdot \Delta H_R \cdot \frac{\pi}{4} ID^2 \Delta z$$

$$\frac{H|_z - H|_{z+\Delta z}}{\Delta z} = -(-r_A) \cdot \Delta H_R \cdot \frac{\pi}{4} ID^2$$

$$\lim_{\Delta z} \frac{H|_z - H|_{z+\Delta z}}{\Delta z} = -(-r_A) \cdot \Delta H_R \cdot \frac{\pi}{4} ID^2$$

$$\frac{dH}{dz} = (-r_A) \cdot \Delta H_R \cdot \frac{\pi}{4} ID^2$$

Dimana :

$$H = Q = \sum F_i \cdot C_{pi} \cdot (T - T_{ref})$$

$$dH = \sum F_i \cdot C_{pi} \cdot dT$$

$$\sum F_i \cdot C_{pi} \cdot \frac{dT}{dz} = (-r_A) \cdot \Delta H_R \cdot \frac{\pi}{4} ID^2$$

$$\frac{dT}{dz} = \frac{F_{A0} \cdot \Delta H_R \cdot \frac{dx}{dz}}{\sum F_i \cdot C_{pi}}$$

4. Menghitung *Pressure Drop*

Dalam pipa = penurunan tekanan dalam pipa berisi katalisator (*Fixed Bed*) digunakan persamaan Ergun 11.6 (Fogler chapter 11 hal 492 “Chemical Reactor Design For Process Plants”).)

$$\frac{dP}{dz} = - \frac{G}{\rho_g \cdot g \cdot D_p} \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon^3} \left[\frac{150(1 - \varepsilon)\mu}{D_p} + 1,75 \cdot G \right]$$

Dimana :

G = Kecepatan aliran massa gas dalam pipa, gr/cm³

ρ = Densitas gas, gr/cm³

D_p = Densitas partikel katalisator, cm

g = Gaya Gravitasi, cm/det²

ε = Porosity tumpukan katalisator

μ = Viskositas gas, gr/cm jam

Ketiga persamaan differensial diturunkan secara simultan menggunakan metode Runge Kutta dengan aplikasi computer MATLAB. Sehingga didapatkan hasil sebagaimana tertera pada tabel :

Z (cm)	X	T (K)	P (atm)
0	0	673,15	2,5
10	0,0098	673,2938	2,4982
20	0,0106	673,2874	2,4964
30	0,0254	673,2855	2,4946
40	0,0403	673,591	2,4927

50	0,0552	674,0005	2,4908
60	0,0702	674,4107	2,4889
70	0,0851	674,8214	2,4869
80	0,1	675,2325	2,4849
90	0,115	675,6441	2,4829
100	0,1299	676,0558	2,4808
110	0,1448	676,4678	2,4787
120	0,1597	676,8797	2,4766
130	0,1746	677,2915	2,4744
140	0,1895	677,7032	2,4721
150	0,2044	678,1144	2,4699
160	0,2192	678,5252	2,4676
170	0,234	678,9354	2,4652
180	0,2487	679,3448	2,4628
190	0,2634	679,7533	2,4604
200	0,278	680,1607	2,4579
210	0,2926	680,567	2,4553
220	0,3072	680,9719	2,4527
230	0,3216	681,3753	2,4501
240	0,336	681,777	2,4474
250	0,3503	682,177	2,4447

260	0,3645	682,5749	2,4419
270	0,3786	682,9707	2,4391
280	0,3926	683,3643	2,4363
290	0,4065	683,7553	2,4333
300	0,4203	684,1437	2,4304
310	0,434	684,5293	2,4273
320	0,4476	684,912	2,4243
330	0,461	685,2915	2,4211
340	0,4743	685,6678	2,4179
350	0,4875	686,0405	2,4147
360	0,5005	686,4097	2,4114
370	0,5134	686,7751	2,4081
380	0,5261	687,1366	2,4047
390	0,5387	687,494	2,4012
400	0,5511	687,8472	2,3977
410	0,5633	688,196	2,3942
420	0,5754	688,5404	2,3906
430	0,5872	688,88	2,3869
440	0,5989	689,215	2,3832
450	0,6104	689,545	2,3794
460	0,6217	689,87	2,3756

470	0,6329	690,1899	2,3718
480	0,6438	690,5046	2,3678
490	0,6545	690,814	2,3639
500	0,665	691,1179	2,3599
510	0,6754	691,4164	2,3558
520	0,6855	691,7093	2,3517
530	0,6954	691,9966	2,3476
540	0,7051	692,2782	2,3434
550	0,7146	692,5541	2,3392
560	0,7239	692,8242	2,3349
570	0,7329	693,0885	2,3306
580	0,7418	693,3469	2,3263
590	0,7504	693,5995	2,3219
600	0,7589	693,8463	2,3175
610	0,7671	694,0871	2,3131
620	0,7751	694,3221	2,3086
630	0,7829	694,5513	2,3041
640	0,7905	694,7747	2,2996
650	0,7979	694,9922	2,295
660	0,8051	695,204	2,2905
670	0,8121	695,4101	2,2859

680	0,8188	695,6105	2,2813
690	0,8254	695,8053	2,2767
700	0,8318	695,9946	2,272

Dipilih tinggi bed adalah 6,6 m dengan konversi sebesar 0,8051 \approx 80%.

5. Menghitung berat katalis

$$W = S \cdot \rho_b \cdot z$$

$$W = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \rho_b \cdot z$$

$$W = \pi \cdot \frac{1,8^2}{4} \cdot 6,1 \cdot 6,6$$

$$W = 102,4 \text{ kgkat}$$

6. Menghitung ukuran reaktor

a. Volume Shell Reaktor

Volume dibuat overdesign sebesar 13,5% dengan alasan keselamatan.

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times H \times (1 + 0,135)$$

$$V = \frac{\pi \cdot 1,8^2}{4} \cdot 6,6 \cdot 1,135$$

$$V = 19,0526 \text{ m}^3$$

b. Diameter Shell Reaktor

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{V \cdot 4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{2,8868 \cdot 4}{\pi}}$$

$$D = 1,9177 \text{ m} = 75,5 \text{ in}$$

c. Tebal dan Dinding reaktor

Spesifikasi :

1c. Bahan konstruksi

Low Alloy Steel SA-213, Grade T22, 2¼ Cr-1 Mo

2c. Allowable stress

Fall = 60000 Psi

3c. Faktor korosi

Faktor korosi berkisar antara 0,13 mm sampai 0,5 mm/tahun

Dirancang : faktor korosi = 0,5 mm/tahun

Umum reaktor : 10 tahun

$$C'' = 0,5 \frac{\text{mm}}{\text{tahun}} \times 10 \text{ tahun} \times 0,001 \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

$$C'' = 0,005 \text{ m}$$

4c. Effisiensi sambungan

e = 0,85 (diperoleh dari Meggeyessy, halaman 206)

5c. Tekanan perancangan

$P_{design} = 1,5 \times \text{tekanan operasi}$

$P_{design} = 1,5 \times 2,5 \text{ atm} \times [101,325 \text{ kPa/bar}]$

$P_{design} = 329,30625 \text{ kPa}$

6c. Jari – jari dalam

$$R = \frac{D}{2}$$

$$R = \frac{1,9177}{2} \text{ m}$$

$$R = 0,9588 \text{ m}$$

Dihitung dengan persamaan :

$$t_s = \frac{P_{gauge} \times R_o}{f_{all} \varepsilon + 0,4 P_{gauge}} + C''$$

P_{gauge} = Tekanan desain atau max, tekanan kerja yang diizinkan (psi)

f_{all} = Nilai tegangan material (psi) allowable stress

ε = Efisiensi sambungan

R_o = Radius luar (in)

D = Diamter luar (in)

t_s = Ketebalan dinding (in)

$$t_s = \frac{P_{design} \times R_o}{f_{all} \varepsilon + 0,4 P_{design}} + C''$$

$$t_s = \frac{329,30625 \text{ kPa} \times m}{413683,996 \text{ kPa} \times 0,85 + 0,4 \times 329,30625 \text{ kPa}} + 0,005$$

$$t_s = 0,0069947 \text{ m}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

digunakan tebal standar 3/16 in

Sehingga OD dari shell reaktor adalah

$$OD = 2 \times ts + ID$$

$$OD = 2 \times 3/16 + 75,5$$

$$OD = 75,875 \text{ in.}$$

Dipilih OD standar 78

Menentukan Head

Bahan yang digunakan untuk head sama dengan bahan shell yaitu Low Alloy Steel SA-213, Grade T22, 2¼ Cr-1 Mo, dan untuk tekanan operasi < 15 bar , head yang digunakan berjenis torispherical dished.

(Brownell, 1959)

Tebal Head

Diameter dalam, ID = 77,02 in

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

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{78}{4 \cdot \frac{3}{4}}} \right)$$

$$W = 1,763 \text{ in}$$

$$th = \frac{P \cdot r \cdot W}{2(f \cdot E - 0,1 \cdot P)}$$

$$th = \frac{47,76 \cdot 78 \cdot 1,763}{2(60000 \cdot 0,85 - 0,1 \cdot 47,76)}$$

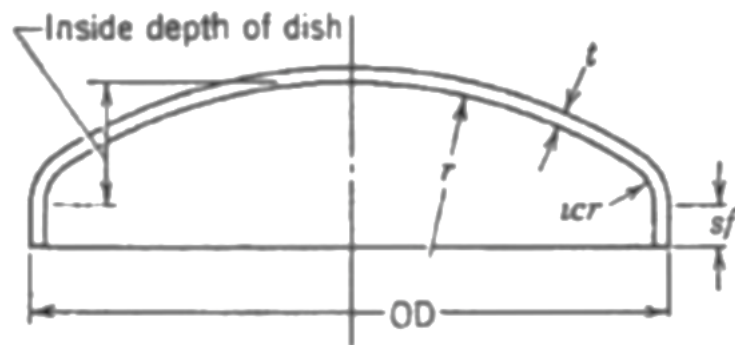
$$th = 1/16 \text{ in}$$

Dipilih tebal standar 3/16 in

Straight flange

Berkisar antara 1,5 – 3,5 in

Dipilih $sf = 3 \text{ in} = 0,0762 \text{ m}$



Keterangan :

t = tebal head

OD = Diameter luar

sf = *straight flange*

icr = *knuckle radius*

r = jari jari

Tinggi Head

$$H = \text{inside depth} + t + sf$$

$$H = r - \sqrt{(r - icr)^2 - \left(\frac{ID}{2} - icr\right)^2} + t + sf$$

$$H = 78 - \sqrt{(78 - 4,75)^2 - \left(\frac{77,02}{2} - 4,75\right)^2} + 0,1875 + 3$$

$$H = 16,1812 \text{ in} = 0,411 \text{ m}$$

Tinggi reaktor

$$H_{total} = H_{bed} + 2 H_{head}$$

$$H_{total} = 6,6 + 2 \cdot 0,411$$

$$H_{total} = 7,422 \text{ m}$$

Volume head

$$V = 0,000049d_i^3$$

Keterangan : d_i = diameter dalam vessel (in)

V = volume head piringan torispherical ke lens lurus (ft^3)

$$V = 0,000049(77,02)^3$$

$$V = 22,38755 \text{ ft}^3 = 0,634$$

Volume Total Reaktor

$$V_{total} = V_{bed} + 2 V_{head}$$

$$V_{total} = 19,0526 + 2 \cdot 0,63394$$

$$V_{total} = 20,3204$$

Perancangan isolasi reaktor

Bahan dinding reaktor digunakan bahan Low Alloy Steel SA-213,

Grade T22, 2¼ Cr-1 Mo dengan spesifikasi :

$$k = 19 \text{ W/m.C}$$

$$\rho = 7,85 \text{ kg/m}^3$$

Bahan isolasi reaktor digunakan bahan Asbestos Felt, 20 lamination/in

dengan spesifikasi :

$$k = 0,095 \text{ W/m.C}$$

$$\rho \text{ isolasi} = 570 \text{ kg/m}^3$$

Data :

r1 : Jari-jari dalam *shell*

r2 : jari-jari luar *shell*

r3 : jari-jari luar isolator

q1 : konveksi dari gas ke *shell*

q2 : konduksi melalui *shell* dinding reaktor

q3 : konduksi melalui isolator

q4 : konveksi dari permukaan luar isolator ke udara

T0 : suhu dinding dalam reaktor

T1 : suhu dinding luar reaktor

T2 : suhu dinding luar isolator (50 C)

Tu : suhu udara luar (30 C)

Bila suhu udara luar diasumsikan 30 C dan suhu permukaan luar

isolasi (T3) adalah 50 C maka diperoleh T bulk (Tf) :

$$T_f = \frac{T_2 + T_u}{2}$$

$$T_f = 313,15 \text{ K}$$

Sifat udara pada temperatur 313,15 K diperoleh dengan menghitung secara interpolasi dengan menggunakan data pada tabel A-5 Holman, 1986.

ρ udara : 1,131 kg/m³

C_p : 1,007 Kj/kg.C

μ : 1,906E-05 kg/m.s

ν : 1,701E+07 m²/s

k : 0,027 W/m.K

h : 10 J/s.m².K (natural convection)

Pr : 0,705

Data tambahan

β : 1/T_f = 3,1934E-03 K

g : 9,807 m/s²

H reaktor : 7,422 m

R1 : 1,9563 m

R2 : 1,9812 m

Didapatkan nilai R3 berdasarkan trial yaitu 2,0463 m

Sehingga diperoleh tebal isolasi yang akan digunakan adalah

R isolasi = R3 – R2

R isolasi = 2,0463 – 1,9812

R isolasi = 0,0651 m

Menghitung panas hilang ke lingkungan

$$Q_{losses} = \frac{T_0 - T_u}{\frac{\ln\left(\frac{R2}{R1}\right)}{k1 \cdot \pi \cdot 2 \cdot L} + \frac{\ln\left(\frac{R3}{R2}\right)}{k2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot L} + \frac{1}{h \cdot \pi \cdot 2 \cdot R3 \cdot L}}$$

$$Q_{losses} = 6297,76871 \text{ J/s}$$

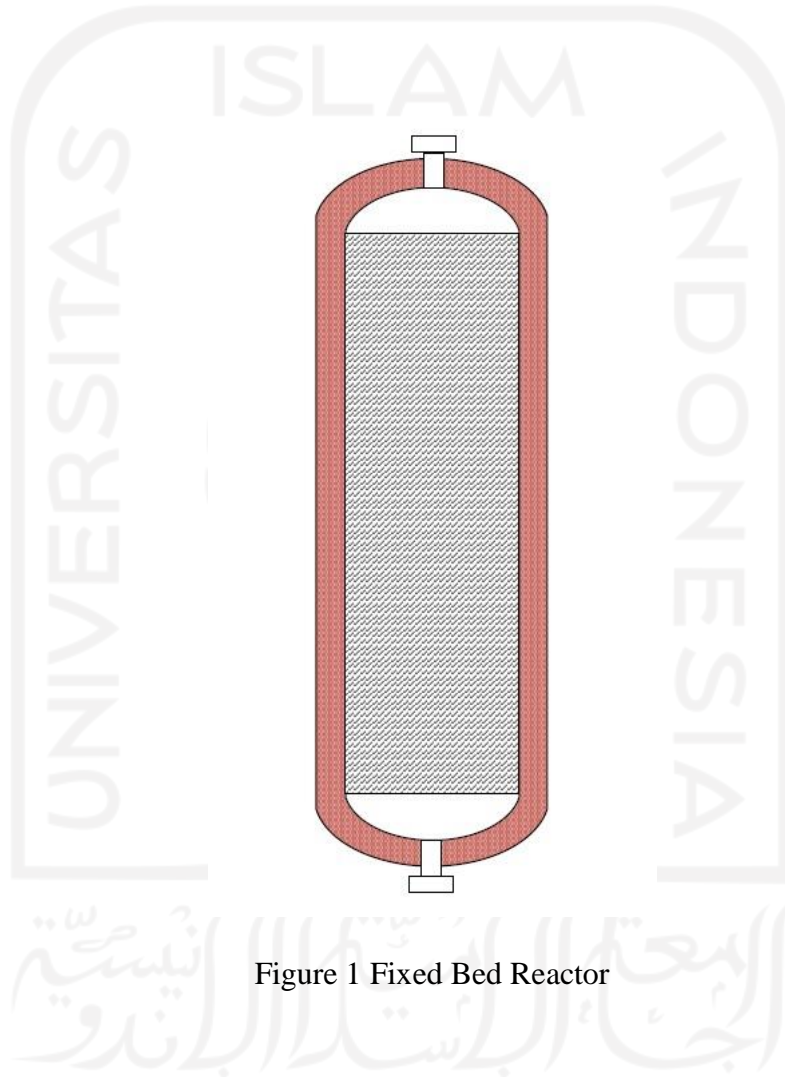
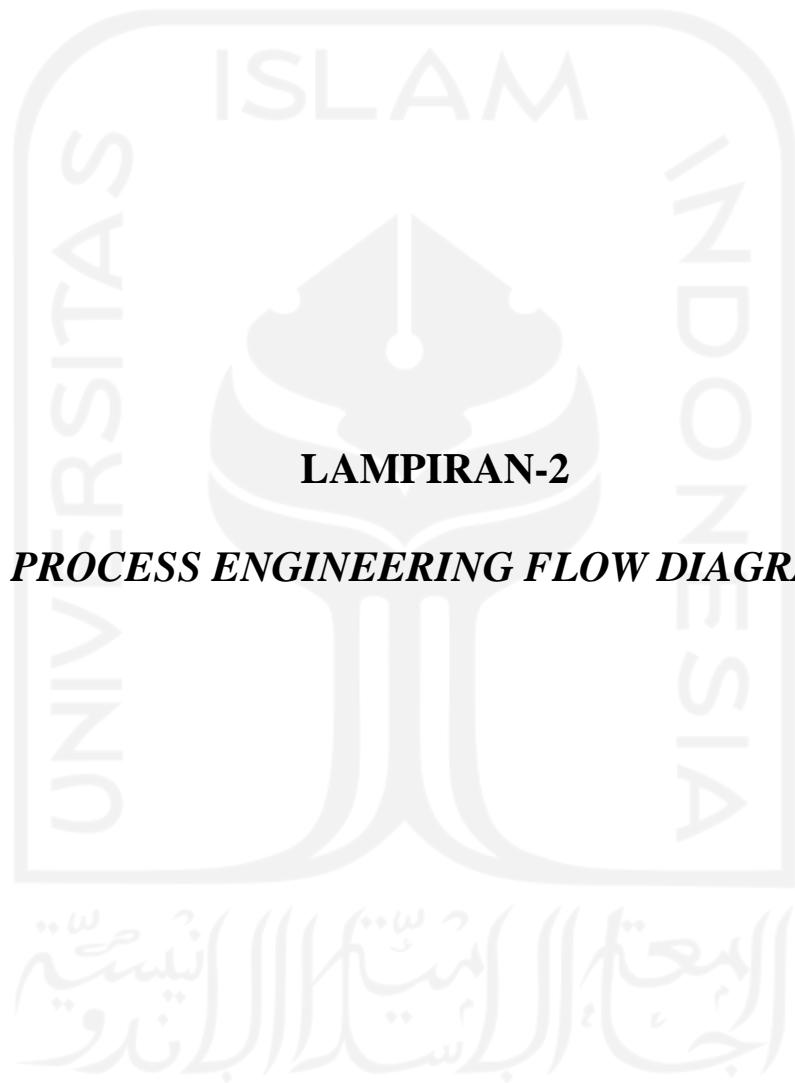


Figure 1 Fixed Bed Reactor



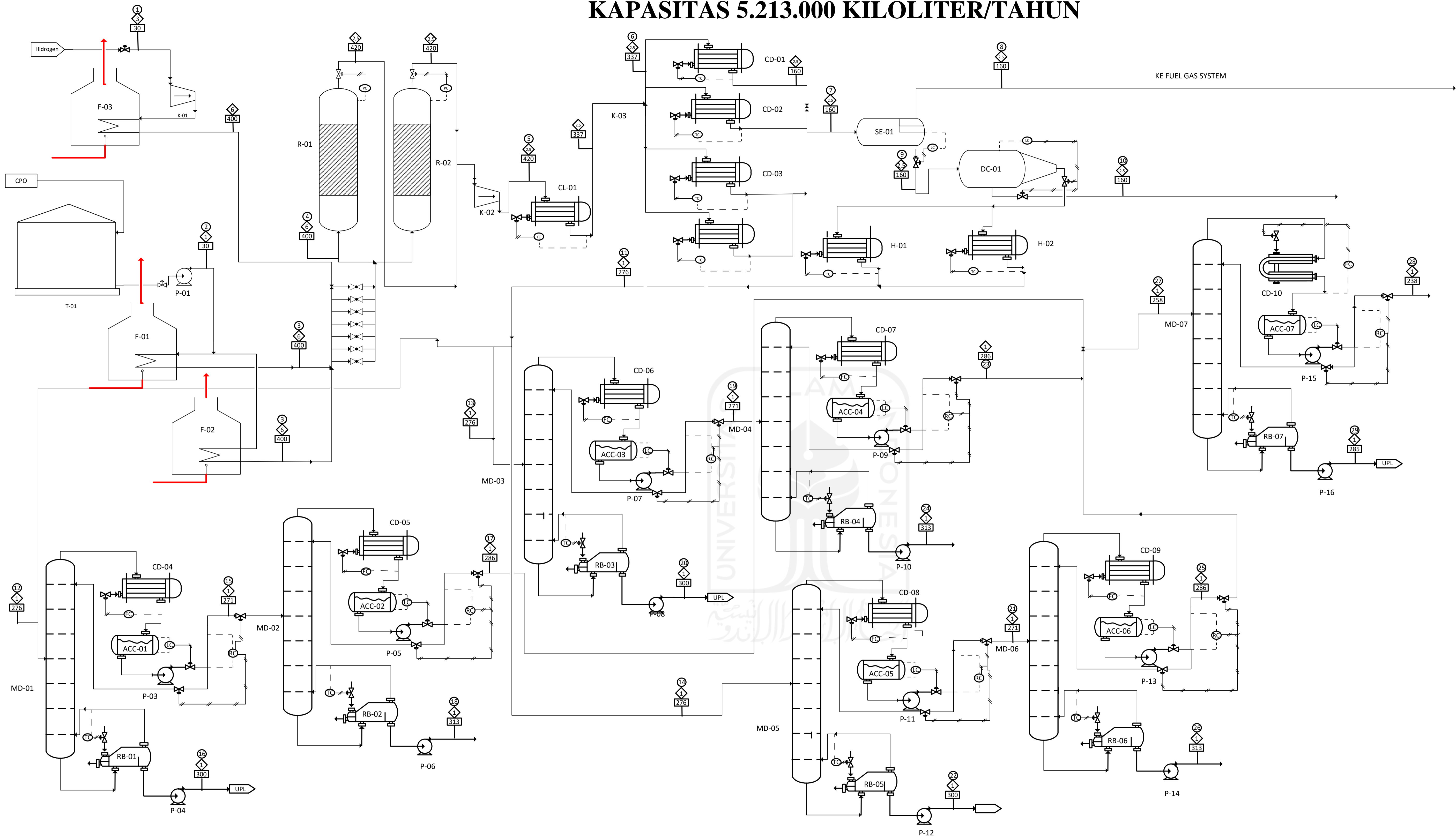
LAMPIRAN-2

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK BIO AVTUR DARI CPO

KAPASITAS 5.213.000 KILOLITER/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPO		653.056	326.528	326.528	130.611	43.537	130.611	0,0000	130.611		130.611	43.537	43.537	43.537	39.183
Bioavtur					252.288	84.096	252.288	0,0008	252.288		252.288	84.096	84.096	84.096	75.686
Nafta					61.804	20.601	61.804	0,0020	61.804		61.804	20.601	20.601	20.601	18.541
Biodiesel					46.122	15.374	46.122	0,0000	46.122		46.122	15.374	15.374	15.374	1.983
C1					4.612	1.537	4.612	4.612							
C2					1.845	615	1.845	1.845							
C3					32.285	10.762	32.285	32.285							
C4					16.604	5.535	16.604	16.604							
H2O					73.469	24.490	73.469	0,0699	73.469	73.469					
H2	15.306			7.653	3.061	1.020	3.061	3.061							
CO2					45.661	15.220	45.661	49.812							
Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
CPO	4.354	2.177	41.360	39.183	4.354	39.183	4.354	2.177	41.360	2.177	41.360				
Bioavtur	8.410	79.891	4.205	75.686	8.410	75.686	8.410	79.891	4.205	79.891	4.205	252.288		239.673	
Nafta	2.060	19.571	1.030	18.541	2.060	18.541	2.060	19.571	1.030	19.571	1.030	61.804		58.713	
Biodiesel	17.849			1.983	17.849	1.983	17.849								

Keterangan Instrumen		Keterangan Alat	
FC	Flow Controller	T	Tanki
LC	Level Controller	F	Furnace
LI	Level Indicator	P	Pompa
PC	Pressure Controller	K	Kompresor
RC	Ratio Controller	R	Reaktor
TC	Temperature Controller	CL	Cooler
WI	Weight Indicator	CD	Condensor
Keterangan Instrumen		SE	Separator
	Tekanan (atm)	DC	Dekanter
	Temperature (°C)	MD	Menara Distilasi
	Nomor Arus	RB	Reboiler
	Control Valve	H	Heater
	Piping		
	Sinyal Pneumatic		
	Sinyal Elektrik		



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022

PRARANCANGAN PABRIK BIOAVTUR DARI CPO
KAPASITAS 5.213.000 KILOLITER/TAHUN

DISUSUN OLEH :
Anugrah Adirizky (18521129)
Nabila Dytasya Ruswin (18521003)
DOSEN PEMBIMBING :
Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
Dr. Diana, S.T., M.Sc.

LAMPIRAN-3

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN



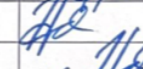
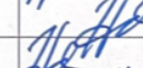
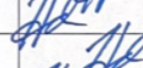
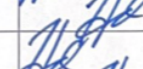
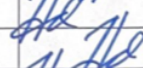
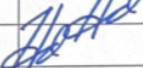
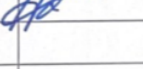
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Nabilla Dytasya Ruswin
No. MHS : 18521003
2. Nama Mahasiswa : Anugrah Adirizky
No. MHS : 18521129

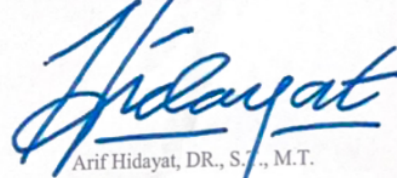
Judul Prarancangan: PRARANCANGAN PABRIK BIOAVTUR DARI CPO KAPASITAS 5.213.000 KILOLITER/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021

Batas Akhir Bimbingan : 4 Juni 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	27/12/2021	Pemilihan proses	
2	7/01/2022	Spesifikasi bahan dan analisis resiko proses	
3	24/01/2022	Diagram alir kualitatif	
4	3/02/2022	Spesifikasi reaktor	
5	4/02/2022	Koreksi luaran	
6	5/02/2022	Reaktor	
7	22/03/2022	Flowsheeting	
8	13/04/2022	Reaktor	
9	19/05/2022	Alat pemisah	

Dosen Pembimbing 1


Arif Hidayat, DR., S.T., M.T.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Nabilla Dytasya Ruswin

No. MHS : 18521003



2. Nama Mahasiswa : Anugrah Adirizky

No. MHS : 18521129

Judul Prarancangan: **PRARANCANGAN PABRIK BIOAVTUR DARI CPO KAPASITAS 5.213.000 KILOLITER/TAHUN**

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021

Batas Akhir Bimbingan : 4 Juni 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	22/12/2021	Penentuan Kapasitas Pabrik	
2	31/01/2022	Koreksi data kapasitas pabrik	
3	4/02/2022	Diagram alir kuantitatif	
4	4/03/2022	Penentuan delta hf	
5	6/03/2022	TDP dan TBP	
6	25/05/2022	Alat-alat besar	
7	14/06/2022	Heat Exchanger	
8	18/06/2022	Perancangan Kondensor	

Dosen Pembimbing 2



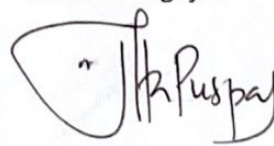
Diana, DR., S.T., M.Sc.

KARTU BIMBINGAN REVISI

1. Nama Mahasiswa : Nabilla Dytasya Ruswin
NIM : 18521003
2. Nama Mahasiswa : Anugrah Adirizky
NIM : 18521129
3. Semester/Tahun Akademik :
4. Nama Dosen Penguji : Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.

No	Tanggal	Konsultasi	Paraf Dosen
1.	11 - 08 - 2022	Konsultasi perbaikan PEPD	" Ifa Puspasari
2.	12 - 8 - 22	Perbaikan sistem kontrol penulisan ans di PFD	" Ifa Puspasari

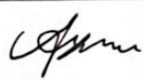
Dosen Penguji 1




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

KARTU BIMBINGAN REVISI

1. Nama Mahasiswa : Nabilla Dytasya Ruswin
NIM : 18521003
2. Nama Mahasiswa : Anugrah Adirizky
NIM : 18521129
3. Semester/Tahun Akademik :
4. Nama Dosen Penguji : Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng.

No	Tanggal	Konsultasi	Paraf Dosen
1.	12-08-2022	Konsultasi PEFD	

Dosen Penguji 2



Cholila Tamzisy, S.T., M.Eng.