



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA - TK 184803

MINYAK GORENG DARI DEDAK PADI

Oleh:

**Indriana Purwaningsih
NRP. 0221164000043**

**Nur Huda
NRP. 0221164000088**

**Dosen Pembimbing :
Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D., IPM
NIP. 1976 03 23 2002 12 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN
REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

MINYAK GORENG DARI DEDAK PADI

Oleh :

**Indriana Purwaningsih
NRP. 0221164000043**

Nur Huda

NRP. 0221164000088

Dosen Pembimbing :

**Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D., IPM
NIP. 1976 03 23 2002 12 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN
REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

COOKING OIL FROM RICE BRAN

Written by :

Indriana Purwaningsih

NRP. 0221164000043

Nur Huda

NRP. 0221164000088

Advisors :

Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D., IPM

NIP. 1976 03 23 2002 12 1 001

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND
SYSTEM ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

INTISARI

Pabrik ini direncanakan akan didirikan di Lamongan, Jawa Timur dengan estimasi waktu mulai produksi pada tahun 2024. Penentuan lokasi pabrik berdasarkan pada sumber bahan baku, sarana transportasi, dan penyediaan utilitas. Hal ini dikarenakan Lamongan merupakan penghasil dedak padi terbesar kedua di Jawa Timur selain daerah Jember yang menempati posisi pertama. Selain itu, lokasinya yang dekat dengan pelabuhan sangat menguntungkan untuk distribusi produk maupun transportasi. Pabrik minyak goreng dari dedak padi ini berkapasitas 12000 ton/tahun dengan masa operasi selama 24 jam per hari dengan hari kerja 330 hari per tahun.

Terdapat tiga tahapan utama dalam pembuatan minyak goreng dari dedak padi yakni:

1. Persiapan bahan baku (*Pre-treatment*)

Persiapan bahan baku bertujuan untuk mengondisikan bahan baku sebelum masuk ke proses ekstraksi

2. Proses Ekstraksi

Pada proses ini, diharapkan 20% kadar minyak yang terkandung dalam dedak padi dapat diekstrak secara sempurna.

3. Proses Pemurnian

Memurnikan minyak *crude* hasil dari ekstraksi sebelumnya sehingga layak untuk dikonsumsi sebagai minyak goreng. Ketiga tahapan utama tersebut terbagi menjadi beberapa proses, di antaranya:

1. Proses Penstabilan Bahan Baku (*Pre-Treatment*)

Dedak padi memiliki kandungan asam lemak bebas (*free fatty acid* atau FFA) yang cukup tinggi. Maka dari itu diperlukan proses pemanasan bahan baku dengan *pellet cooker* untuk dapat menstabilkan kadar FFA dengan menonaktifkan enzim lipase yang terdapat dalam dedak padi.

2. Proses Ekstraksi Leaching dengan Solvent

Solvent yang digunakan yakni n-heksana dengan perbandingan 2 : 1. Dibutuhkan kurang lebih 3 stage untuk dapat mengekstrak minyak mentah dari dedak padi. Adapun minyak yang tidak terekstrak hanya sebesar 0,7% dari total kandungan minyak yang ada pada dedak padi.

3. *Batchwise Extraction.*

Proses ini merupakan tahapan pemurnian dengan metode ekstraksi berbasis fraksi lipid polar dan nonpolar untuk memisahkan minyak dengan kandungan lain yang tidak diinginkan. Dibutuhkan sebanyak 8 stage proses ekstraksi secara *batch* untuk dapat memurnikan minyak dari dedak padi hingga mencapai 99,49% dengan kadar FFA kurang dari 0,3%.

Sumber investasi pabrik minyak goreng dari dedak padi berasal dari 30% dana pribadi dan 70% dana pinjaman dari bank. Dengan perincian analisa ekonomi sebagai berikut: Investasi : Rp. 286,595,454,820

Internal Rate of Return : 28,47%

POT : 4,27 tahun

BEP : 33,03 %

dan juga jika dilihat dari analisa sensitifitas harga produk, bahan baku, investasi, serta kapasitas yang tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai IRR maka pabrik minyak goreng dari dedak padi ini layak untuk didirikan.

LEMBAR PENGESAHAN

Pra Desain Pabrik dengan judul:

“Tugas Pra Desain Pabrik Minyak Goreng dari Dedak Padi (*Rice Bran Oil*)”

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Indriana Purwaningsih 0221164000043

Nur Huda 0221164000088

Telah diujikan dan diperbaiki sesuai dengan saran-saran dari dosen penguji :

1. Setiyo Gunawan, ST.,Ph.D.,IPM
2. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng
3. Dr. Eng Widiyastuti, ST.,MT
4. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng


.....

.....

.....

Surabaya, 20 Februari 2020

Dosen Pembimbing

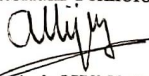


Setiyo Gunawan, ST.,Ph.D.,IPM

NIP. 197603232002121001

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Teknologi Biokimia



Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M.Eng.

NIP. 1966 05 23 1991 02 1001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik yang berjudul **Pra Desain Pabrik Minyak Goreng dari Dedak Padi** tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.

Kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan kemudahan dan petunjuk dalam menghadapi berbagai kesulitan
2. Bapak Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D., IPM. selaku dosen pembimbing kami di Laboratorium Teknologi Biokimia, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
3. Ibu Dr. Widiyastuti., ST., MT selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
4. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTI-ITS.
5. Orang tua serta seluruh keluarga kami atas doa, dukungan, bimbingan, perhatian dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
6. Teman - teman dari Laboratorium Teknologi Biokimia dan semua teman - teman Teknik Kimia angkatan 2016 FTIRS-ITS serta semua pihak yang telah banyak membantu, yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Kami menyadari bahwa penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kami sangat mengharapkan saran dan masukan demi kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, Januari 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

INTISARI	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I LATAR BELAKANG	1
1.1 Latar Belakang	1
BAB II BASIS DESAIN DATA	7
2.1 Lokasi.....	7
2.2 Penentuan Kapasitas Produksi.....	12
2.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk	13
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	15
3.1 Seleksi Proses	15
3.1.1 Persiapan Bahan Baku	15
3.1.2 Proses Ekstraksi.....	18
3.1.3 Seleksi Proses Pemurnian	21
3.2 Uraian Proses.....	25
3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	27
3.2.2 Proses Ekstraksi.....	28
3.2.3 Sektor Pemurnian	28
BAB IV	31
IV.1 NERACA MASSA.....	31
IV.2 NERACA ENERGI.....	68

VI.1	Pengelolaan Sumber Daya Manusia	97
VI.1.1	Bentuk Badan Perusahaan.....	97
VI.1.2	Sistem Organisasi Perusahaan	97
VI.1.3	Struktur Organisasi	99
VI.1.4	Perincian Jumlah Tenaga Kerja	102
VI.1.5	Status Karyawan dan Pengupahan	104
VI.2	Utilitas	107
VI.2.1	Unit Pengolahan Air	107
VI.2.2	Unit Penyediaan Steam.....	108
VI.2.3	Unit Pembangkit Tenaga Listrik	108
VI.2.4	Unit Bahan Bakar	108
VI.2.5	Unit Penanganan Limbah.....	109
VI.3	Analisis Ekonomi	109
VI.3.1	Laju Pengembalian Modal (Internal Rate of Return / IRR)	109
VI.3.2	Waktu Pengembalian Modal (Pay Out Time / POT)	109
VI.3.3	Titik Impas (<i>Break Even Point</i> / BEP).....	110

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kandungan Asam Lemak dalam Beberapa Minyak Goreng (<i>Edible Oil</i>).....	2
Tabel 1.2 <i>Properties</i> DME dan bahan bakar lain.....	3
Tabel 2.1 Data <i>Supply Demand</i> LPG di Indonesia	7
Tabel 2.2 Data pertumbuhan LPG di Indonesia.....	9
Tabel 2.3 Proyeksi LPG tahun 2021	10
Tabel 2.4 Kapasitas Listrik PLN	10
Tabel 2.5 Data Lulusan Pendidikan Pada Tahun 2018	11
Tabel 2.6 Hasil Pembobotan Parameter Seleksi Lokasi.....	12
Tabel 2.7 Spesifikasi Bahan Baku	13
Tabel 2.8 Spesifikasi Produk DME	14
Tabel 3.1 Kondisi Operasi Sintesa DME secara Langsung.....	18
Tabel 3.2 Kondisi Operasi Sintesa DME Tidak Langsung	21
Tabel 3.3 Kelebihan dan Kekurangan Jenis Sintesa DME.....	21
Tabel 3.4 Perbandingan <i>Direct Process & Indirect Process</i> Error! Bookmark not defined.	
Tabel 3.5 Pembobotan Parameter Seleksi Proses	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.6 Perbandingan Kondisi Operasi Sintesa DME	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.7 Hasil Pembobotan Parameter Seleksi Lisensor	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Komposisi Gas Alam... Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Mixing Point (Feed ke Fired Heater)</i> Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.3 Neraca Massa <i>Fired Heater (Q-112)</i> Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Fuel</i> pada <i>Fired Heater (Q-112)</i> ... Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Autothermal Reformer (R-110)</i> Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Water Syngas Separator (H-211)</i> . Error! Bookmark not defined.	

Tabel 4.7 Neraca Massa *Mixing Point***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.8 Neraca Massa DME *Based Absorber* (D-210).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.9 Neraca Massa *Syngas – DME Carryover Separator***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.10 Neraca Massa *Tee Point (Purge Syngas)*.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.11 Neraca Massa *Mixing Point (Feed ke Reaktor)* .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.12 Neraca Massa Reaktor DME (R-220).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.13 Neraca Massa *Flash Separator* (H-312).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.14 Neraca Massa *Unreacted Syngas Separator***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.15 Neraca Massa Kolom Distilasi (D-310).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.16 Neraca Massa Kolom Distilasi (D-330).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.17 Neraca Massa *Mixing Point (Feed D-320)***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.18 Neraca Massa Kolom Distilasi (D-320).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.19 Neraca Energi *Mixing Point (Feed ke Fired Heater)***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.20 Neraca Energi *Fired Heater* (Q-112).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.21 Neraca Energi Oksigen *Heater* (E-113).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.22 Neraca Energi *Autothermal Reformer* (R-110)..**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.23 Neraca Energi HRSG **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.24 Neraca Energi *Water Syngas Separator* (H-211)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.25 Neraca Energi *Mixing Point (Syngas ke Absorber)* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.26 Neraca Energi *DME Based Absorber (D-210)* .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.27 Neraca Energi *Chiller (E-213)* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.28 Neraca Energi *Separator (H-214)* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.29 Neraca Energi *Tee Point (Purge Syngas)*..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.30 Neraca Energi *Mixing Point (Feed ke Reaktor)*. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.31 Neraca Massa Kompresor (G-222) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.32 Neraca Energi *Heat Exchanger (E-223)* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.33 Neraca Energi *Syngas Heater (E-224)*..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.34 Neraca Energi Reaktor DME (R-410) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.35 Neraca Energi *Cooler (E-311)* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.36 Neraca Energi *Flash Separator (H-312)*..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.37 Neraca Energi *Chiller (E-313)* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.38 Neraca Energi *Separator (H-314)* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.39 Neraca Energi Kolom Distilasi (D-310) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.40 Neraca Energi Kolom Distilasi (D-330) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.41 Neraca Energi *Mixing Point (Feed D-320)*..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.42 Neraca Energi Kolom Distilasi (D-320) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.1 Daftar Harga Alat **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.2 Spesifikasi *Autothermal Reformer* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.3 Spesifikasi CO2 Recycle Compressor (G-111) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.4 *Fired Heater* (Q-112) .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.5 *Heat Exchanger* (E-113) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.6 Spesifikasi *Evaporator* (E-120) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.7 Spesifikasi Economizer (E-121) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.8 Spesifikasi DME Based Absorber (D-210)..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.9 Spesifikasi *Water - Syngas Separator* (H-211).... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.10 Spesifikasi *Heater* (E-213) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.11 Spesifikasi *Flash Drum* (H-214) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.12 Spesifikasi *Fin Fan* (E-215) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.13 Spesifikasi Pompa (L-216) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.14 Reaktor DME (R-220) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.15 Spesifikasi *Centrifugal Compressor* (G-222) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.16 Spesifikasi *Feed Reactor Pre-Heater* (E-223)... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.17 Spesifikasi *Feed Reactor Pre-Heater* (E-224)... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.18 Spesifikasi Distilasi DME (D-310) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.19 Spesifikasi Heat Exchanger E-311**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.20 Spesifikasi Separator (H-312)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.21 Spesifikasi *Chiller* (E-313)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.22 Spesifikasi Separator (H-314)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.23 Spesifikasi Akumulator (F-316)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.24 Spesifikasi Reboiler (E-317)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.25 Spesifikasi Pompa (L-318)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.26 Spesifikasi Pompa (L-319)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.27 Spesifikasi Distilasi DME (D-320)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.28 Spesifikasi Akumulator (F-324)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.29 Spesifikasi *Chiller* (E-325)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.30 Spesifikasi Reboiler (E-326)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.31 Spesifikasi Fin Fan (E-328)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.32 Spesifikasi Distilasi DME (D-330)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.33 Spesifikasi Akumulator (F-331)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.34 Spesifikasi *Chiller* (E-332)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.35 Spesifikasi Reboiler (E-333)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.36 Spesifikasi Pompa (L-334)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.37 Spesifikasi Pompa DME Solvent (L-341)**Error! Bookmark not defined.**

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah produksi LPG Indonesia tahun 2014-2018	Error! Bookmark not defined.
Gambar 1.2 Grafik <i>supply demand</i> LPG di Indonesia	Error! Bookmark not defined.
Gambar 1.3 Data LPG Indonesia tahun 2016-2050	Error! Bookmark not defined.
Gambar 1.4 Persebaran cadangan gas alam di Indonesia.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.1 <i>Supply-Demand</i> Gas Bumi Region I.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 <i>Supply-Demand</i> Gas Bumi Region V	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Persebaran lokasi PT. Pertamina <i>Refinery Unit</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Peta Pola Ruang Riau	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Peta Rencana Pola Ruang Kalimantan Timur ..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Peta Topografi Provinsi Riau	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Peta Topografi Provinsi Kalimantan Timur	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Hasil Seleksi Proses	15
Gambar 3.2 Hasil Seleksi Lisensor.....	25
Gambar 3.3 Blok Diagram Pembuatan DME	26
Gambar 3.4 Diagram <i>Autothermal Reformer</i> (R-110)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 <i>Process Flow Diagram</i> Sektor HRSG	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 <i>Process Flow Diagram</i> CO_2 Absorber.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Kurva Konversi DME terhadap Rasio Syngas ..	Error! Bookmark not defined.

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Minyak goreng, atau *edible oil*, merupakan salah satu kebutuhan pokok yang harus dipenuhi disamping beras, gula, dan bahan pokok lainnya. Kebutuhan masyarakat akan minyak goreng membuat produksi minyak goreng dari kelapa sawit di Indonesia semakin meningkat. Kelapa sawit adalah sumber minyak terbesar di Indonesia, hal ini dikarenakan kelapa sawit yang tersedia tidak bergantung pada cuaca dan musim sedangkan sumber minyak yang lain ketersediaannya bergantung pada cuaca dan musim. Minyak goreng yang dikonsumsi sehari-hari dapat berpengaruh terhadap kesehatan tubuh, tidak jarang beberapa penyakit berbahaya dapat disebabkan oleh kandungan nutrisi tidak baik yang terdapat dalam minyak.

Minyak goreng yang baik untuk dikonsumsi adalah minyak goreng yang memiliki kandungan asam lemak bebas (*free fatty acid*) yang rendah. Penggolongan *fatty acid* sendiri dibagi dalam lima golongan yaitu *palmitic*, *stearic*, *oleic*, *linoleic* C18:2 (omega-6), dan *linoleic* C18:3 (omega-3). *Palmitic* merupakan kandungan asam lemak yang tergolong jahat karena dapat meningkatkan total kolestrerol dan *Low Dencity Lipoprotein* (LDL) dalam tubuh dimana kedua zat ini dapat menyebabkan penyakit jantung. *Oleic* merupakan kandungan asam lemak yang baik bagi tubuh karena dapat menurunkan kolesterol dan memperlambat perkembangan penyakit jantung aterosklerosis. *Stearic* memiliki sedikit efek terhadap tingkat kolesterol karena sebagian besar *stearic* mengalami *desaturated* menjadi *oleic acid*. *Linoleic* (omega-3) juga merupakan kandungan asam lemak yang baik untuk tubuh, peningkatan konsumsi omega-3 dari ikan atau minyak ikan (tetapi bukan dari asam-linoleat) dapat mengurangi tingkat semua penyebab kematian seperti penyakit jantung dan stroke. Sedangkan untuk *linoleic* (omega-6) memiliki fungsi yang saling berkaitan dengan omega-3, keduanya bekerja bersinergi

memelihara kesehatan kulit, kuku, rambut, hormon, meringankan gejala asma, serta mencegah kerusakan sel pada pengidap kanker (Eckel, Robert H., 2006).

Diantara minyak goreng sering digunakan oleh masyarakat, terdapat lima sumber minyak nabati yang ketersediaannya cukup banyak di Indonesia yaitu kelapa sawit, kelapa, dedak padi, kedelai, dan biji wijen. Tabel 1.1 berikut merupakan perbandingan kandungan asam lemak yang terdapat dalam beberapa jenis minyak goreng dengan sumber minyak nabati yang telah disebutkan diatas.

Tabel 0.1 Kandungan Asam Lemak dalam Beberapa Minyak Goreng (*Edible Oil*)

Jenis Minyak	Kandungan Jenis Asam Lemak (%)				
	<i>Palmitic</i>	<i>Stearic</i>	<i>Oleic</i>	<i>Linolenic</i>	<i>Linolenic</i>
Minyak wijen	7-9	4-5	40-50	0	35-45
Minyak dedak padi	12-18	1-3	40-50	0.5-1	29-42
Minyak kedelai	7-11	2-6	22-34	5-11	43-56
Minyak jagung	8-12	2-5	19-49	0	34-62
Minyak kelapa	32-45	2-7	38-52	0	5-11
Minyak kelapa	8-11	1-3	5-8	0	0-1

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa minyak kelapa sawit memiliki kandungan *palmitic* paling tinggi yaitu sebesar 32-45%, yang berarti bahwa minyak kelapa sawit kurang baik untuk kesehatan tubuh jika dibandingkan dengan jenis minyak lainnya. Minyak goreng yang baik adalah yang memiliki kandungan *oleic* tinggi, dari tabel dapat dilihat bahwa minyak wijen dan minyak dedak padi memiliki kandungan *oleic* paling tinggi yaitu sebesar 40-50%, oleh karena itu, penggunaan minyak wijen dan minyak dedak padi dapat menjadi alternatif minyak goreng sawit untuk menjaga kesehatan.

Pada zaman sekarang, kesadaran masyarakat terhadap konsumsi minyak goreng yang sehat mulai meningkat dan beralih mengkonsumsi minyak goreng non-sawit sebagai solusinya. Dengan adanya perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, saat ini telah berkembang minyak goreng dari bahan lain selain kelapa sawit. Namun sebagian besar minyak goreng non-sawit yang dikonsumsi di Indonesia berasal dari impor. Beberapa minyak goreng non-sawit impor yang sering dipakai saat ini antara lain minyak jagung (*corn oil*), minyak kedelai (*soybean oil*), dan minyak kelapa (*coconut oil*). Tabel 1.2 berikut merupakan data jumlah impor minyak goreng non-sawit di Indonesia selama lima tahun terakhir

Tabel 0.2 Data Impor Minyak Goreng Non-Sawit di Indonesia

Minyak non sawit	Impor Minyak Goreng Non-Sawit pada Tahun (ton)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Minyak jagung	42.445	79.516	39.487	72.094	68.808
Minyak kelapa	13625	352.17	279.696	112.314	15.962

Minyak kedelai	19243.207	18273.329	18290.992	18158.218	24083.379
----------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

(sumber : BPS, 2018)

Dari tabel tersebut, impor minyak goreng non-sawit di Indonesia didominasi oleh minyak kedelai (*soybean oil*) dengan total impor sebesar 24.083ton pada tahun 2018. Selain itu, minyak jagung (*corn oil*) juga diimpor sebesar 68.808ton dan minyak kelapa (*coconut oil*) sebesar 15.962ton pada tahun 2018. Meskipun data dari tahun ke tahun cenderung fluktuatif, namun angka impor masing-masing minyak goreng non-sawit tetap tinggi dan dapat disimpulkan kebutuhan akan minyak goreng non-sawit termasuk tinggi di Indonesia. Minyak dedak padi (*rice bran oil*) merupakan alternatif minyak non-sawit yang baik untuk dikonsumsi karena memiliki kandungan *oleic* yang tinggi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Namun minyak goreng ini belum banyak dikenal di Indonesia, hal ini dibuktikan dengan belum adanya produsen di Indonesia.

Jumlah luas lahan padi di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang signifikan dari tahun 2014 (13,8 juta hektar) hingga tahun 2018 (16 juta hektar) atau mengalami peningkatan sebesar 15,92%. Berkembangnya luas lahan padi mengakibatkan jumlah produksi padi juga meningkat. Pada tahun 2018, jumlah produksi padi di Indonesia mencapai 83.037.150 ton. Angka tersebut mengalami kenaikan sebesar 17,21% dari produksi padi pada tahun 2014 dengan jumlah produksi padi sebesar 70.846.465 ton, dengan total kenaikan produksi sebesar 12,2 juta ton (BPS, 2018).

Sebelum dikomersiilkan, padi yang telah dipanen kemudian diproses agar didapatkan beras dengan kualitas yang baik. Pengolahan padi mencakup proses panen untuk mendapatkan gabah kering panen (GKP) bermutu baik dan pengeringan untuk menghasilkan gabah kering giling (GKG). Dalam proses penggilingan padi yang ideal dapat menghasilkan

beras giling sebanyak 65% dan limbah hasil gilingan sebanyak 35%, yang terdiri dari sekam padi 23%, dan dedak padi sebanyak 10%. Dengan produksi padi sebesar 83.037.150 ton, maka dalam satu tahun jumlah dedak padi yang dihasilkan sebesar 10% dari produksi padi yaitu 8.303.715 ton. Mengingat potensi bahan baku yang sangat besar jumlahnya, maka minyak dedak padi (*rice bran oil*) sangat potensial dikembangkan di Indonesia. (Akbarillah, 2007).

Pada tahun 2015, produksi minyak dedak padi dunia mencapai lebih dari 1,2 juta ton dengan harga minyak dedak padi dunia mencapai 12 hingga 14 USD per liter. Di Indonesia sendiri minyak dedak padi sudah mulai dipasarkan baik secara *online* maupun secara *offline* di supermarket ternama. Harga minyak dedak padi dijual seharga Rp 70.000,00 – Rp 85.500,00 per liternya (www.litbang.pertanian.go.id).

Latar belakang yang telah dijelaskan merupakan alasan dan dasar dalam tugas desain pabrik yang berjudul “Pendirian Pabrik Minyak Goreng dari Dedak Padi”.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II BASIS DESAIN DATA

2.1 Lokasi

Pemilihan lokasi pendirian pabrik merupakan salah satu aspek penting dalam perancangan pabrik, termasuk dalam desain pabrik minyak goreng dari dedak padi ini. Berdasarkan studi literatur yang sudah dilakukan, ada beberapa faktor yang perlu di jadikan pertimbangan yang menjadi dasar dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan Bahan Baku

Salah satu unsur dalam produksi adalah bahan baku. Pada pabrik minyak goreng dari dedak padi bahan baku utama adalah dedak padi. Ketersediaan padi yang cukup besar di Indonesia membuat jumlah dedak padi cukup melimpah ketersediaannya. Berdasarkan data BPS pada tahun 2018, produksi padi di 34 provinsi di Indonesia mencapai 83.037. ton, yang mana dihasilkan dedak padi sebesar 10% dari total produksi atau sebesar 8.303.715 ton. Ditinjau dari tiap provinsi menurut data BPS maka jumlah produksi pada 5 provinsi penghasil padi terbesar adalah sebagai berikut:

Tabel 0.1 Produksi Padi menurut Provinsi

Provinsi	Produksi Padi pada Tahun (ton)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Jawa Timur	12397049	13154967	13633701	13060464	13000475
Jawa Barat	11644899	11373144	12540550	12299701	12494919

Jawa	9468	1130	11473	11396	11401821
Tengah	104	1422	161	263	
Sulawesi	5426	5471	57270	6055	6196737
Selatan	097	806	81	404	

(Sumber: BPS, 2018)

Berdasarkan tabel tersebut, terlihat bahwa dari tahun ke tahun jumlah produksi padi tertinggi adalah Provinsi Jawa Timur dengan rata-rata total produksi sebesar 13 juta ton. Namun, pada tahun 2018, Jawa Timur mengalami penurunan produksi sebesar -0,459% dibandingkan tahun 2017 dengan total produksi sebesar 13.000.475 ton. Tiga provinsi lainnya, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, dan dan Jawa Barat, mengalami kenaikan produksi masing- masing 1,588%, 0,048%, dan 2,334%. Meskipun demikian, total produksi padi di ketiga provinsi tersebut tidak lebih besar daripada total produksi di Jawa Timur. Berdasarkan data produksi padi di Tabel II.1, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan dedak padi di Indonesia didapatkan di Jawa Timur dan berpotensi besar sebagai penyedia dedak padi.

Jawa Timur memiliki 79 wilayah yang terdiri atas kabupaten dan kota yang mana sebagian besar merupakan kabupaten/kota penghasil padi. Berdasarkan data pada tahun 2018, didapat 5 kota atau kabupaten dengan potensi padi terbesar dilihat total produksi padi, selama satu tahun, di Jawa Timur seperti yang terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 0.2 Produksi Padi menurut Kabupaten di Provinsi Jawa Timur

Kota	Produksi Padi pada Tahun (ton)				
	2013	2014	2015	2016	2017
Jember	964001	978373	1004898	986653	916992
Lamongan	846275	959135	935176	979004	924933
Bojo- negoro	806548	847857	831791	890767	852669
Banyu- wangi	706419	747808	860239	770602	776367
Ngawi	776937	738304	760725	812956	759721

Berdasarkan data di tabel tersebut, terlihat bahwa Jember dan Lamongan merupakan kabupaten/kota dengan produksi padi terbanyak dari tahun ke tahun. Total produksi padi di Jember mencapai 916.992ton pada tahun 2017. Tiga Kabupaten/kota lainnya, yaitu Lamongan, Bojonegoro, Banyuwangi, dan Ngawi memiliki total produksi padi yang selisih yang cukup jauh dengan total produksi di Jember dan Lamongan yang berkisar di angka 900.000 ton, sedangkan Bojonegoro, Banyuwangi, dan Ngawi berkisar di angka 700.000 ton. Dengan demikian ada empat daerah berpotensi sebagai lokasi pendirian pabrik *rice bran oil* yaitu Jember, Lamongan, Bojonegoro, dan Banyuwangi.

2. Pasar

Minyak goreng dedak padi belum terlalu banyak di pasarkan di Indonesia. Minyak goreng dedak padi hanya dapat dijumpai di beberapa supermarket di kota besar dan juga dijual secara online. Hal ini dikarenakan harga jual dari minyak goreng dedak padi yang lebih mahal dibanding dengan harga minyak goreng sawit biasa. Berikut beberapa harga minyak goreng di Indonesia berdasarkan sumber minyaknya.

Tabel 0.3 Daftar Perkiraan Harga Jenis Minyak Goreng di Indonesia

Jenis Minyak	Harga	Sumber
Olive Oil	Rp.80.000-90.000/500ml	lprice.co.id
Rice Bran Oil	Rp 70.000-90.000/L	lprice.co.id
Soybean Oil	Rp 80.000-90.000/L	lprice.co.id
Palm Oil	Rp 10.000-15.000/L	BPS 2018

Berdasarkan Tabel 2.3 harga dari *rice bran oil* di Indonesia sek itar 70.000-90.000 rupiah. Dengan harga yang relative mahal, maka target pasar untuk pemasaran produk *rice bran oil* adalah masyarakat kalangan menengah ke atas atau masyarakat kota – kota besar.

Tabel 0.4 Jarak dengan Kota Besar di Jawa Timur

Kota	Surabaya	Malang
Lamongan	45 km	134 km
Bojonegoro	108 km	194 km
Jember	197 km	192 km
Banyuwangi	288 km	259 km

(BPS, 2018)

Berdasarkan Tabel II.5 Kabupaten Lamongan jauh lebih dekat dengan kota besar seperti Surabaya dan Malang dibanding dengan tiga kabupaten penghasil padi terbanyak. Dengan demikian Lamongan lebih strategis jika di tinjau dari aspek pasar produk *rice bran oil* ini dibanding tiga kota lainnya.

3. Sarana Transportasi

Ketersediaan sarana transportasi akan mempengaruhi proses produksi. Jenis dan jumlah produk dan bahan baku akan menentukan jenis fasilitas transportasi yang paling cocok. Jenis transportasi yang umum digunakan untuk aktivitas logistik suatu industri yaitu truk container, kapal, dan juga kereta api. Oleh karena itu jika memungkinkan suatu pabrik harus memiliki akses ke tiga jenis transportasi tersebut, atau minimal memiliki dua jenis akses transportasi tersebut.

Tabel 0.5 ketersediaan Sarana Transportasi

Kota	Jalan Besar	Jalur Kereta Api	Pelabuhan
Lamongan	IYA	IYA	IYA
Banyuwangi	IYA	IYA	IYA
Jember	IYA	IYA	TIDAK
Bojonegoro	IYA	IYA	TIDAK

4. Penyedia Utilitas

Kabupaten Lamongan dilalui sungai terbesar di Jawa Timur yaitu Sungai Brantas. Sungai tersebut dapat dimanfaatkan airnya sebagai penyedia utilitas pabrik. Berdasarkan parameter yang dipertimbangkan, maka Lamongan dipilih sebagai lokasi pendirian pabrik karena cenderung memenuhi dalam semua parameter tersebut.

2.2 Penentuan Kapasitas Produksi

Di Indonesia belum terdapat produksi *rice bran oil* dalam skala besar, hanya ada beberapa produksi sekala rumah tangga yang hasilnya merupakan *crude oil*. Pabrik minyak goreng dedak padi yang pertama terdapat di India dan masih beroperasi hingga saat ini. Di Indonesia minyak goreng dari dedak padi hanya bisa didapatkan secara online atau di supermarket di kota-kota besar. Tren minyak goreng nonsawit di Indonesia mulai meningkat lima tahun terakhir jika dilihat dari data impor pada Tabel 2.6

Tabel 0.6 Hasil Pembobotan Parameter Seleksi Lokasi

Minyak non sawit	Tahun (ton)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Corn Oil	42,445	79,516	39,487	72,094	68,808
Coconut Oil	136,25	352,17	279,696	112,314	15,962
Soya Bean Oil	19243,20	18273,32	18290,99	18158,21	24083,37

(BPS, 2018)

Berdasarkan Tabel 2.6 harga jual *rice bran oil* bersaing dengan *soybean oil* yaitu sekitar Rp 70.000-90.000/L. Sementara itu berdasarkan data kandungan Asam Lemak, *rice bran oil* berada satu tingkat lebih baik dibanding *soybean oil*. Oleh karena itu potensi *rice bran oil* untuk menggantikan *soybean oil* yang selama ini di impor dari Amerika cukup menjanjikan. Dari data

impor minyak goreng nonsawit jumlah impor *soybean oil* rata-rata 20.000 ton/tahun, dengan asumsi 60% kebutuhan nasional terpenuhi maka kapasitas pabrik yang akan dibuat sekitar 12.000 ton/tahun.

2.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

Berikut spesifikasi dedak padi yang dipasarkan di Indonesia berdasarkan Dewan Standarisasi Nasional dengan nomor SNI 3178 – 2013.

Tabel 0.7 Spesifikasi Dedak PADI

No	Parameter	Satuan	Persyaratan		
			Mutu I	Mutu II	Mutu III
1.	Kadar air (maks)	%	13	13	13
2.	Abu (maks)	%	11	13	15
3.	Protein kasar (min)	%	12	10	8
4.	Serat kasar (maks)	%	12	15	18
5.	Kadar sekam (maks)	%	5	10	15

Saat ini belum terdapat minyak goreng dari dedak padi di Indonesia, sehingga belum ada spesifikasi minyak goreng dari dedak padi. Oleh karena itu, pada desain pabrik ini spesifikasi kualitas produk mengacu pada mutu standar nasional minyak goreng non-sawit untuk konsumsi domestik.

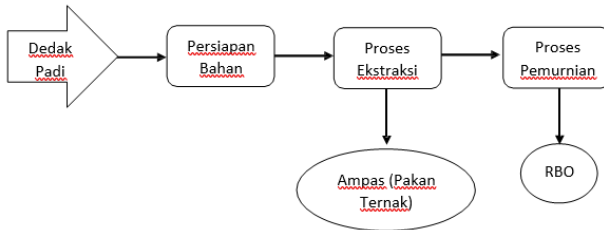
Tabel 0.8 Standar Nasional Indonesia (SNI) Minyak Goreng Non-Sawit

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	Bau	-	normal
	Warna	-	normal
2	Kadar air dan bahan menguap	% (b/b)	maks. 0,15
3	Bilangan asam	mg KOH/g	maks. 0,6
4	Bilangan peroksida	Mek O ₂ /kg	maks. 10
5	Minyak pelikan	-	negatif
6	Asam linolenat (C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak	%	maks. 2
7	Cemaran logam		
	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,1
	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40/250*
	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 0,1

BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES

3.1 Seleksi Proses

Pemilihan proses didasari atas beberapa pertimbangan yaitu harga bahan baku, *yield* yang dihasilkan, sifat kimia-fisika, dan dampak terhadap lingkungan. Secara umum proses pembuatan *Rice Bran Oil* secara umum digambarkan dalam skema berikut.



Gambar 0.1 Proses Pembuatan Minyak Dedak Padi

Berdasarkan Gambar 3.1 pembuatan *Rice Bran Oil* terdiri dari tiga proses utama yaitu : *pretreatment*, proses ekstraksi, dan proses pemurnian.

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Pembuatan DME melalui *indirect process* berlangsung dalam 2 tahap. Tahap pertama, metanol diproduksi dari syngas Pada proses *pre-treatment* bertujuan untuk mengondisikan bahan baku sebelum masuk pada proses ekstraksi. Berikut merupakan tahapan dalam proses *pre-treatment*:

1. *Rice Bran Cleaning*

Pertama-tama dedak padi dimasukkan kedalam *cleaning screen* untuk menghilangkan *impurities*. Kemudian, dialirkan melalui *conveyor* menuju *magnetic screener* untuk menghilangkan logam yang mungkin terdapat pada dedak padi karena dapat merusak alat pada unit proses

2. *Rice Bran Stabilization*

Kandungan minyak pada dedak padi sebesar 20% dan vitamin E sebesar 0,1-0,14% oleh karena itu dedak padi berpotensi dapat diolah menjadi *edible oil*. Namun, saat setelah mengalami penggilingan minyak akan terhidrolisis menjadi *free fatty acid (FFA)* disebabkan aktivitas enzim lipase. Maka dari itu kandungan enzim pada dedak padi harus terlebih dahulu didenaturasikan. Untuk mendenaturasikan enzim yang terkandung pada dedak padi perlu dilakukan proses pemanasan terlebih dahulu. Suhu yang digunakan untuk melakukan stabilisasi dedak padi sekitar 120°C. Selain suhu, pH juga perlu dilakukan *adjustment* dengan asam lemah agar enzim lipase terdenaturasi. Setelah dilakukan stabilisasi, dedak padi dapat disimpan selama 30-60 hari (Riaz et al., 2005). Pemilihan jenis proses stabilisasi didasarkan atas pertimbangan kandungan *Free Fatty Acid (FFA)*, kandungan minyak yang dapat di ekstrak, kebutuhan energy, dan kerusakan nutrisi yang ditimbulkan suatu proses. Berikut ini merupakan cara-cara untuk menstabilkan dedak padi:

a. *Wet Extrusion*

Salah satu cara menstabilkan dedak padi adalah menggunakan *Wet Extrusion* dengan menggunakan *Twin-screw extruder*. Selama proses berlangsung, *steam* menaikkan *thermal energy* dan *moisture content* dedak padi, sehingga suhu yang dibutuhkan untuk mendenaturasi enzim lipase lebih rendah. Namun, dengan *moisture content* yang relative tinggi menyebabkan setelah proses stabilisasi diperlukan proses pengeringan lebih lanjut. Proses *Wet Extrusion* menghasilkan kadar *FFA* 2,27% dengan kebutuhan energi yang relatif rendah sekitar 0.482 gram RBO/KJ. Namun dengan adanya proses pengeringan lebih lanjut menyebabkan proses ini membutuhkan energy lebih banyak (Riaz et al., 2005).

b. *Pellet Cooker*

Proses yang terjadi pada alat ini berlangsung dengan kelembapan yang rendah (11-14%) dan suhu yang relative tinggi yaitu 110-130°C untuk mendenaturasi enzim. Alat ini menghasilkan pellet dengan struktur sel yang sangat terbuka, sangat padat dan kuat. Dengan kondisi kelembapan yang rendah, densitas yang tinggi, dan kondisi sel yang terbuka membuat alat ini sangat cocok untuk digunakan untuk proses stabilisasi dedak padi. *Pellet Cooker* menghasilkan *FFA* sebesar 3,1% dan yield *RBO* sebesar 204,15 gram *RBO*/Kg. selain itu nutrisi yang rusak juga relative rendah dibanding menggunakan alat lainnya (Riaz et al, 2005).

c. *Pellet Mill*

Pellet Mill merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan *pellet* dengan cara meningkatkan *Bulk Density* (Riaz et al, 2005). Didalam *pellet mill* dedak padi dimasukan dengan menggunakan *feeding hoper* menuju *conditioner* dimana akan di tambahkan *steam* dan liquid lainnya. Material yang telah terkondisikan akan membentuk sebagai *pellet* dan akan didinginkan dengan udara. Pada proses ini menghasilkan *FFA* paling tinggi. Namun proses *pellet mill* menghasilkan yield yang paling rendah dan konsumsi energy yang tinggi. Diabndingkan proses lainnya, proses ini menyebabkan kerusakan nutrisi paling sedikit pada dedak padi (Riaz et al., 2005).

d. *Expander Cooker*

Expander Cooker digunakan untuk memasak dedak padi dengan tekanan tinggi. Pada proses ini digunakan steam untuk meningkatkan kelembapan dan suhu, sehingga dedak padi akan terbentuk menjadi partikel-partikel berpori. Pada prinsipnya alat ini bekerja hampir sama dengan *single soft extruder* yaitu bekerja dengan *high temperature short time (HTST)*. Pada proses ini menghasilkan *FFA* yang relatif kecil

dan yield RBO yang sedang dibanding alat lainnya. Namun alat ini mengkonsumsi energy paling rendah dan menyebabkan kerusakan nutrisi yang rendah juga dibanding dengan alat lainnya (Riaz et al., 2005).

Dengan beberapa study literature diatas, Tabel III.1 merupakan seleksi proses yang diringkas dalam table dengan parameter *FFA* yang dihasilkan, yield yang dihasilkan, konsumsi energy, dan kerusakan nutrisi. Berdasarkan Tabel III.1 *Pellet cooker* dipilih sebagai alat yang digunakan untuk stabilisasi dedak padi karena memenuhi tiga parameter meskipun kebutuhan energinya tinggi.

Tabel 0.1 Seleksi Proses Stabilisasi Dedak Padi

Kriteria	<i>Wet Extrusion</i>	<i>Pellet Cooker</i>	<i>Pellet Mill</i>	<i>Expander Coocer</i>
<i>Free Fatty Acid</i>	Paling rendah	Rendah	Tinggi	Rendah
<i>Yield</i>	Tinggi	Paling tinggi	Paling rendah	Rendah
Kebutuhan Energi	Rendah	Tinggi	Paling tinggi	Paling rendah
Kandungan Vit E	Paling rendah	Tinggi	Paling tinggi	Rendah

3.1.2 Proses Ekstraksi

Setelah proses *pre-treatment* dedak padi dibawa oleh koveyor menuju ekstraktor untuk dilakukan ekstraksi. Pada proses ini, diharapkan 20% kandungan minyak didalamnya ter-ekstrak secara sempurna. Umumnya proses ekstraksi dedak padi terdapat dua

metode yaitu : ekstraksi dengan solvent dan ekstraksi dengan *mechanical pressing (cold pressing)*.

1. Ekstraksi dengan Solvent

Pada proses ekstraksi ini komponen yang terkandung dalam suatu zat (*solute*) diambil menggunakan liquid (*solvent*) yang sesuai dengan sifat zat yang akan diambil. Untuk ekstraksi minyak dari dedak padi merupakan *Liquid-solid extraction (LSE)*. Solvent yang biasanya digunakan untuk ekstraksi minyak adalah n-hexane dan isopropyl alcohol. Proses ekstraksi dilakukan dengan mengkontakan bahan yaitu dedak padi dengan solvent pada kurun waktu tertentu (*holding time*) sebelum kemudian memisahkan minyak yang telah ter-ekstrak pada solvent. Pada saat *holding time* terjadi transfer masa antara minyak yang terkandung pada dedak padi dengan solvent. Tahapan *mass transfer* minyak dedak padi sebagai berikut: solvent masuk kedalam dedak padi dan melarutkan minyak. Solvent bergerak melewati dedak padi ke permukaan, kemudian larutan minyak terdispersi dalam bulk solvent. *Holding time* yang dibutuhkan harus cukup bagi solvent untuk melarutkan untuk melarutkan minyak yang terkandung. Berikut merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi ekstraksi:

- a. Kelarutan minyak dedak padi pada solvent
- b. Suhu ekstraksi.
Suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju kelarutan solute didalam pelarutnya. Pada ekstraksi minyak dedak padi digunakan suhu maksimal 100°C. Hal ini dilakukan karena pertimbangan ekonomis, adanya zat lain yang
- c. ikut terekstrak apabila suhu melebihi suhu tersebut, dan juga untuk menjaga komponen yang rentan terhadap panas agar tidak rusak.
- d. Luas kontak material solid dengan pelarutnya. Laju transfer massa berbanding lurus dengan luas kontak

antara solute dan sovent. Sehingga mengcilkan ukuran partikel akan memperbesar luar kontak antara sovent dan solute sehingga dapat meningkatkan laju ekstraksi.

- e. Laju alir pelarut. Laju alir yang tinggi menyebabkan berkurangnya boundary layer dari solute yang terkonsentrasi pada permukaan partikel sehingga meningkatkan laju ekstraksi.

Ekstraksi menggunakan solvent membutuhkan lebih rendah konsumsi energi dan tidak membutuhkan banyak mesin seperti metode *cold pressing*. Sehingga ekstraksi dengan sovent tidak membutuhkan banyak biaya investasi dan pemeliharaan dibanding dengan metode *cold pressing* (lipidlibrary.aocs.org).

2. *Mechanical Pressing (Cold Pressing)*

Metode ini banyak digunakan untuk produksi *rice bran oil* dalam skala kecil hingga sedang di Thailand. Ekstraksi dengan metode *mechanical pressing* tidak membutuhkan banyak pekerja dibanding dengan metode ekstraksi. Secara keseluruhan proses ini lebih aman dan mudah. Terlebih lagi, kandungan minyak yang dihasilkan hamper sama dengan minyak natural karena tidak terdapat zat lain yang ditambahkan pada proses ekstraksinya (Thanonkaeu et al., 2012). Metode ekstraksi *mechanical pressing* kurang cocok apabila digunakan untuk skala industry karena akan membutuhkan banyak mesin sehingga konsumsi energy yang tinggi dan biaya perawatan yang dibutuhkan juga sangat tinggi. selain itu metode ini menghasilkan residu sebesar 7-8%, sehingga yield kurang maksimal (lipidlibrary.aocs.org).

Untuk mengetahui perbedaan dari metode ekstraksi dengan solvent dengan *Mechanical Pressing* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 0.2 Seleksi Proses Ekstraksi

Kriteria	n-heksana	Isopropil Alkohol
Yield TAG	Tinggi	Rendah
Yield nutrisi lainnya	Tinggi	Rendah
Kadar FFA dalam <i>crude oil</i>	Rendah	Tinggi

Setelah diputuskan menggunakan ekstraksi dengan solvent maka selanjutnya diperlukan pemilihan solvent yang akan digunakan. Solvent yang dipilih sebaiknya memiliki sifat yang mudah dipisahkan dari *crude rice bran oil*, tidak mudah terbakar, stabil, tidak bereaksi dengan *crude rice bran oil*, sedikit larut dalam air, dan murah. Solvent yang sstring digunakan yaitu n-heksana dan isopropyl alcohol. Pada desain pabrik ini, n-heksana dipilih sebagai solvent dalam ekstraksi minyak dedak padi dengan pertimbangan sebagai berikut pada Tabel 3.3

Kriteria	Ekstraksi dengan solvent	<i>Mechanical Pressing</i>
<i>Capital Cost</i>	Rendah	Tinggi
Kebutuhan energy	Rendah	Tinggi
Bioactive compound	Tinggi	Rendah
Oxidative stability	Tinggi	Rendah

Tabel 0.3 Seleksi *Solvent* dalam Proses Ekstraksi

3.1.3 Seleksi Proses Pemurnian

Setelah melakukan proses ekstraksi maka didapatkan *crude oil* minyak dedak padi yang masih mengandung komponen *non-triglyseride* dan harus dihilangkan untuk menghasilkan produk minyak goreng yang stabil, memiliki cita rasa yang enak, baik untuk kesehatan tubuh. Untuk menghilangkan kandungan *non-*

triglyceride maka dilakukan proses pemurnian dari *crude oil* menjadi minyak goreng siap konsumsi. Proses pemurnian diantaranya melibatkan pembuangan phospholipid, warna, logam, dan *free fatty acid* (FFA). Tujuan dari proses pemurnian sendiri adalah untuk menghasilkan produk minyak goreng dengan kualitas tinggi dengan *yield* pemurnian *triglyceride* tertinggi. Terdapat 3 metode untuk proses pemurnian minyak dedak padi yaitu pemurnian secara kimiawi, secara fisika, dan pemurnian dengan proses ekstraksi *multistage batchwise solvent*.

Proses pemurnian secara kimiawi dilakukan untuk menetralkan kandungan FFA, menghilangkan kandungan phosphatides, menjernihkan warna, dan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tersisa yang mungkin merupakan bagian dari *non-hydratable phosphatides* (NHP). Dalam proses ini sabun terlarut dapat terbentuk karena larutan alkali (kaustik), dan biasanya kandungan sabun tersebut dapat dihilangkan dengan pencucian menggunakan air. Adapun urutan proses dalam pemurnian secara kimiawi adalah:

1. Proses Degumming

Phospholipid (atau yang sering disebut phosphatides) adalah komponen esensial dari struktur sel pada tumbuhan. Phospholipid sering dirujuk sebagai *gum*. Komponen ini larut dalam minyak dan ikut terekstrak saat proses ekstraksi berlangsung. Proses degumming pada *crude oil* dedak padi ini bertujuan untuk mengurangi kandungan *gum* (fosfor didalamnya) hingga tingkat terendah. Kandungan fosfor tersebut harus dikurangi karena mempengaruhi rasa, warna, dan kestabilan hidrolitik dan oksidatif dari minyak.

Terdapat dua macam phospholipid yang terkandung di dalam *crude oil* minyak dedak padi berdasarkan tingkat *removability*-nya dengan air yaitu (1) *hydratable phospholipids* (HPs) dan (2) *non-hydratable phospholipids* (NHPs). HPs dapat dipisahkan dari *crude oil* dengan *treatment* pada *crude oil* menggunakan air yang

telah di-deionisasi. Air akan menghidrasi HPs dan membentuk *heavy phase*, yang kemudian dipisahkan dari minyak dengan menggunakan *centrifuge*. NHPs memerlukan *treatment* lebih lanjut dengan menggunakan asam seperti *phosphoric acid*, *maleic acid*, *citric anhydrate*, dll. Asam akan bereaksi dengan metal complex dengan *centrifuge*.

2. *Neutralization*

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan FFA dengan cara mengkonversi FFA menjadi sabun dengan bantuan senyawa NaOH

3. *Bleaching*

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan warna dan oksidasi sekunder dari produk. Proses *bleaching* dilakukan dengan cara mencampurkan minyak dengan *acid-activated bleaching clay* pada suhu tinggi dan dibawah tekanan vakum untuk menghilangkan pengotor, sabun, pigmen warna, dan *chlorophyll*.

4. *Deodorization*

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan senyawa-senyawa volatile yang dapat mempengaruhi bau dan rasa. Proses ini dilakukan dengan distilasi menggunakan steam yang beroperasi dibawah kondisi suhu, vakum, dan *stripping steam* yang tepat. *Stripping steam* digunakan sebagai pelarut senyawa volatile.

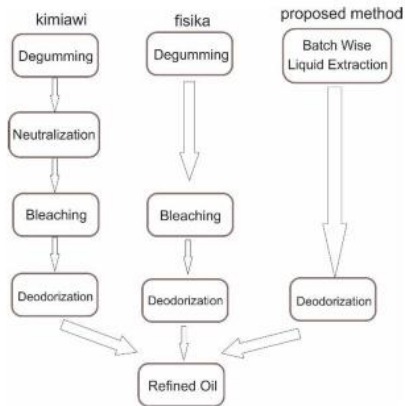
Tahapan-tahapan pada proses pemurnian secara fisia secara keseluruhan sama dengan proses secara kimia, namun dalam proses secara fisika tidak terdapat tahapan *neutralization* menggunakan NaOH untuk menghilangkan FFA pada *crude oil*. Seluruh FFA dihilangkan hanya pada tahap deodorisasi hingga didapatkan minyak dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

Metode selanjutnya adalah *Batchwise Solvent Extraction*. Metode ini merupakan proses pemurnian dengan cara ekstraksi multistage menggunakan solvent. Proses ini tidak memerlukan

tahapan yang terdapat dalam proses secara kimia dan fisika seperti *degumming*, *neutralization*, *bleaching*, *dewaxing*. Terdapat dua jenis solvent yang digunakan dalam proses ini yaitu pelarut polar dan non-polar. Pemilihan kedua jenis pelarut tersebut berdasarkan sifat polar dan non-polar yang dimiliki oleh senyawa-senyawa yang terkandung di dalam *crude oil* minyak dedak padi. Pelarut non-polar melarutkan senyawa-senyawa non-polar pula, seperti hidrokarbon dan TAG, sehingga dihasilkan *non-polar lipids fraction* (NPLF). Sebaliknya pelarut polar akan melarutkan senyawa-senyawa yang polar juga sehingga dihasilkan *polar lipids fraction* (PLF). TAG merupakan komponen utama pada minyak goreng dan pada proses ini senyawa tersebut terkonsentrasi pada NPLF.

Proses pemurnian dengan metode ekstraksi dilakukan sebanyak delapan stage. Pada proses ekstraksi pertama (*stage 1*) masih terdapat banyak senyawa polar yang larut dan terkonsentrasi di dalam NPLF. Oleh karena itu untuk menghilangkan senyawa polar tersebut maka dilakukan pencucian dengan pelarut polar untuk melarutkan senyawa polar dalam NPLF sehingga didapatkan minyak dengan kemurnian TAG yang tinggi.

Proses pencucian dengan 8 *stage* menghasilkan minyak goreng dedak padi (*refined rice bran oil*) dengan tingkat kemurnian TAG yang tinggi mencapai 99,83% dan kadar FFA dibawah 0,5% (Aparamarta et al, 2016). Setelah proses ekstraksi selesai, tahap selanjutnya adalah deodorisasi. Pada tahap deodorisasi dilakukan dengan distilasi menggunakan steam untuk menghilangkan komponen yang volatile dimana komponen ini mempengaruhi rasa dan bau pada minyak goreng, serta memisahkan pelarut NPLF dari minyak goreng. Berikut perbandingan proses pemurnian dari tiga metode yang sudah dijelaskan:



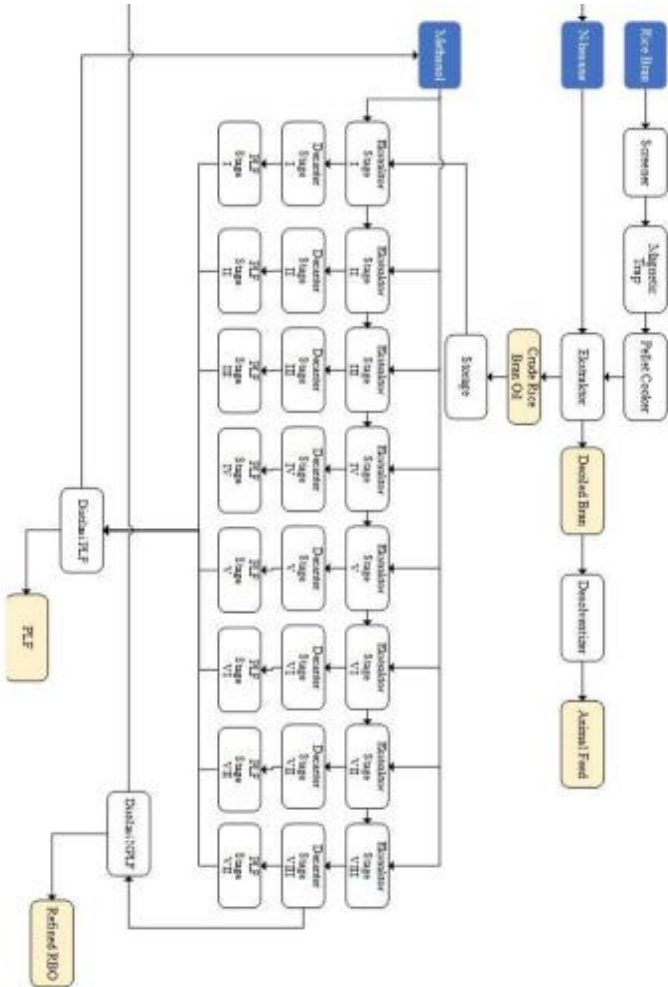
Gambar 0.2 Perbandingan Proses Pemurnian *Crude Rice Bran Oil*

Metode pemurnian yang dipilih dalam desain pabrik ini adalah metode pemurnian dengan ekstraksi *batchwise*. Metode ini dipilih karena mampu menghasilkan minyak goreng dedak padi dengan kemurnian yang tinggi dan biaya operasi lebih rendah dibandingkan metode lainnya.

3.2 Uraian Proses

Proses produksi dalam pabrik minyak goreng dari dedak padi ini terbagi menjadi tiga tahap utama:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap ekstraksi minyak
3. Tahap pemurnian



Gambar 0.3 Blok Diagram Pembuatan Minyak Goreng Dedak Padi

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada tahap persiapan bahan baku, dedak padi akan dibersihkan dari pengotornya dan dimasak. Beberapa pengotor pada dedak padi seperti debu, pasir, sekam, dan beras. Dedak padi dibersihkan dengan cara memisahkan dedak padi dengan pengotor, dalam hal ini sekam dan beras, menggunakan *screener*. *Screener* yang digunakan terdiri dari beberapa ayakan dengan diameter lubang (*mesh*) yang berbeda-beda. Tujuannya adalah untuk memisahkan komponen dari *feed* berdasarkan perbedaan diameternya. *Screener* yang digunakan merupakan tipe *vibrator screen sieve* dimana alat tersebut bekerja dengan menggetarkan tiap ayakan (*sieve*) sehingga komponen dengan diameter terkecil berada di ayakan paling bawah, dan sebaliknya komponen dengan diameter yang berbeda, sehingga mudah dipisahkan dengan *screener*. Setelah dilewatkan pada *vibrator screen sieve* dedak padi lalu dilewatkan pada *magnetic trap* untuk menghilangkan *impurities* berupa besi yang mungkin terikut dari proses penggilingan padi dan patahan *mesh*.

Setelah dibersihkan dari pengotornya, dedak padi lalu memasuki tahap persiapan kedua yaitu *pellet cooking*. Pada dasarnya proses ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu *preconditioning*, *rotor* dan *stator*, *peletting die*, *pellet sizing*, dan *cooling/drying*. Pada tahap *preconditioning* akan ditambahkan steam bersuhu 177°C secara langsung ke dalam *feed* yang berupa dedak padi selama 2 menit. Selanjutnya pada tahap *rotor and stator* bertujuan untuk mengalirkan produk melalui *restricting plate*, meningkatkan tekanan, dan menaikkan suhu produk. Kemudian dedak padi akan memasuki tahapan *pelleting die* dimana pada tahapan ini dedak padi akan dibentuk menjadi bentuk silinder yang kemudian dialirkan menuju *pellet sizing* untuk proses pemotogan pellet dedak padi, pellet padi keluar dengan suhu 120°C. Karena pada tahap sebelumnya ditambahkan kelembaban ke dalam proses maka diperlukan proses pengeringan. Proses pengeringan dilakukan menggunakan *horizontal belt dryer* hingga kelembaban

pellet menjadi 9,2% dilanjutkan dengan proses pendinginan menggunakan *horizontal belt cooler* hingga 50°C dengan media pendingin adalah udara ambient.

3.2.2 Proses Ekstraksi

Dedak padi yang sudah disiapkan akan dibawa menuju ekstraktor untuk diambil minyaknya. Proses yang digunakan adalah *solvent extraction*, dimana pada proses ini minyak dedak padi diekstraksi dengan *solvent* n-heksana. Senyawa n-heksana dipilih karena bersifat non-polar dan volatile. Minyak dedak padi merupakan senyawa non-polar sehingga untuk mengekstraksi minyak diperlukan *solvent* non-polar juga. Selain itu, n-heksana memiliki volatilitas yang tinggi sehingga setelah proses ekstraksi minyak, n-heksana mudah dipisahkan. Kebutuhan *solvent* pada saat ekstraksi mengikuti ratio 2:1 yang merupakan perbandingan antara kebutuhan *solvent* dengan dedak padi yang masuk. Kondisi operasi pada tahap ekstraksi ditetapkan pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Pada tahap ini, minyak yang terekstrak adalah 20% dari berat dedak padi dan 30% *solvent* yang digunakan terabsorpsi oleh dedak padi. Campuran minyak dan n-hexane kemudian dialirkan menuju proses pemurnian.

3.2.3 Sektor Pemurnian

Minyak dedak padi hasil ekstraksi (*crude rice bran oil*) memasuki tahap terakhir yaitu tahap pemurnian. *Crude rice bran oil* mengandung triasilgliserol (TAG), diasilgliserol (DAG), monoasilgliserol (MAG), asam lemak bebas (*free fatty acid* atau FFA), dan senyawa lainnya. Agar bisa digunakan menjadi minyak goreng (*edible oil*) kadar FFA dalam minyak harus kurang dari 0,5%. Tahap pemurnian bertujuan untuk mengurangi kadar FFA menjadi kurang dari 0,5% dan mengisolasi TAG dalam minyak. Pada tahap ini, pemurnian dilakukandengan cara multistage *batchwise extraction* yaitu ekstraksi menggunakan *solvent* polar dan non-polar, untuk memisahkan senyawa polar dan non-polar. Senyawa yang termasuk nonpolar antara lain hidrokarbon dan TAG, sedangkan senyawa yang termasuk polar antara lain DAG, MAG, FFA, dan senyawa lainnya. *Solvent* yang digunakan dalam

tahap ini adalah methanol (solvent polar) dan n-hexane (solvent non-polar). Solvent polar yaitu methanol yang digunakan adalah jenis methanol food grade sehingga aman untuk digunakan dalam proses pemurnian. Pada proses multistage batchwise extraction, crude oil dari tangka penampung dimasukkan ke dalam tangka ekstraksi stage 1 (M-210-A) dengan diikuti penambahan methanol. Perbandingan solvent polar dan non-polar yang digunakan adalah 1:3 atau 25% methanol dan 75% n-hexane. Di dalam tangki ekstraksi, crude rice bran oil mengalami pengadukan, setelah itu diaduk selama 30 menit dengan kecepatan 60 rpm pada suhu dan tekanan ruangan. Setelah pengadukan selesai, campuran minyak dengan solvent akan dialirkan menuju decanter (H-210A) untuk pemisahan kedua fraksi. Senyawa non-polar terdapat pada fraksi bagian atas dan senyawa polar terdapat pada fraksi bagian bawah. Setelah pemisahan selesai, ekstrak yang berupa senyawa non-polar akan memasuki tangka ekstraksi stage II dan terjadi proses yang sama hingga sejumlah 8 stage agar diperoleh kadar FFA kurang dari 0,5% dan kandungan TAG yang tinggi. Hasil dari ekstraksi 8 tahap tersebut berupa senyawa non-polar (yang merupakan refined rice bran oil) dan senyawa polar yang merupakan ekstrak methanol.

Dari proses pemurnian tersebut, didapatkan minyak dedak padi dengan kadar TAG sebesar 98,24% dan kadar FFA sebesar 0,35%. Minyak selanjutnya dimasukkan ke dalam kolom distilasi (D-210) untuk memisahkan solvent (n-hexane) dari minyak dengan suhu 181°C dan tekanan 450 mmHg. Sedangkan untuk produk PLF didistilasi untuk memisahkan impurities dan methanol dengan suhu 71°C dan tekanan 450 mmHg. Methanol dan n-hexane yang terpisahkan kemudian digunakan kembali untuk proses continuous batchwise.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

NERACA MASSA DAN ENERGI

Basis perhitungan yang digunakan dalam desain pabrik minyak goreng dari dedak padi ini adalah sebagai berikut :

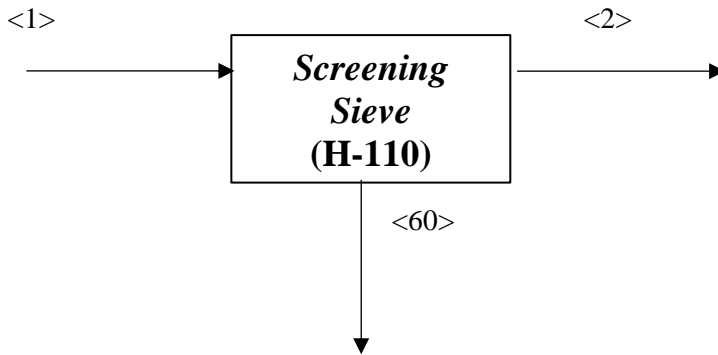
- Basis = 1 jam operasi
- Waktu operasi pabrik
 - 1 tahun = 330 hari
 - 1 hari = 24 jam

Kapasitas produksi	=	12.000	ton/tahun
	=	1.515,15	kg/jam
Lama operasi	=	330	hari/tahun
Kebutuhan dedak padi	=	60.000	ton/tahun
	=	7.575,76	kg/jam

IV.1 NERACA MASSA

1. *Screening Sieve (H-110)*

Fungsi	:	memisahkan dedak padi dengan sekam.
Kondisi operasi	:	Tekanan = 1 atm
		Suhu = 30°C



Keterangan: <1> Feed dedak padi
 <2> Dedak padi bersih
 <60> Sekam

Asumsi : 100% sekam hilang

Komposisi dedak padi masuk ke screening sieve (SNI, 2013)

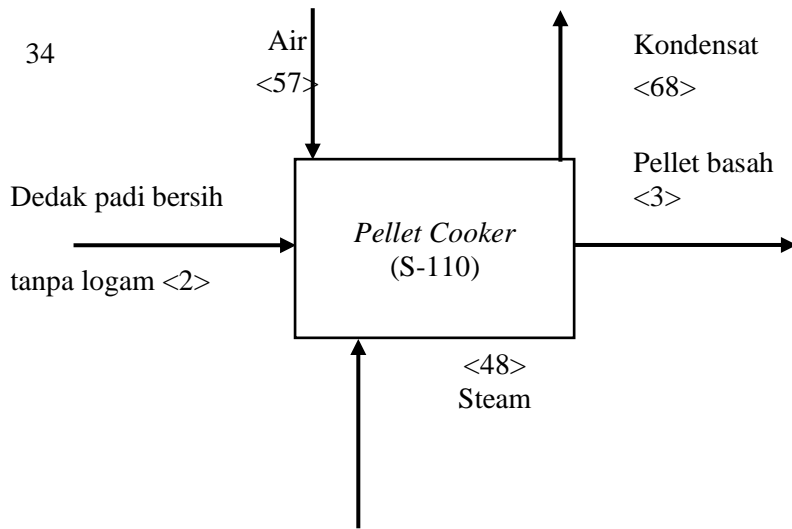
:

Tabel 0.4 Komposisi dedak padi

Komponen	Massa (%)	Massa (Kg)
Sekam	7,5%	568,18
Dedak	92,5%	7007,58

Tabel 0.5 Neraca Massa Screening Sieve

Neraca Massa					
Bahan masuk					
Aliran <1>					
Komponen		Fraksi Massa		Massa (kg)	
Sekam		0,075		568,18	
Dedak		0,925		7.007,58	
Total		1		7.575,76	
Bahan Keluar					
Aliran <60>			Aliran <2>		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
Sekam	1	568,18	Sekam	0	0
Dedak	0	0	Dedak	1	7.007,58
Total	1	568,18	Total	1	7.007,58



2. Pellet Cooker (S-110)

Fungsi : menstabilkan dedak padi dengan cara menonaktifkan enzim lipase menggunakan steam. Steam dikontakkan secara langsung.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

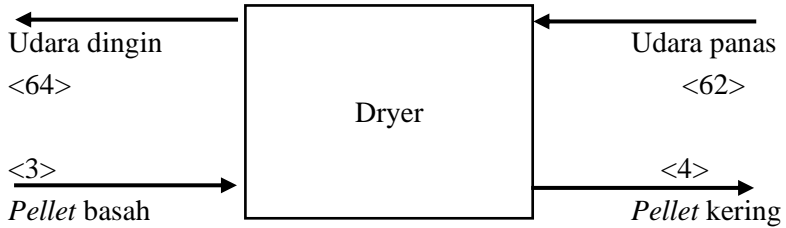
Tabel 0.6 Neraca Massa *Pellet Cooker*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <2>			Aliran <48>		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
Karbohidrat	0,36	2522,73	Karbohidrat	0	0
Protein	0,12	840,91	Protein	0	0
Minyak	0,2	1401,52	Minyak	0	0

Abu	0,12	840,91	Abu	0	0
Serat	0,11	770,83	Serat	0	0
Air	0,09	630,68	Air	1	523,72
Total	1	7007,58	Total	1	523,72
Aliran <57>					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
Karbohidrat	0	0			
Protein	0	0			
Minyak	0	0			
Abu	0	0			
Serat	0	0			
Air	1	368,82			
Total	1	368,82			
Bahan Keluar					
Aliran <3>			Aliran <68>		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
Karbohidrat	0,34	2522,73	Karbohidrat	0	0
Protein	0,11	840,91	Protein	0	0
Minyak	0,19	1401,52	Minyak	0	0
Abu	0,11	840,91	Abu	0	0
Serat	0,10	770,83	Serat	0	0
Air	0,15	1125,33	Air	1	397,89
Total	0,96	7502,23	Total	1	397,89

3. Dryer (E-110)

Fungsi : Mengeringkan pellet dengan udara panas



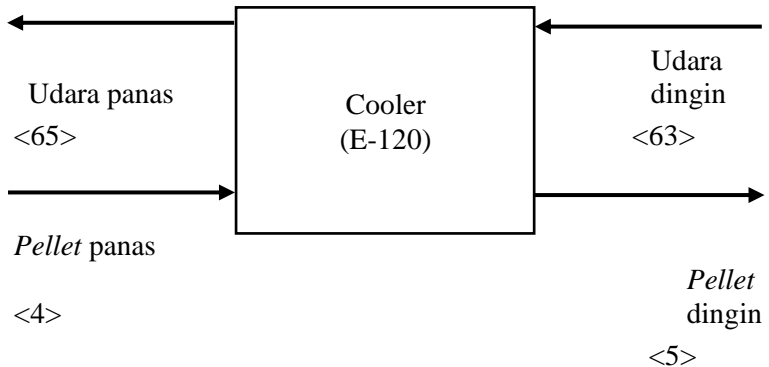
Tabel 0.7 Neraca Massa Dryer

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <3>			Aliran <62>		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
Karbohidrat	0,34	2.522,73	Karbohidrat	0,00	0
Protein	0,11	840,91	Protein	0,00	0
Minyak	0,19	1.401,52	Minyak	0,00	0
Abu	0,11	840,91	Abu	0,00	0
Serat	0,10	770,83	Serat	0,00	0
Air	0,15	1.125,33	Air	0,02	352,06
Udara	0,00	0,00	Udara	0,98	17.991,69
Total	1,00	7.502,23	Total	1,00	18.343,75
Bahan Keluar					
Aliran <4>			Aliran <64>		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)

Karbohidrat	0,37	2.522,73	Karbohidrat	0,00	0
Protein	0,12	840,91	Protein	0,00	0
Minyak	0,20	1.401,52	Minyak	0,00	0
Abu	0,12	840,91	Abu	0,00	0
Serat	0,11	770,83	Serat	0,00	0
Air	0,07	479,98	Air	0,05	997,41
Udara	0,00	0,00	Udara	0,95	17.991,69
Total	1,00	6.856,88	Total	1,00	18.989,10

4. Cooler (E-120)

Fungsi : Mendinginkan suhu *pellet*.



Asumsi tidak ada kondensasi udara dalam *cooler*.

Tabel 0.8 Neraca Massa Cooler

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <4>			Aliran <63>		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
Karbohidrat	0,37	2.522,73	Karbohidrat	0,00	0
Protein	0,12	840,91	Protein	0,00	0
Minyak	0,20	1.401,52	Minyak	0,00	0
Abu	0,12	840,91	Abu	0,00	0
Serat	0,11	770,83	Serat	0,00	0
Air	0,07	479,98	Air	0,02	231,23
Udara	0,00	0,00	Udara	0,98	11.816,81
Total	1,00	6.856,88	Total	1,00	12.048,04
Bahan Keluar					
Aliran <5>			Aliran <64>		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
Karbohidrat	0,37	2.522,73	Karbohidrat	0,00	0
Protein	0,12	840,91	Protein	0,00	0
Minyak	0,20	1.401,52	Minyak	0,00	0
Abu	0,12	840,91	Abu	0,00	0
Serat	0,11	770,83	Serat	0,00	0
Air	0,07	479,98	Air	0,02	231,231
Udara	0,00	0,00	Udara	0,98	11816,8
Total	1,00	6.856,88	Total	1,00	12048,03

5. *Rotocel Extractor (H-130)*

Fungsi : mengambil minyak dari dedak padi.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Pada underflow konstan, garis kesetimbangan linier $Y_i = X_i$
n-heksana yang dipakai (2:1) = 14.046,022 kg

Minyak yang tidak terekstrak (0.7%) = 9,8106 kg

Solvent yang terabsorp oleh dedak padi (30%) = 4213,8066kg

Yekstrak pada aliran <80> = 0.124

Xekstrak pada aliran <81> = 0.124

*neraca massa dibuat bebas solid dedak padi pada bagian
underflow

Tabel 0.9 Neraca Massa *Rotocel Extractor*

Neraca Massa Total					
Bahan Masuk					
Aliran <5>			Aliran <6>		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
Karbohidrat	0,37	2.522,73	Karbohidrat	0,00	0
Protein	0,12	840,91	Protein	0,00	0
Minyak	0,20	1.401,52	Minyak	0,00	0
Abu	0,12	840,91	Abu	0,00	0
Serat	0,11	770,83	Serat	0,00	0
Air	0,07	479,98	Air	0,00	0
n-hexane	0,00	0,00	n-hexane	1,00	14.046,02

Total	1,00	6.856,88	Total	1,00	14.046,02
Bahan Keluar					
Aliran <8>			Aliran <7>		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
Karbohidrat	0,00	0,00	Karbohidrat	0,26	2.522,73
Protein	0,00	0,00	Protein	0,09	840,91
Minyak	0,12	1.391,70	Minyak	0,00	9,81
Abu	0,00	0,00	Abu	0,09	840,91
Serat	0,00	0,00	Serat	0,08	770,83
Air	0,00	0,00	Air	0,05	479,98
n-hexane	0,88	9.832,22	n-hexane	0,44	4213,81
Total	1,00	11.223,92	Total	1,00	9.678,98

Jumlah *stage* dihitung dengan persamaan McCabe-Thiele:

$$N - 1 = \frac{\ln \left[\frac{y_b - x_b}{y_a - x_a} \right]}{\ln \left[\frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \right]}$$

di mana:

$$y_b = 0$$

$$y_a = 0.0418$$

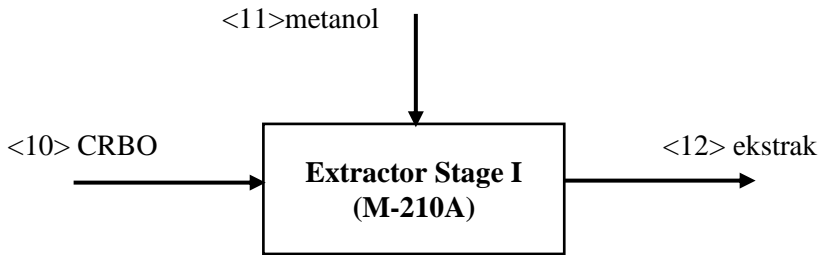
$$x_b = 0.0023$$

$$x_a = 0.1415$$

Dari perhitungan, didapatkan *stage* sebanyak 5 *stages*.

6. *Extractor Stage I (M-210A)*

- Pada proses ekstraksi digunakan rasio perbandingan n-hexane : methanol = 3:1 (w:w) (Aparamarta, et al, 2016).
- Tidak ada penambahan n-hexane pada *stage* 1 dikarenakan telah terdapat kandungan n-hexane pada CRBO hasil proses *leaching*.



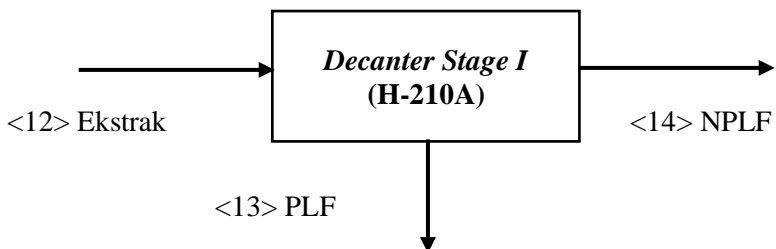
Tabel 0.10 Neraca Massa *Extractor Stage I*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <10> CRBO			Aliran <11> Solvent Methanol		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,1042	1.169,03	TAG	0,00	0
DAG	0,0037	41,75	DAG	0,00	0
MAG	0,0074	83,50	MAG	0,00	0
FFA	0,0025	27,83	FFA	0,00	0
Impurities	0,0062	69,59	Impurities	0,00	0

n-hexane	0,8760	9.832,22	n-hexane	0,00	0
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	1,00	3277,4051 08
Total	1,0000	11.223,9 2	Total	1,00	3.277,41

Bahan Keluar		
Aliran <12> Ekstrak dua layer		
Komponen	Fraksi Massa	Massa
TAG	0,0806	1.169,03
DAG	0,0029	41,75
MAG	0,0058	83,50
FFA	0,0019	27,83
Impurities	0,0048	69,59
n-hexane	0,6780	9.832,22
Metanol	0,2260	3.277,41
Total	1,00	14.501,32

7. Decanter Stage I (H-210 A)



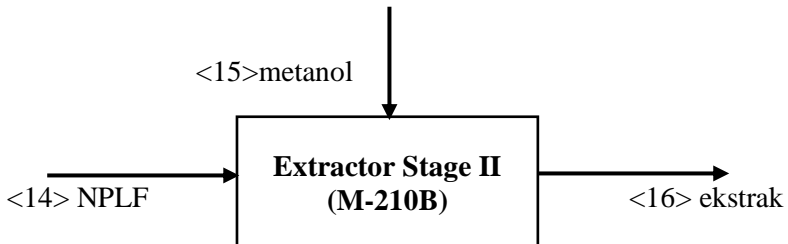
Tabel 0.11 Neraca Massa *Decanter Stage I*

Bahan Masuk		
Aliran <12> Ekstrak dua layer		
Komponen	Fraksi Massa	Massa
TAG	0,0806	1.169,03
DAG	0,0029	41,75
MAG	0,0058	83,50
FFA	0,0019	27,83
Impurities	0,0048	69,59
n-hexane	0,6780	9.832,22
Metanol	0,2260	3.277,41
Total	1,0000	14.501,32

Bahan Keluar					
Aliran <14> NPLF			Aliran <13> PLF		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0886	962,37	TAG	0,0568	206,67
DAG	0,0028	30,32	DAG	0,0031	11,43
MAG	0,0017	18,15	MAG	0,0180	65,35
FFA	0,0016	17,22	FFA	0,0029	10,61
Impurities	0,0003	3,20	Impurities	0,0182	66,39

n-hexane	0,9051	9.832,2 2	n-hexane	0,0000	0,00
Metano 1	0,0000	0,00	Metano 1	0,9009	3.277,4 1
Total	1,00	10.863, 47	Total	1,00	3.637,8 6

8. *Extractor Stage II (M-210B)*

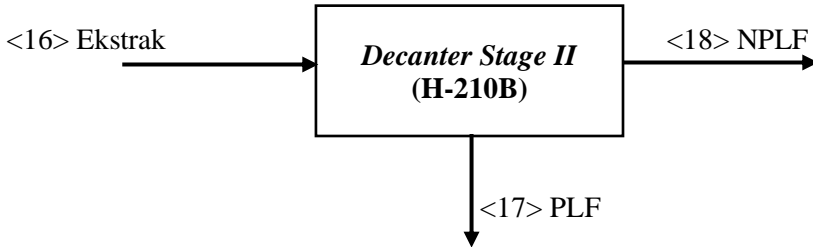


Tabel 0.12 Neraca Massa *Extractor Stage II*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <14> NPLF			Aliran <15> Solvent Methanol		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0886	962,3 7	TAG	0,00	0
DAG	0,0028	30,32	DAG	0,00	0
MAG	0,0017	18,15	MAG	0,00	0
FFA	0,0016	17,22	FFA	0,00	0

Impurities	0,0003	3,20	Impurities	0,00	0
n-hexane	0,9051	9.832,22	n-hexane	0,00	0
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	1,00	3277,41
Total	1,0000	10.863,47	Total	1,00	3.277,41
Bahan Keluar					
Aliran <16> Ekstrak dua layer					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0681	962,37			
DAG	0,0021	30,32			
MAG	0,0013	18,15			
FFA	0,0012	17,22			
Impurities	0,0002	3,20			
n-hexane	0,6953	9.832,22			
Metanol	0,2318	3.277,41			
Total	1,00	14.140,87			

9. Decanter Stage II (H-201B)

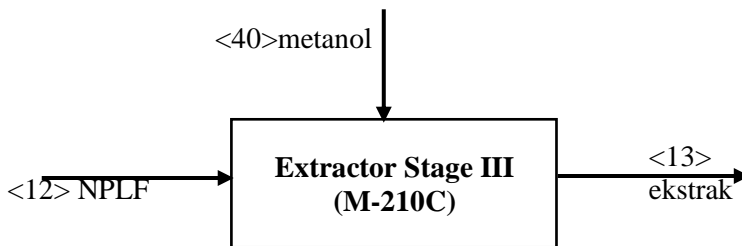


Tabel 0.13 Neraca Massa *Decanter Stage II*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <16> Ekstrak dua layer					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0681	962,37			
DAG	0,0021	30,32			
MAG	0,0013	18,15			
FFA	0,0012	17,22			
Impurities	0,0002	3,20			
n-hexane	0,6953	9.832,22			
Metanol	0,2318	3.277,41			
Total	1,0000	14.140,87			
Bahan Keluar					
Aliran <18> NPLF			Aliran <17> PLF		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0802	864,70	TAG	0,0288	97,66

DAG	0,0025	26,80	DAG	0,0010	3,52
MAG	0,0009	9,57	MAG	0,0025	8,58
FFA	0,0010	10,80	FFA	0,0019	6,42
Impurities	0,0033	35,23	Impurities	0,0000	0,00
n-hexane	0,9121	9.832,22	n-hexane	0,0000	0,00
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	0,9658	3.277,41
Total	1,00	10.779,3 2	Total	1,00	3.393,59

10. Extractor Stage III (M-210C)

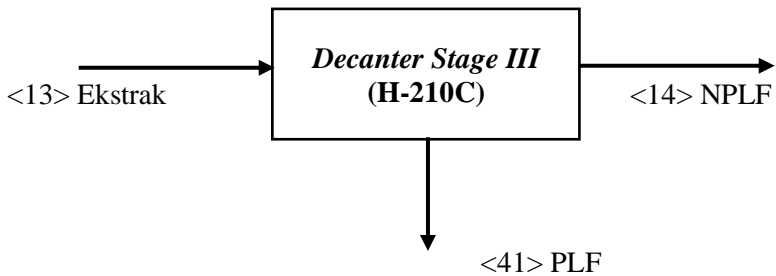


Tabel 0.14 Neraca Massa *Extractor Stage III*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <18> NPLF			Aliran <19> Solvent Methanol		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0802	864,70	TAG	0,00	0
DAG	0,0025	26,80	DAG	0,00	0
MAG	0,0009	9,57	MAG	0,00	0
FFA	0,0010	10,80	FFA	0,00	0
Impurities	0,0033	35,23	Impurities	0,00	0

n-hexane	0,9121	9.832,22	n-hexane	0,00	0
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	1,00	3277,41
Total	1,0000	10.779,32	Total	1,00	3.277,41
Bahan Keluar					
Aliran <20> Ekstrak dua layer					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0615	864,70			
DAG	0,0019	26,80			
MAG	0,0007	9,57			
FFA	0,0008	10,80			
Impurities	0,0025	35,23			
n-hexane	0,6995	9.832,22			
Metanol	0,2332	3.277,41			
Total	1,00	14.056,72			

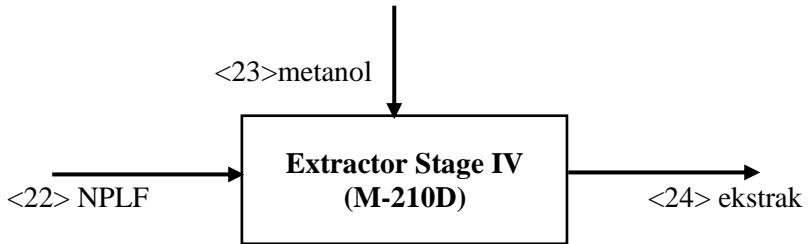
11. *Decanter Stage III (H-210C)*



Tabel 0.15 Neraca Massa *Decanter Stage III*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <20> Ekstrak dua layer					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0615	864,70			
DAG	0,0019	26,80			
MAG	0,0007	9,57			
FFA	0,0008	10,80			
Impurities	0,0025	35,23			
n-hexane	0,6995	9.832,22			
Metanol	0,2332	3.277,41			
Total	1,0000	14.056,72			
Bahan Keluar					
Aliran <22> NPLF			Aliran <21> PLF		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0760	815,00	TAG	0,0149	49,71
DAG	0,0020	21,68	DAG	0,0015	5,12
MAG	0,0008	8,09	MAG	0,0004	1,48
FFA	0,0007	7,02	FFA	0,0011	3,78
Impurities	0,0034	36,88	Impurities	0,0000	0,00
n-hexane	0,9171	9.832,22	n-hexane	0,0000	0,00
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	0,9820	3.277,41
Total	1,00	10.720,88	Total	1,00	3.337,49

12. Extractor Stage IV (M-210D)

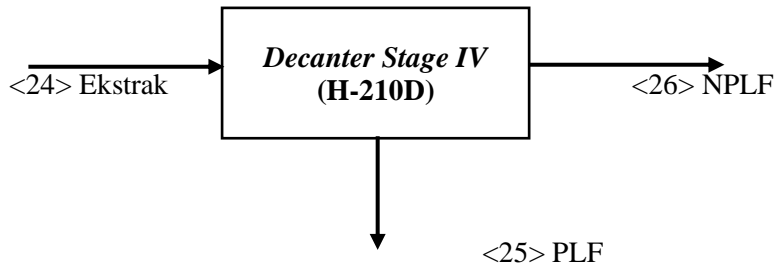


Tabel 0.16 Neraca Massa *Extractor Stage IV*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <22> NPLF			Aliran <23> Solvent Methanol		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0760	815,00	TAG	0,00	0
DAG	0,0020	21,68	DAG	0,00	0
MAG	0,0008	8,09	MAG	0,00	0
FFA	0,0007	7,02	FFA	0,00	0
Impurities	0,0034	36,88	Impurities	0,00	0
n-hexane	0,9171	9.832,22	n-hexane	0,00	0
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	1,00	3277,41
Total	1,0000	10.720,88	Total	1,00	3.277,41
Bahan Keluar					
Aliran <24> Ekstrak dua layer					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0582	815,00			

DAG	0,0015	21,68
MAG	0,0006	8,09
FFA	0,0005	7,02
Impurities	0,0026	36,88
n-hexane	0,7024	9.832,2 2
Metanol	0,2341	3.277,4 1
Total	1,00	13.998, 29

13. Decanter Stage IV (H-210D)

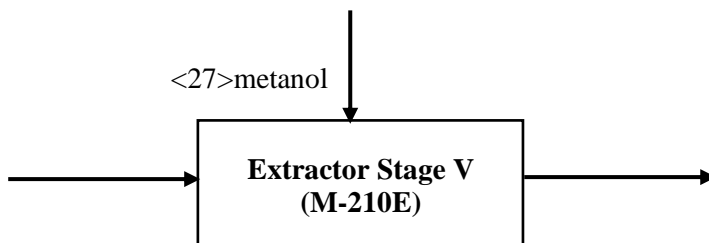


Tabel 0.17 Neraca Massa *Decanter Stage I*

Neraca Massa	
Bahan Masuk	
Aliran <24> Ekstrak dua layer	

Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0582	815,00			
DAG	0,0015	21,68			
MAG	0,0006	8,09			
FFA	0,0005	7,02			
Impurities	0,0026	36,88			
n-hexane	0,7024	9.832,22			
Metanol	0,2341	3.277,41			
Total	1,0000	13.998,29			
Bahan Keluar					
Aliran <26> NPLF			Aliran <25> PLF		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0739	789,14	TAG	0,0078	25,85
DAG	0,0015	16,06	DAG	0,0017	5,63
MAG	0,0006	6,64	MAG	0,0004	1,45
FFA	0,0006	5,97	FFA	0,0003	1,05
Impurities	0,0021	22,87	Impurities	0,0000	0,00
n-hexane	0,9212	9.832,22	n-hexane	0,0000	0,00
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	0,9897	3.277,41
Total	1,00	10.672,89	Total	1,00	3.311,38

14. Extractor Stage V (M-210E)



<26> NPLF

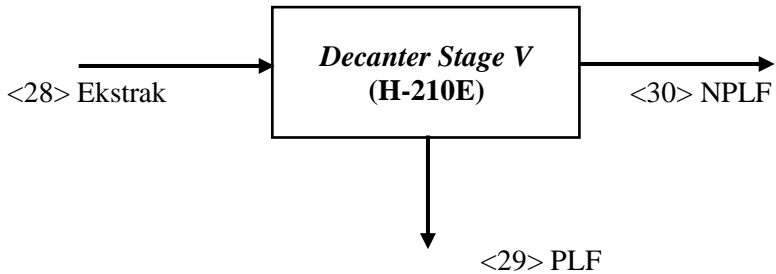
<28> ekstrak

Tabel 0.18 Neraca Massa *Extractor Stage V*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <26> NPLF			Aliran <27> Solvent Methanol		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0739	789,14	TAG	0,00	0
DAG	0,0015	16,06	DAG	0,00	0
MAG	0,0006	6,64	MAG	0,00	0
FFA	0,0006	5,97	FFA	0,00	0
Impurities	0,0021	22,87	Impurities	0,00	0
n-hexane	0,9212	9.832,22	n-hexane	0,00	0
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	1,00	3277,41
Total	1,0000	10.672,89	Total	1,00	3.277,41
Bahan Keluar					
Aliran <28> Ekstrak dua layer					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0566	789,14			
DAG	0,0012	16,06			
MAG	0,0005	6,64			
FFA	0,0004	5,97			

Impurities	0,0016	22,87
n-hexane	0,7048	9.832,2 2
Metanol	0,2349	3.277,4 1
Total	1,00	13.950, 30

15. Decanter Stage V (H-210E)

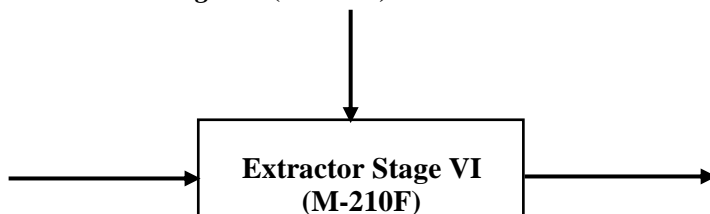


Tabel 0.19 Neraca Massa *Decanter Stage V*

Neraca Massa		
Bahan Masuk		
Aliran <28> Ekstrak dua layer		
Komponen	Fraksi Massa	Massa
TAG	0,0566	789,14
DAG	0,0012	16,06
MAG	0,0005	6,64

FFA	0,0004	5,97			
Impurities	0,0016	22,87			
n-hexane	0,7048	9.832,22			
Metanol	0,2349	3.277,41			
Total	1,0000	13.950,3 0			
Bahan Keluar					
Aliran <30> NPLF			Aliran <29> PLF		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0728	774,11	TAG	0,0045	15,04
DAG	0,0008	8,75	DAG	0,0022	7,30
MAG	0,0004	4,18	MAG	0,0007	2,47
FFA	0,0005	5,06	FFA	0,0003	0,91
Impurities	0,0010	10,28	Impurities	0,0038	12,59
n-hexane	0,9246	9.832,22	n-hexane	0,0000	0,00
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	0,9884	3.277,41
Total	1,00	10.634,5 9	Total	1,00	3.315,71

16. Extractor Stage VI (M-210F)



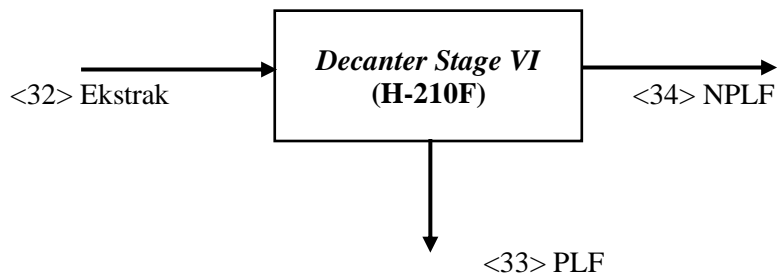
Tabel 0.20 Neraca Massa Extractor Stage VI

Neraca Massa
Bahan Masuk

Aliran <30> NPLF			Aliran <31> Solvent Methanol		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0728	774,11	TAG	0,00	0
DAG	0,0008	8,75	DAG	0,00	0
MAG	0,0004	4,18	MAG	0,00	0
FFA	0,0005	5,06	FFA	0,00	0
Impurites	0,0010	10,28	Impurities	0,00	0
n-hexane	0,9246	9.832,22	n-hexane	0,00	0
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	1,00	3277,41
Total	1,0000	10.634,59	Total	1,00	3.277,41
Bahan Keluar					
Aliran <32> Ekstrak dua layer					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0556	774,11			
DAG	0,0006	8,75			
MAG	0,0003	4,18			
FFA	0,0004	5,06			
Impurites	0,0007	10,28			
n-hexane	0,7067	9.832,22			
Metanol	0,2356	3.277,41			

Total	1,00	13.912 ,00
-------	------	---------------

18. Decanter Stage VI (H-210F)

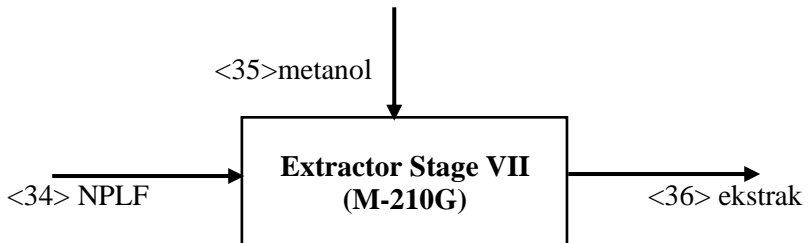


Tabel 0.21 Neraca Massa *Decanter Stage VI*

Neraca Massa		
Bahan Masuk		
Aliran <32> Ekstrak dua layer		
Komponen	Fraksi Massa	Massa
TAG	0,0556	774,11
DAG	0,0006	8,75
MAG	0,0003	4,18
FFA	0,0004	5,06
Impurities	0,0007	10,28
n-hexane	0,7067	9.832,22
Metanol	0,2356	3.277,41
Total	1,0000	13.912,0 0

Bahan Keluar					
Aliran <34> NPLF			Aliran <33> PLF		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0718	762,21	TAG	0,0036	11,90
DAG	0,0004	4,21	DAG	0,0014	4,54
MAG	0,0003	3,59	MAG	0,0002	0,59
FFA	0,0004	3,90	FFA	0,0004	1,16
Impurities	0,0006	6,24	Impurities	0,0012	4,04
n-hexane	0,9265	9.832,22	n-hexane	0,0000	0,00
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	0,9933	3.277,4 1
Total	1,00	10.612,3 7	Total	1,00	3.299,6 3

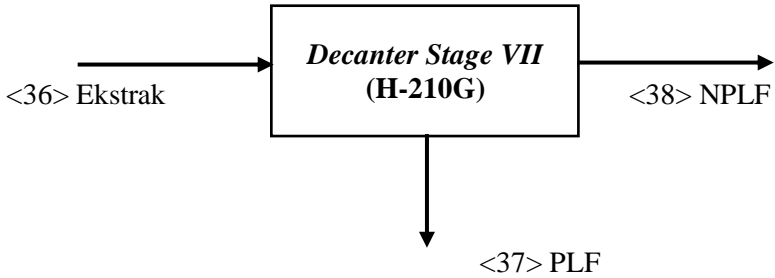
19. *Extractor Stage VII (M-210G)*



Tabel 0.22 Neraca Massa *Extractor Stage VII*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <34> NPLF			Aliran <35> Solvent Methanol		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0718	762,21	TAG	0,00	0
DAG	0,0004	4,21	DAG	0,00	0
MAG	0,0003	3,59	MAG	0,00	0
FFA	0,0004	3,90	FFA	0,00	0
Impurites	0,0006	6,24	Impurities	0,00	0
n-hexane	0,9265	9.832,22	n-hexane	0,00	0
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	1,00	3277,41
Total	1,0000	10.612,37	Total	1,00	3.277,41
Bahan Keluar					
Aliran <36> Ekstrak dua layer					
Komponen	Fraksi Massa	Massa			
TAG	0,0549	762,21			
DAG	0,0003	4,21			
MAG	0,0003	3,59			
FFA	0,0003	3,90			
Impurites	0,0004	6,24			
n-hexane	0,7079	9.832,22			
Metanol	0,2360	3.277,41			
Total	1,00	13.889			

20. Decanter Stage VII (H-210G)

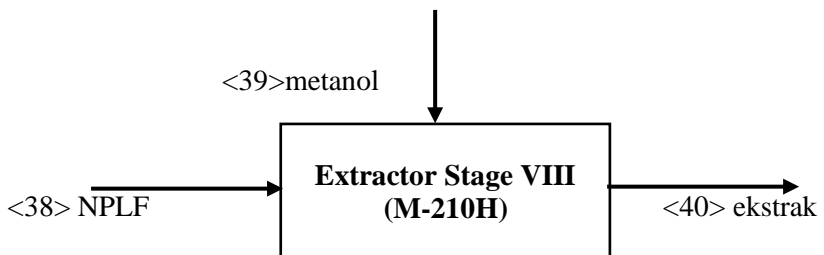


Tabel 0.23 Neraca Massa *Decanter Stage VII*

Neraca Massa		
Bahan Masuk		
Aliran <36> Ekstrak dua layer		
Komponen	Fraksi Massa	Massa
TAG	0,0549	762,21
DAG	0,0003	4,21
MAG	0,0003	3,59
FFA	0,0003	3,90
Impurities	0,0004	6,24
n-hexane	0,7079	9.832,22
Metanol	0,2360	3.277,41
Total	1,0000	13.889,77
Bahan Keluar		
Aliran <38> NPLF		Aliran <37> PLF

Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0718	762,05	TAG	0,0000	0,16
DAG	0,0003	3,34	DAG	0,0003	0,88
MAG	0,0002	2,02	MAG	0,0005	1,57
FFA	0,0003	3,41	FFA	0,0001	0,49
Impurities	0,0005	5,20	Impurities	0,0003	1,04
n-hexane	0,9268	9.832,22	n-hexane	0,0000	0,00
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	0,9987	3.277,41
Total	1,00	10.608,23	Total	1,00	3.281,54

21. Extractor Stage VIII (M-210H)



Tabel 0.24 Neraca Massa *Extractor Stage VIII*

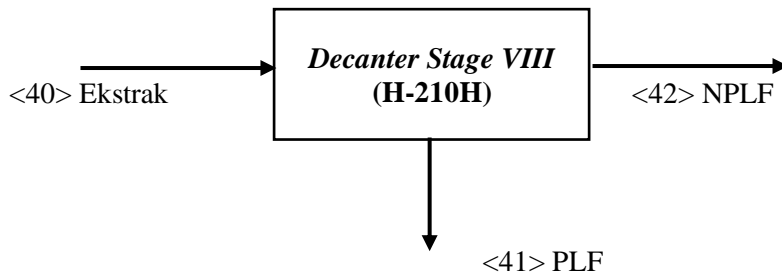
Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <38> NPLF			Aliran <39> Solvent Methanol		
Komponen	Fraksi Massa	Massa	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0718	762,05	TAG	0,00	0

DAG	0,0003	3,34	DAG	0,00	0
MAG	0,0002	2,02	MAG	0,00	0
FFA	0,0003	3,41	FFA	0,00	0
Impuriti es	0,0005	5,20	Impurities	0,00	0
n- hexane	0,9268	9.832,2 2	n-hexane	0,00	0
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	1,00	3277,41
Total	1,0000	10.608, 23	Total	1,00	3.277,41

Bahan Keluar

Aliran <40> Ekstrak dua layer		
Kompon en	Fraksi Massa	Massa
TAG	0,0549	762,05
DAG	0,0002	3,34
MAG	0,0001	2,02
FFA	0,0002	3,41
Impuriti es	0,0004	5,20
n- hexane	0,7081	9.832,2 2
Metanol	0,2360	3.277,4 1
Total	1,00	13.885, 64

22. Decanter Stage VIII (H-210H)



Tabel 0.25 Neraca Massa *Decanter Stage VIII*

Neraca Massa			
Bahan Masuk			
Aliran <40> Ekstrak dua layer			
Komponen	Fraksi Massa	Massa	
TAG	0,0549	762,05	
DAG	0,0002	3,34	
MAG	0,0001	2,02	
FFA	0,0002	3,41	
Impurities	0,0004	5,20	
n-hexane	0,7081	9.832,22	
Metanol	0,2360	3.277,41	
Total	1,0000	13.885,64	
Bahan Keluar			
Aliran <42> NPLF		Aliran <41> PLF	

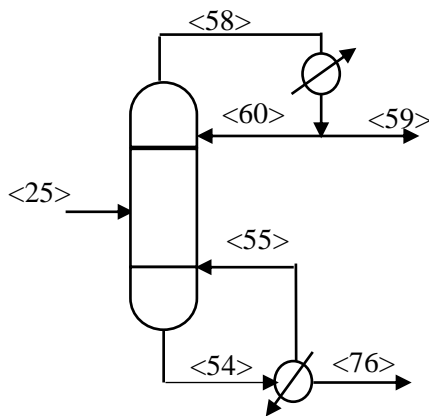
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
TAG	0,0718	761,02	TAG	0,0003	1,03
DAG	0,0003	3,24	DAG	0,0000	0,09
MAG	0,0000	0,46	MAG	0,0005	1,55
FFA	0,0003	2,70	FFA	0,0002	0,71
Impurities	0,0005	4,94	Impurities	0,0001	0,26
n-hexane	0,9272	9.832,22	n-hexane	0,0000	0,00
Metanol	0,0000	0,00	Metanol	0,9989	3.277,41
Total	1,00	10.604,58	Total	1,00	3.281,05

23. Tangki Distilasi NPLF (D-210)

Fungsi : memisahkan dedak padi dari impurities berupa logam

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 129.5°C

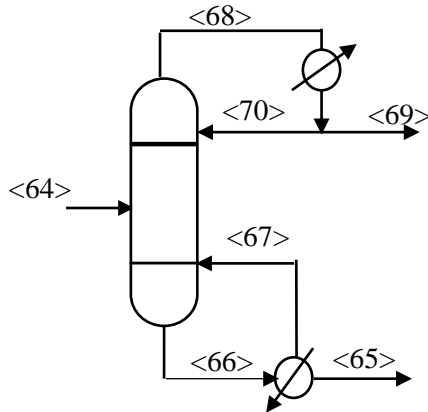


Tabel 0.26 Neraca Massa Tangki Distilasi NPLF

Komponen	Feed		Distilat		Bottom	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
TAG	0,071 8	761,02	0,000 0	0,0000	0,982 4	761,015 7
DAG	0,000 3	3,24	0,000 0	0,0000	0,004 2	3,2440
MAG	0,000 0	0,46	0,000 0	0,0000	0,000 6	0,4634
FFA	0,000 3	2,70	0,000 0	0,0000	0,003 5	2,7033
Impurities	0,000 5	4,94	0,000 0	0,0005	0,006 4	4,9427
n-hexane	0,927 2	9.832,22	1,000 0	9829,939 0	0,002 9	2,2764
TOTAL	1,000 0	10.604,5 8	1,000 0	9829,939 5	1,000 0	774,645 4

24. Tangki Distilasi PLF

Fungsi : mengambil methanol dari PLF.



Tabel 0.27 Neraca Massa Tangki Distilasi PLF

Komponen	Feed		Distilat		Bottom	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
TAG	0,015 2	408,02	0,000 0	0,0000	0,534 0	408,016 1
DAG	0,001 4	38,51	0,000 0	0,0000	0,050 4	38,5072
MAG	0,003 1	83,04	0,000 0	0,0000	0,108 7	83,0389
FFA	0,000 9	25,13	0,000 0	0,0000	0,032 9	25,1308
Impurities	0,003 1	84,31	0,000 0	0,0084	0,110 3	84,3032

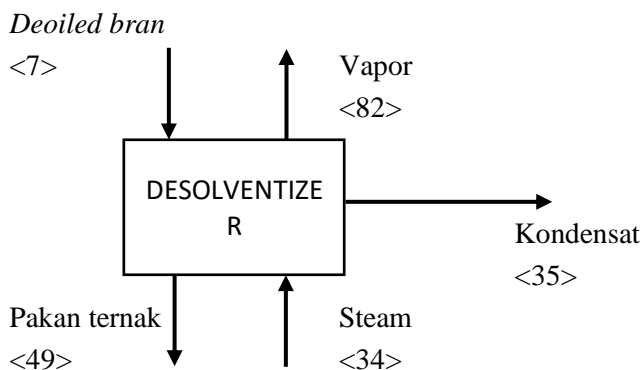
Methanol	0,976 2	26.219,2 4	1,000 0	26.094,232 3	0,163 6	125,008 5
TOTAL	1,000 0	26.858,2 5	1,000 0	26.094,240 8	1,000 0	764,004 7

25. Desolventizer

Fungsi : menghilangkan kandungan n-hexane dari deoiled bran.

Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 70 °C



Tabel 0.28 Neraca Massa *Desolventizer*

Neraca Massa					
Bahan Masuk					
Aliran <7> Defatted Bran			Aliran Steam		
Komponen	Fraksi	Massa (kg)	Komponen	Fraksi	Massa (kg)
Pellet	0,56464340	5.465,17	Pellet	0	0
Air	5		Air	1	744,927

n-Hexane	0,43535659 5	4.213,81	n-Hexane	0	0
Total	1	9.678,98	Total	1	744,927
Bahan Keluar					
Aliran <49> Desolvented Bran			Aliran Vapor Hexane		
Komponen	Fraksi	Massa (kg)	Komponen	Fraksi	Massa (kg)
Pellet	0,92841637	5.465,17	Pellet	0	0
Air	9		Air	0	0
n-Hexane	0,07158362 1	421,38	n-Hexane	1	3792,42591 1
Total	1	5.886,55	Total	1	3792,42591 1
Aliran Kondensat					
Komponen	Fraksi	Massa (kg)			
Pellet	0	0			
Air	1	744,927			
n-Hexane	0	0			
Total	1	744,927			

IV.2 NERACA ENERGI

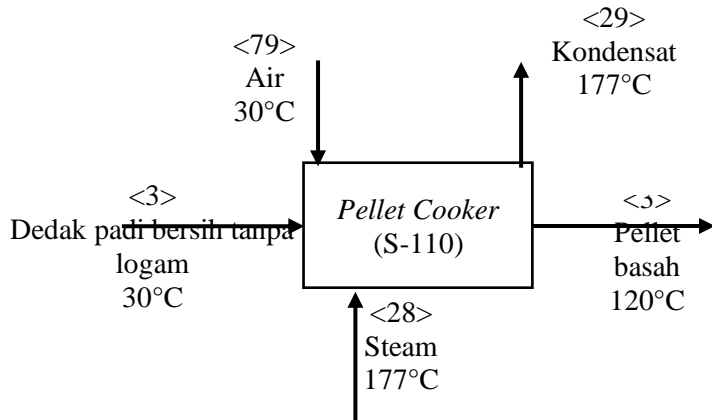
Basis Perhitungan	=	1 jam operasi
Satuan Perhitungan	=	KJ/jam
Kapasitas Produksi tahun	=	12.000 ton/
	=	36,36 kg/jam

Jumlah hari operasi	=	330 hari/tahun
Treferensi	=	25 °C = 298 K

Asumsi yang digunakan dalam perhitungan:

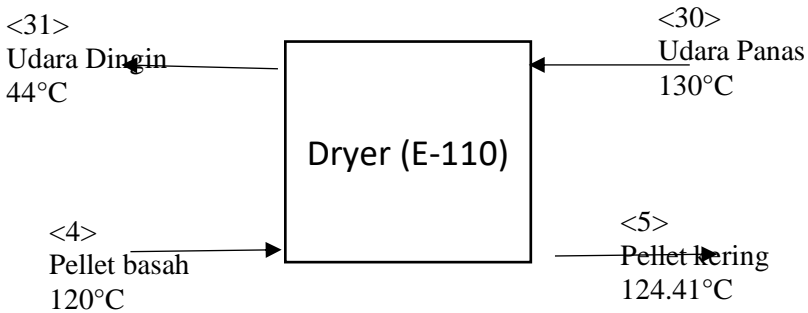
- Komponen TAG merupakan Komponen Triolein
- Komponen DAG merupakan Komponen Diolein
- Komponen MAG merupakan Komponen Monoolein
- Komponen FFA dan lainnya merupakan Komponen Oleic Acid

1. Pellet Cooker



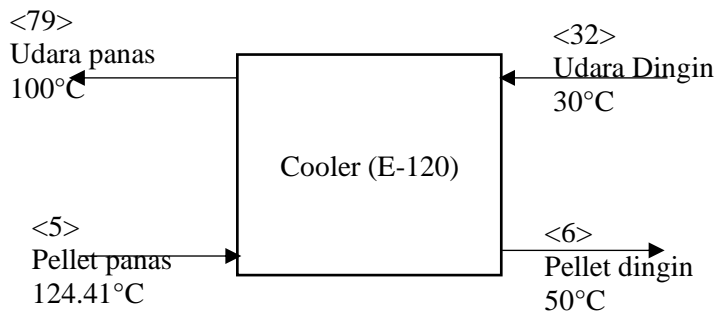
Tabel 0.29 Neraca Energi *Pellet Cooker*

Masuk (KJ)		Keluar (KJ)	
$\Delta H_{<3>}$	317.609,2614	$\Delta H_{<4>}$	1.518.970,2005
$\Delta H_{<79>}$	46.099,8904	$\Delta H_{<29>}$	298.020,6207
$\Delta H_{<28>}$	1.453.281,6695		
Total	1.816.990,8212	Total	1.816.990,8212

2. Dryer (E-110)**Tabel 0.30** Neraca Energi *Dryer*

Masuk (KJ)		Keluar (KJ)	
$\Delta H_{<4>}$	1.518.970,2005	$\Delta H_{<5>}$	1.240.002,9375
$\Delta H_{<30>}$	3.381.934,2262	$\Delta H_{<31>}$	3.660.901,4892
Total	4.900.904,4267	Total	4.900.904,4267

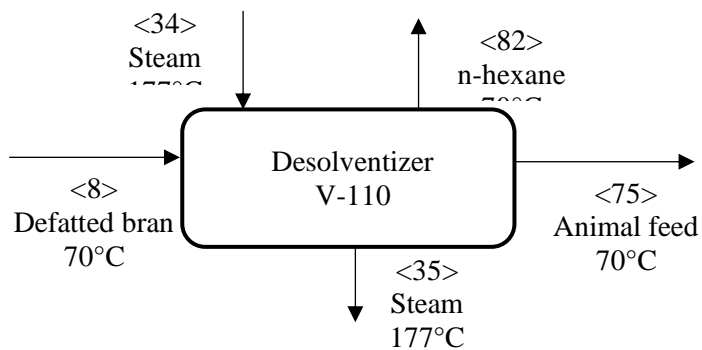
3. Cooler



Tabel 0.31 Neraca Energi *Cooler*

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
<5>	1.240.002,9375	<6>	298.679,7648
<32>	313.774,3909	<79>	1.255.097,5636
Total	1.553.777,3284	Total	1.553.777,3284

4. Desolventizer

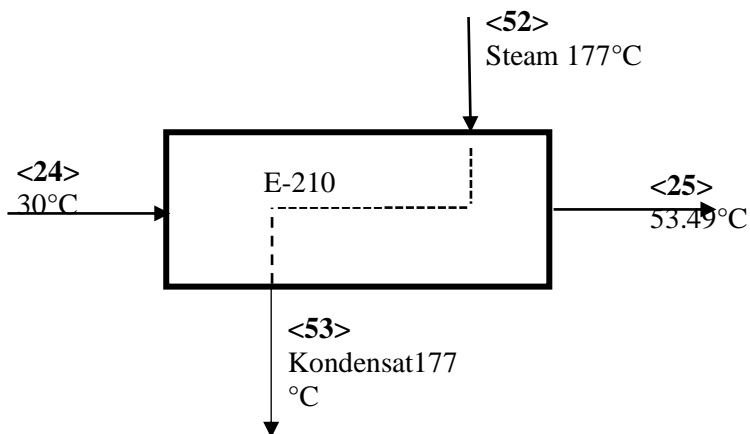


Tabel 0.32 Neraca Energi *Desolventizer*

Masuk (KJ)		Keluar (KJ)	
<8>	- 9.670.185,429 8	<82>	- 7.049.959, 26
<34>	- 10.702.259,62 77	<75>	- 922.681,92 06
		<35>	- 12.399.804
Total	-20.372.445,1	Total	- 20.372.445 ,1

5. Heater NPLF (E-210)

Fungsi: memanaskan NPLF sebelum mamsuki kolom distilasi

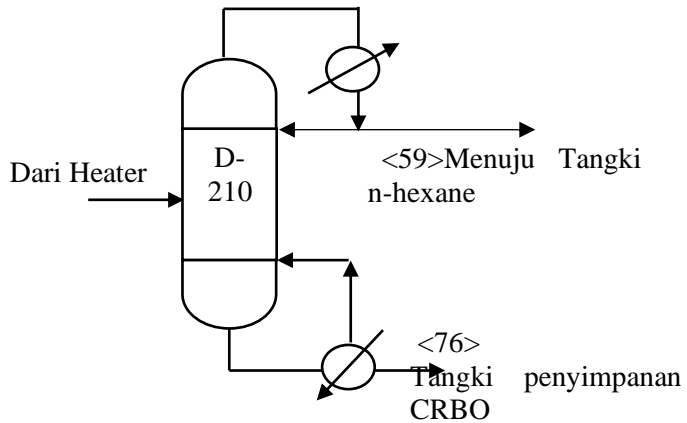


Tabel 0.33 Neraca Energi *Heater NPLF*

Masuk (KJ)		Keluar (KJ)	
ΔH_{25}	117584,33	ΔH_{25}	682024,07
Steam	-3558540,94	Kondensat	-4122980,69
Total	-3440956,62	Total	-3440956,62

6. Kolom Distilasi NPLF (D-210)

Fungsi: Memisahkan *refined RBO* dengan pelarut non-polar berupa n-hexane.

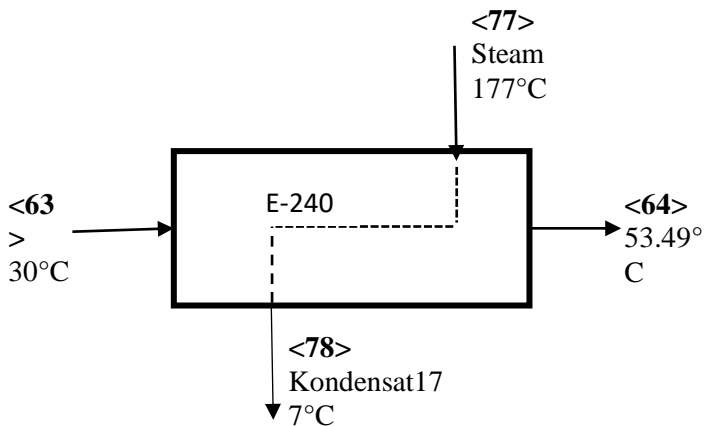


Tabel 0.34 Neraca Energi Kolom Distilasi

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{25}	-21305307,46	ΔH_{76}	251424,0978
Qmasuk reboiler	3454597,58	ΔH_{59}	-21283210,48
		Q kondensor	3181076,50
Total	-17850709,88	Total	-17850709,88

7. PLF Heater (E-240)

Fungsi: memanaskan PLF sebelum masuk ke dalam kolom distilasi

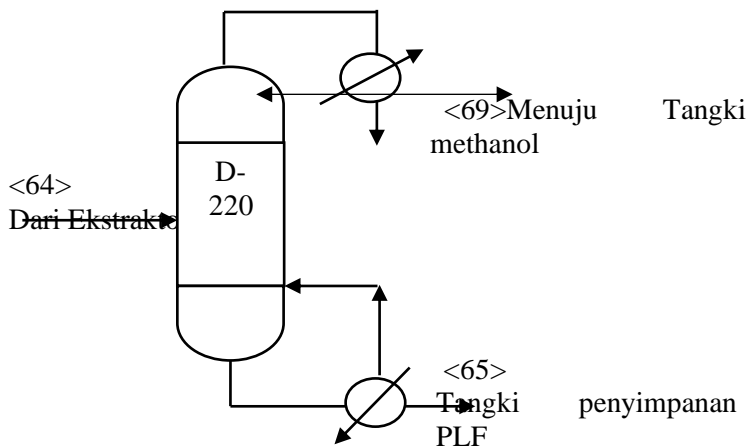
**Tabel 0.35** Neraca Energi Heater PLF

Masuk (KJ)		Keluar (KJ)	
ΔH_{63}	490336,67	ΔH_{64}	3603819,24

Steam	-19629119,44	Kondensat	-22742602,01
Total	-19138782,77	Total	-19138782,77

8. Distilasi PLF (D-220)

Fungsi: Untuk memisahkan campuran *impurities* dan methanol



Tabel 0.36 Neraca Energi Kolom Distilasi PLF

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{64}	-186608665,1	ΔH_{65}	-1646589,905
Qmasuk reboiler	37170322,71	ΔH_{69}	-184461582,3
		Q kondensor	36669829,78
Total	-149438342,4	Total	-149438342,4

BAB V
DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

V.1 DAFTAR PERALATAN

1. Screening Sieve (H-110)

Tabel V.1 Spesifikasi Screening Sieve

Spesifikasi	
Ukuran partikel dedak padi berkisar antara 100 mesh (Bagchi <i>et al</i> , 2014)	
Berdasarkan alibaba.com, 2018, spesifikasi alat adalah sebagai berikut :	
dimensi alat	= 2200 mm x 2200 mm x 1970 mm
jumlah layer	= 3 layer
diameter screener	= 1930 mm
Power	= 2.5 kW
jumlah alat	= 2
material	= stainless steel 304
Perhitungan kapasitas per alat	
Flowrate dedak masuk	= 7575,76 kg/hr
massa jenis dedak	= 507 kg/m ³
kapasitas dedak masuk	= 14,9423 m ³ /hr

2. Universal Pellet Cooker (S-110)

Tabel V.2 Spesifikasi Pellet Cooker

Spesifikasi:		
a. Design <i>Pellet Cooker</i> untuk setiap unit		
flowrate dedak masuk	=	7575,76 0 kg/hr
massa jenis dedak	=	507 kg/m
kapasitas dedak masuk	=	14,942 m ³ /h
	=	527,664 r
		ft ³ /hr
Desain untuk <i>Universal Pellet Cooker</i> didasarkan pada desain <i>Wenger Manufacturing</i>		
b. Tipe yang digunakan adalah <i>Universal Pellet Cooker Model 10K</i>		
Dimensi alat	=	2200 mm x 1000 mm x 1500 mm
Kapasitas alat	=	maksimal 5 ton/hr
Power	=	500 HP
Kecepatan putar pemotong	=	850 rpm
Bahan	=	<i>stainless steel</i>
Diameter pellet yang dihasilkan	=	4 mm

3. Cooler (E-120)

Tabel V.3 Spesifikasi Cooler

Spesifikasi			
Design <i>Belt Conveyor</i>			
flowrate dedak masuk	=	7575,760	kg/hr
massa jenis dedak	=	507	kg/m ³
kapasitas dedak masuk	=	14,942	m ³ /hr
	=	527,664	ft ³ /hr
Kebutuhan udara	=	41393	kg/hr
Kecepatan alir udara	=	1,27	m/s
Densitas udara	=	1,2	kg/m ³
Luas area	=	104,05	m ²
Laju alir udara	=	34494,16667	m ³ /hr
Panjang total conveyor	=	40,45056609	m
Jumlah	=	2	

4. Rotocel Ekstraktor (H-130)

Tabel V.4 Spesifikasi Rotocell Ekstraktor

Spesifikasi			
Kapasitas	=	46.18125	m ³
Diameter	=	3.45828	M
Tinggi ekstraktor	=	5.187413	M
Diameter Impeller	=	1.750	M
Bahan	=	Stainless Steel	
Jumlah	=	3	

$$\frac{\text{Power motor}}{7.5 \text{ KW}} =$$

5. Dryer (E-110)

Tabel V.5 Spesifikasi Dryer

Spesifikasi	
Kecepatan udara masuk	= 1,27 m/s
<i>Product loading</i>	= 9,1 kg/m ² lb evap/(jam)(dryer area)
Kapasitas	= 20,63 Btu/lb
Konsumsi energi	= 1700 evap
Fan	= 0,0049 hp/lb evap/jam
Kecepatan alir	= 3000 cuft/jam
Luas area <i>drying</i>	= 104,05 m ²
Waktu <i>drying</i>	= 192 min
Ketebalan bed	= 5 cm
Luas area total <i>drying</i>	= 771,758 m ²
Densitas udara	= 1,2 kg/m ³
Volume udara masuk	= 8798,58 m ³
Panjang belt	= 11,4007 m
Jumlah	= 7

6. Ekstraktor Stage I (M-210 A)

Tabel V.6 Spesifikasi Ekstraktor Stage I

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage I (M-210 A)</i>
Fungsi	= Mencampurkan CRBO dengan Methanol dan n-hexane
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>
Kapasitas	= 447,155856 ft ³
Dimensi tangki	= Diameter tangki = 84 in
	0,312 in
	Tebal Siliner tangki = 5 in
	0,312 in
	Tebal tutup atas tangki = 5 in
	0,312 in
	Tebal tutup bawah tangki = 5 in
	141,9 in
	Tinggi Silinder tangki = 77 in
	15,53 in
	Tinggi tutup atas tangki = 5 in
	24,24 in
	Tinggi tutup bawah tangki = 9 in
	181,7 in
	Tinggi total tangki = 60 in
Jenis Impeller	= Flat six blade open turbine
Kecepatan putar	= 60 rpm
Power motor	= 3,123 hp

7. Ekstraktor Stage II (M-210 B)

Tabel V.7 Spesifikasi Ekstraktor Stage II

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage II (M-210 B)</i>
Fungsi	= Mencampurkan CRBO dengan Methanol dan n-hexane
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>
Kapasitas	= 439,335307 ft ³
Dimensi tangki	=
	Diameter tangki = 84 in
	Tebal Siliner tangki = 0,3125 in
	Tebal tutup atas tangki = 0,3125 in
	Tebal tutup bawah tangki = 0,3125 in
	Tinggi Silinder tangki = 141,144 in
	Tinggi tutup atas tangki = 15,404 in
	Tinggi tutup bawah tangki = 24,249 in
	Tinggi total tangki = 180,797 in
Jenis Impeller	= Flat six blade open turbine
Kecepatan putar	= 60 rpm
Power motor	= 3,010 hp

8. Ekstraktor Stage III (M-210 C)**Tabel V.8** Spesifikasi Ekstraktor Stage III

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage III (M-210 C)</i>
Fungsi	= Mencampurkan CRBO dengan Methanol dan n-hexane
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>

Kapasitas	=	437,527911	ft ³	=	
Dimensi tangki	=	Diameter tangki	=	84	in
		Tebal Siliner tangki	=	0,3125	in
		Tebal tutup atas tangki	=	0,3125	in
		Tebal tutup bawah tangki	=	0,3125	in
		Tinggi Silinder tangki	=	140,95	in
		Tinggi tutup atas tangki	=	14,388	in
		Tinggi tutup bawah tangki	=	14,388	in
		Tinggi total tangki	=	179,588	in
Jenis Impeller	=	Flat six blade open turbine			
Kecepatan putar	=	60	rpm		
Power motor	=	2,983	hp		

9. Ekstraktor Stage IV (M-210 D)

Tabel V.9 Spesifikasi Ekstraktor Stage IV

Spesifikasi	
as	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage IV (M-210 D)</i>
Fungsi	= Mencampurkan CRBO dengan Methanol dan n-hexane
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>
Kapasitas	= 436,292232 ft ³ =
Dimensi tangki	= Diameter tangki = 84 in
	Tebal Silinder tangki = 0,312 in
	Tebal tutup atas tangki = 0,312 in
	Tebal tutup bawah tangki = 0,312 in

			0,312	
	Tebal tutup bawah tangki	=	5	in
			140,8	
	Tinggi Silinder tangki	=	18	in
			15,44	
	Tinggi tutup atas tangki	=	0	in
			15,44	
	Tinggi tutup bawah tangki	=	0	in
			180,5	
	Tinggi total tangki	=	06	in
Jenis Impeller	=	Flat six blade open turbine		
Kecepatan putar	=	60 rpm		
Power motor	=	2,965 hp		

10. Ekstraktor Stage V (M-210 E)

Tabel V.10 Spesifikasi Ekstraktor Stage V

Spesifikasi	
Nama alat	= Ekstraktor stage V (M-210 E)
Fungsi	= Mencampurkan CRBO dengan Methanol dan n-hexane
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>
Kapasitas	= 435,275867 ft ³
Dimensi tangki	= Diameter tangki = 84 in
	0,312
	Tebal Siliner tangki = 5 in
	0,312
	Tebal tutup atas tangki = 5 in
	0,312
	Tebal tutup bawah tangki = 5 in
	140,7
	Tinggi Silinder tangki = 08 in

Jenis					
Impeller	=	Flat six blade open turbine			
Kecepatan					
putar	=	60 rpm			
Power motor	=	2,951 hp			

11. Ekstraktor Stage VI (M-210 F)

Tabel V.11 Spesifikasi Ekstraktor Stage VI

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage VI (M-210 F)</i>
Fungsi	= Mencampurkan CRBO dengan Methanol dan n-hexane
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>
Kapasitas	= 434,665228 ft ³ =
Dimensi	
tangki	= Diameter tangki = 84 in
	= 0,312 in
	Tebal Siliner tangki = 5 in
	= 0,312 in
	Tebal tutup atas tangki = 5 in
	Tebal tutup bawah = 0,312 in
	tangki = 5 in
	= 140,6 in
	Tinggi Silinder tangki = 42 in
	= 15,42 in
	Tinggi tutup atas tangki = 6 in

	Tinggi tutup bawah tangki	=	24,24	
			9	in
			180,3	
	Tinggi total tangki	=	17	in
Jenis Impeller	=	Flat six blade open turbine		
Kecepatan putar	=	60	rpm	
Power motor	=	2,942	hp	

12. Ekstraktor Stage VII (M-210 G)

Tabel V.12 Spesifikasi Ekstraktor Stage VII

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage VII (M-210 G)</i>
Fungsi	= Mencampurkan CRBO dengan Methanol dan n-hexane
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>
Kapasitas	= 434,012433 ft ³
Dimensi tangki	=
	Diameter tangki = 84 in
	Tebal Siliner tangki = 5 in
	Tebal tutup atas tangki = 5 in
	Tebal tutup bawah tangki = 5 in
	Tinggi Silinder tangki = 72 in
	Tinggi tutup atas tangki = 0 in
	Tinggi tutup bawah tangki = 9 in

		Tinggi total tangki	=	180,2	
Jenis				41	in
Impeller	=	Flat six blade open turbine			
Kecepatan putar	=	60 rpm			
Power motor	=	2,932 hp			

13. Ekstraktor Stage VIII (M-210 H)

Tabel V.13 Spesifikasi Ekstraktor Stage VIII

Spesifikas		
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage VIII (M-210 H)</i>	
Fungsi	= Mencampurkan CRBO dengan Methanol dan n-hexane	
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>	
Kapasitas	= 433,951549 ft ³	
Dimensi tangki	Diameter tangki	= 84 in
	Tebal Siliner tangki	= 0,312 in
	Tebal tutup atas tangki	= 5 in
	Tebal tutup bawah tangki	= 0,312 in
	Tinggi Silinder tangki	= 140,5 in
	Tinggi tutup atas tangki	= 65 in
	Tinggi tutup bawah tangki	= 15,42 in
	Tinggi total tangki	= 24,24 in
	Tinggi total tangki	= 9 in
Jenis Impeller	= Flat six blade open turbine	

Kecepatan
putar = 60 rpm

Power motor = 2,931 hp

14. Decanter Stage I(H-210 A)

Tabel V.14 Spesifikasi Decanter Stage I

Spesifikasi	
Nama	= <i>Decanter Stage I (H-210 A)</i> Pemisahan fraksi PLF dan
Fungsi	= NPLF
Tipe	= Silinder horizontal dengan tutup kanan dan kiri berbentuk = dished head
Kondisi Operasi	= Tekanan 1 atm Suhu 30 °C
Diameter tangki	= 11,557 in
Tebal Siliner tangki	= 0,188 in
Tebal tutup samping kanan	= 0,1875 in
Tebal tutup samping kiri	= 0,1875 in
Panjang Silinder tangki	= 34,67242348 in
Panjang tutup kanan	= 3,702 in
Panjang tutup kiri	= 3,702 in

Panjang total tangki	=	42,076	in
Kapasitas Waktu pemisahan	=	3,15	ft ³ menit
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit

15. Decanter Stage II (H-210 B)

Tabel V.15 Spesifikasi Decanter Stage II

Spesifikasi			
Nama	=	<i>Decanter Stage II (H-210 B)</i>	
Fungsi	=	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF	
Tipe	=	Silinder horizontal dengan tutup kanan dan kiri berbentuk dished head	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1 atm
		Suhu	30 °C
Diameter tangki	=	11,547	in
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in
Tebal tutup kanan tangki	=	0,1875	in
Tebal tutup kiri tangki	=	0,1875	in
Panjang Silinder tangki	=	34,64138193	in

Panjang tutup kanan tangki	=	3,700	in
Panjang tutup kiri tangki	=	3,700	in
Panjang total tangki	=	42,042	in
Kapasitas Waktu pemisahan	=	3,14	ft ³
Material konstruksi	=	0,25	menit
Jumlah	=	Carbon steels SA-283 C	
	=	1	unit

16. Decanter Stage III (H-210 C)

Tabel V.16 Spesifikasi Decanter Stage III

Spesifikasi	
Nama	= <i>Decanter Stage III (H-210 C)</i>
Fungsi	= Pemisahan fraksi PLF dan NPLF
Tipe	= Silinder horizontal dengan tutup kanan dan kiri berbentuk dished head
Kondisi Operasi	= Tekanan 1 atm Suhu 30 °C
Diameter tangki	= 11,705 in
Tebal Siliner tangki	= 0,188 in
Tebal tutup kanan tangki	= 0,1875 in

Tebal tutup kiri tangki	=	0,1875	in
Panjang Silinder tangki	=	35,11484482	in
Panjang tutup kanan tangki	=	3,722	in
Panjang tutup kiri tangki	=	3,722	in
Panjang total tangki	=	42,558	in
Kapasitas Waktu pemisahan	=	3,27	ft ³
Material konstruksi	=	0,26	menit
	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit

17. Decanter Stage IV (H-210 D)

Tabel V.17 Spesifikasi Decanter Stage IV

Spesifikasi	
Nama	<i>Decanter Stage IV (H-210 D)</i>
Fungsi	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF
Tipe	Silinder horizontal dengan tutup kanan dan kiri berbentuk dished head
Kondisi Operasi	Tekanan 1 atm Suhu 30 °C
Diameter tangki	11,653 in
Tebal Siliner tangki	0,188 in

Tebal tutup kanan tangki	=	0,1875	in
Tebal tutup kiri tangki	=	0,1875	in
Panjang Silinder tangki	=	34,9590214	in
Panjang tutup kanan tangki	=	3,715	in
Panjang tutup kiri tangki	=	3,715	in
Panjang total tangki	=	42,388	in
Kapasitas	=	3,23	ft ³
Waktu pemisahan	=	0,26	menit
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit

18. Decanter Stage V (H-210 E)

Tabel V.18 Spesifikasi Decanter Stage V

Spesifikasi			
Nama	=	<i>Decanter Stage V (H-210 E)</i>	
Fungsi	=	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF	
Tipe	=	Silinder horizontal dengan tutup kanan dan kiri berbentuk dished head	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1 atm

	Suhu	30 °C
Diameter tangki	= 11,560	in
Tebal Siliner tangki	= 0,188	in
Tebal tutup kanan tangki	= 0,1875	in
Tebal tutup kiri tangki	= 0,1875	in
Panjang Silinder tangki	= 34,68073772	in
Panjang tutup kanan tangki	= 3,702	in
Panjang tutup kiri tangki	= 3,702	in
Panjang total tangki	= 42,085	in
Kapasitas Waktu pemisahan	= 3,15	ft ³
Material konstruksi	= 0,25	menit
Jumlah	= Carbon steels SA-283 C	
	= 1	unit

19. Decanter Stage VI (H-210 F)

Tabel V.19 Spesifikasi Decanter Stage VI

Spesifikasi	
Nama	= <i>Decanter Stage VI (H-210 F)</i>
Fungsi	= Pemisahan fraksi PLF dan NPLF
Tipe	= Silinder horizontal

	=	dengan tutup kanan dan kiri berbentuk dished head	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1 atm
		Suhu	30 °C
Diameter tangki	=	9,861	in
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in
Tebal tutup kanan tangki	=	0,1875	in
Tebal tutup kiri tangki	=	0,1875	in
Panjang Silinder tangki	=	29,58348508	in
Panjang tutup kanan tangki	=	3,497	in
Panjang tutup kiri tangki	=	3,497	in
Panjang total tangki	=	36,578	in
Kapasitas Waktu pemisahan	=	1,96	ft ³
Material konstruksi	=	0,16	menit
		Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit

20. Decanter Stage VII (H-210 G)

Tabel V.20 Spesifikasi Decanter Stage VII

Spesifikasi	
Nama	<i>Decanter Stage VII (H-210 G)</i>

Fungsi	=	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF	
Tipe	=	Silinder horizontal dengan tutup kanan dan kiri berbentuk dished head	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1 atm
		Suhu	30 °C
Diameter tangki	=	11,495	in
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in
Tebal tutup kanan tangki	=	0,1875	in
Tebal tutup kiri tangki	=	0,1875	in
Panjang Silinder tangki	=	34,48643411	in
Panjang tutup kanan tangki	=	3,694	in
Panjang tutup kiri tangki	=	3,694	in
Panjang total tangki	=	41,874	in
Kapasitas Waktu pemisahan	=	3,10	ft ³
	=	0,25	menit
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit

21. Decanter Stage VIII (H-210 G)

Tabel V.21 Spesifikasi Decanter Stage VIII

Spesifikasi	
	<i>Decanter Stage VIII (H-210</i>
Nama	= <i>H)</i>
Fungsi	= Pemisahan fraksi PLF dan NPLF
Tipe	= Silinder horizontal tutup kanan dan kiri berbentuk dished head
Kondisi Operasi	= Tekanan 1 atm Suhu 30 °C
Diameter tangki	= 11,441 in
Tebal Siliner tangki	= 0,188 in
Tebal tutup kanan tangki	= 0,1875 in
Tebal tutup kiri tangki	= 0,1875 in
Panjang Silinder tangki	= 34,32244182 in
Panjang tutup kanan tangki	= 3,686 in
Panjang tutup kiri tangki	= 3,686 in
Panjang total tangki	= 41,695 in
Kapasitas Waktu pemisahan	= 3,05 ft ³ 0,25 menit
Material konstruksi	= Carbon steels SA-283 C
Jumlah	= 1 unit

BAB VI

ANALISIS EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan menurut neraca massa yang telah tercantum dalam Bab IV. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum dalam appendiks C dihitung berdasarkan pada neraca massa dan energi. Selain itu, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

Bentuk badan perusahaan dalam pabrik minyak goreng dari dedak padi ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah organisasi usaha yang memiliki badan hukum resmi yang hanya berlaku pada perusahaan tanpa melibatkan harta pribadi atau perseorangan yang ada di dalamnya. Di dalam PT, pemilik modal tidak harus memimpin perusahaan, karena dapat merujuk orang lain di luar pemilik modal untuk menjadi pimpinan. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

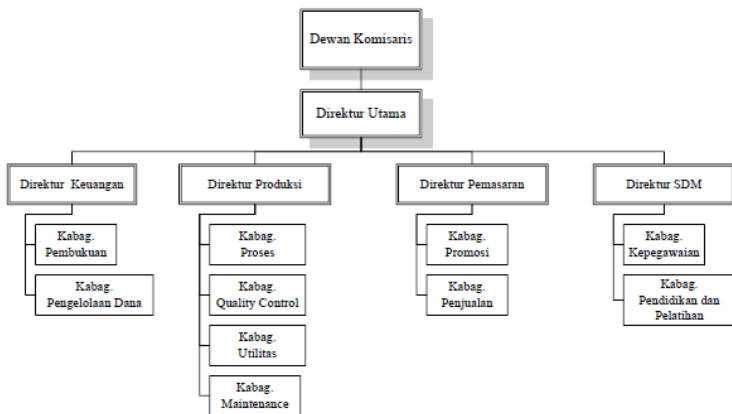
1. Pemilik modal adalah pemegang saham sedangkan pelaksanaannya adalah dewan komisaris.
2. Tidak melibatkan harta pribadi pemegang saham.
3. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Sistem organisasi perusahaan ini adalah lini dan staff. Organisasi lini dan staff adalah suatu bentuk organisasi dimana pelimpahan wewenang berlangsung secara vertikal dan sepenuhnya dari pucuk pimpinan ke kepala bagian dibawahnya serta masing – masing pejabat, manajer atau direktur ditempatkan satu atau lebih pejabat staff yang tidak mempunyai wewenang

memerintah tapi hanya sebagai penasihat. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- Ada pembagian tugas yang jelas.
- Kerjasama dan koordinasi dapat dilaksanakan dengan jelas.
- Pengembangan bakat segenap anggota organisasi terjamin.
- Staffing dilaksanakan sesuai dengan prinsip *the right man on the right place*.
- Bentuk organisasi ini fleksibel untuk diterapkan.
- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus.
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik. Masing - masing kepala bagian/direktur secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.



Gambar VI.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Terdapat dua komponen utama dalam organisasi lini dan staff, yaitu:

➤ Pimpinan

Tugas pimpinan secara garis besar adalah:

- a. Membuat rencana kerja yang terperinci dengan koordinasi para staff.
 - b. Melakukan pengawasan pelaksanaan kerja dari berbagai bagian dalam pabrik.
 - c. Meninjau secara teratur pelaksanaan pekerjaan pada masing-masing bagian dan memberikan bimbingan serta petunjuk dalam pelaksanaan pekerjaan.
 - d. Melaporkan kepada direksi tentang hal-hal yang terkait dengan pengelolaan pabrik.
 - e. Mewakili pabrik dalam perundingan dengan pihak lain.
- Staff (Pembantu Pimpinan)
- a. Terdiri dari para tenaga ahli yang membantu pemimpin dan yang menjalankan kebijaksanaan perusahaan.
 - b. Staff merupakan suatu tim yang utuh dan saling membantu dan saling membutuhkan, setiap permasalahan yang ada dipecahkan secara bersama.

Macam-macam staf antara lain:

- a. Staff koordinasi
Biasanya disebut staff umum, yaitu kelompok staff yang membantu pimpinan dalam perencanaan dan pengawasan, juga setiap saat memberikan nasehat kepada pimpinan baik diminta maupun tidak.
- b. Staff Teknik
Biasanya disebut staff khusus, yaitu kelompok staff yang memberikan pelayanan jasa kepada komponen pelaksana untuk melancarkan tugas pabrik.
- c. Staff ahli
Staff ini terdiri dari para ahli dalam bidang yang diperlukan oleh pabrik untuk membantu direktur dalam penelitian.

VI.1.3 Struktur Organisasi

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah:

1. Dewan Komisaris
Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham. Tugas dewan komisaris:

- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasihat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan. Tugas direktur utama adalah:

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.
- Mengawasi jalannya perusahaan.

Selain tugas-tugas diatas, direktur berhak mewakili PT secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.

3. Direktur

Direktur bertanggung jawab ke direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya, baik yang berhubungan dengan pemasaran, personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi. Tugas Direktur:

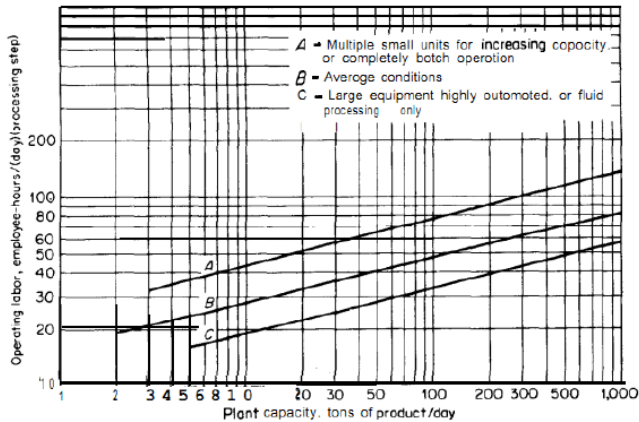
- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
 - Bertanggung jawab atas kelancaran, pengaturan, serta pemeliharaan pada bidang yang dibawah.
 - Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
4. Kepala Bagian Pembukuan
Kepala Bagian Pembukuan bertanggung jawab dengan segala bentuk pembukuan kegiatan yang telah dilakukan dan merencanakan kegiatan yang akan dilakukan.
 5. Kepala Bagian Keuangan
Kepala Bagian ini bertugas untuk mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan *order-order* pembelian.
 6. Kepala Bagian *Quality Control*
Kepala Bagian ini bertanggung jawab langsung kepada Direktur Produksi. Bagian ini juga bertugas mengontrol kualitas produk.
 7. Kepala Bagian Proses
Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar barang-barang produksi dengan Teknik yang memudahkan karyawan sehingga diperoleh produk dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.
 8. Kepala Bagian Utilitas
Kepala Bagian utilitas bertugas mengurus bagian utilitas yang diperlukan pabrik seperti menyediakan air pendingin, air proses, *steam*, listrik, bahan bakar dan penanganan limbah. Bagian ini juga bertugas memproses alat utilitas yang sudah digunakan.
 9. Kepala Bagian *Maintenance*
Kepala Bagian ini bertugas mengurus semua masalah yang berhubungan dengan perbaikan dan perawatan seluruh alat-alat yang digunakan dalam pabrik.

10. Kepala Bagian Promosi
Kepala Bagian Promosi bertanggung jawab atas kesuksesan pemasaran dengan melakukan berbagai promosi ke konsumen
11. Kepala Bagian Penjualan
Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.
12. Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan
Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan bertugas mengurus penelitian dan pelatihan terhadap karyawan maupun pelajar yang akan melakukan kerja praktek.
13. Kepala Bagian Kepegawaian
Kepala Bagian kepegawaian bertugas mengurus kesejahteraan karyawan meliputi gaji, tunjangan, dan penerimaan pegawai baru.

VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi pabrik minyak goreng dari dedak padi ini diuraikan sebagai berikut:

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional
Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi pabrik minyak goreng dari dedak padi adalah sebagai berikut: Kapasitas produksi pabrik minyak goreng dedak padi = 36,36 ton/hari.



Gambar VI.5 Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia

Berdasarkan *Figure 6-9 Timmerhaus, 1991* untuk kondisi *average condition*, maka diperoleh 35 orang/(hari)(tahap proses), dimana dalam minyak goreng dari dedak padi ini terdiri dari 3 tahapan proses sehingga jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 56 orang/hari.

2. Jadwal Jam Kerja

Dalam menjalankan kegiatan sehari-harinya, pembagian jam kerja berdasarkan status karyawan, yaitu karyawan *day shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan *Day Shift*

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *day shift* adalah karyawan administrasi, sekretariat, perbekalan, gudang, dan lain-lain. Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut:

Senin – Jumat: 07.00 – 16.00

Istirahat:

Senin – Kamis: 12.00 – 13.00

Jum'at: 11.30 – 13.00

Untuk hari Sabtu, Minggu dan hari besar merupakan hari libur.

b. *Karyawan Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja *supervisor*, *operator*, dan *security*. Karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 group, yaitu A, B, C, dan D. Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut:

Untuk pekerja operasi:

Shift pagi: 08.00 - 16.00

Shift sore: 16.00 - 24.00

Shift malam: 00.00 - 08.00

Untuk pekerja security:

Shift pagi: 06.00 – 14.00

Shift sore: 14.00 – 22.00

Shift malam: 22.00 – 06.00

Untuk memenuhi kebutuhan pegawai tersebut diatas diperlukan empat regu, dimana tiga regu bekerja dan satu regu libur.

VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan

a. *Karyawan Tetap*

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian, dan masa kerja.

b. *Karyawan Harian*

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. *Pekerja Borongan*

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya: tenaga *shut down*, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

Tabel VI.37 Perhitungan Jumlah dan Gaji Karyawan

No	Jabatan	Pendi- dikan	Gaji/bulan (Rp)	Jum- lah	Total (Rp)
1	Dewan Komisaris	S2	25.000.000	1	25.000.000
2	Direktur utama	S1	55.000.000	1	55.000.000
3	Sekretaris	S1	5.000.000	1	5.000.000
4	Direktur Produksi	S1	30.000.000	1	30.000.000
5	Direktur Pemasaran	S1	30.000.000	1	30.000.000
6	Direktur Keuangan	S1	30.000.000	1	30.000.000
7	Direktur SDM	S1	30.000.000	1	30.000.000
8	Kepala Bagian				
	a. Kabag Proses	S1	15.000.000	1	15.000.000
	b. Kabag Q. Control	S1	15.000.000	1	15.000.000
	c. Kabag Promosi	S1	15.000.000	1	15.000.000
	d. Kabag Penjualan	S1	15.000.000	1	15.000.000
	e. Kabag Pembukua n	S1	15.000.000	1	15.000.000
	f. Kabag Keuangan	S1	15.000.000	1	15.000.000

	g. Kabag Kepegawaian	S1	15.000.000	1	15.000.000
	h. Kabag R & D	S1	15.000.000	1	15.000.000
9	Dokter	S1	5.000.000	2	10.000.000
10	Perawat	D3	3.800.000	2	7.600.000
11	Karyawan Proses	S1	4.500.000	10	45.000.000
12	Karyawan Proses	D3	3.500.000	56	196.000.000
13	Karyawan Q. Control	S1	4.500.000	6	27.000.000
14	Karyawan Q. Control	D3	3.500.000	5	17.500.000
15	Karyawan Promosi	S1	4.500.000	7	31.500.000
16	Karyawan Promosi	D3	3.500.000	4	14.000.000
17	Karyawan Penjualan	S1	4.500.000	7	31.500.000
18	Karyawan Penjualan	D3	3.500.000	5	17.500.000
19	Karyawan Pembukuan	S1	4.500.000	4	18.000.000
20	Karyawan Pembukuan	D3	3.500.000	2	7.000.000
21	Karyawan Keuangan	S1	4.500.000	4	18.000.000
22	Karyawan Keuangan	D3	3.500.000	3	10.500.000

23	Karyawan Kepegawaian	S1	4.500.000	5	22.500.000
		D3	3.500.000	2	7.000.000
24	Karyawan R & D	S1	4.500.000	5	22.500.000
25	Satpam	SMA	2.500.000	5	12.500.000
26	Office Boy	SMA	2.500.000	4	10.000.000
27	Supir	SMA	2.500.000	4	10.000.000
28	IT	S1	4.500.000	2	9.000.000
Total				159	869.600.000

VI.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada pabrik minyak goreng dari dedak padi ini meliputi:

1. Air, berfungsi sebagai *cooling water* dan sanitasi.
2. Steam, digunakan untuk keperluan pemanas bahan baku, pemanas reboiler maupun untuk proses desolventasi.
3. Listrik, berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan.
4. Bahan bakar, berfungsi untuk bahan bakar boiler, generator dan furnace.
5. Penanganan limbah, berfungsi untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan sekitar pabrik.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik diatas, diperlukan unit-unit

sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu:

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air sungai, dimana sebelum digunakan air sungai perlu diolah lebih dulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya

yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik minyak goreng dari dedak padi ini digunakan untuk kepentingan:

- Air *Cooling Water*
- Air sanitasi, meliputi laboratorium dan karyawan.

Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut: pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki $\text{Ca}(\text{OH})_2$, bak pengendap, bak penampung, pompa sand filter, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi.

VI.2.2 Unit Penyediaan Steam

Steam yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari boiler dan pendingin dari reaktor autothermal. Kebutuhan *steam* digunakan sebagai pemanas di reboiler dan sebagian besar dipakai untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan *back-up* jika sewaktu-waktu *supply* listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit *steam* yaitu boiler.

VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik minyak goreng dari dedak padi ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut:

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN.
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari generator.

VI.2.4 Unit Bahan Bakar

Unit ini bertugas untuk menyediakan bahan bakar baik untuk furnace atau boiler serta alat-alat yang membutuhkan bahan

bakar lainnya. Bahan bakar yang digunakan yaitu batu bara dan bahan bakar minyak.

VI.2.5 Unit Penanganan Limbah

Bagian ini mempunyai tugas antara lain mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan di sekitar area pabrik. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan sesuai dengan standar dan ketentuan perundangan yang berlaku. Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun, mencakup: pengangkutan, penyimpanan, pengoperasian, dan pemusnahan. Pengelolaan *house keeping* dan penghijauan di dalam dan sekitar area pabrik.

VI.3 Analisis Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Pada pra desain pabrik minyak goreng dari dedak padi ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi. Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah:

1. Laju Pengembalian Modal (Internal Rate of Return / IRR)
2. Waktu Pengembalian Modal (Pay Out Time / POT)
3. Titik Impas (Break Even Point / BEP)

VI.3.1 Laju Pengembalian Modal (Internal Rate of Return / IRR)

Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga $i = 28,47\%$. Harga I yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu $9,75\%$ per tahun. Dengan harga $i = 28,47\%$ yang didapatkan dari perhitungan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman $9,75\%$ per tahun.

VI.3.2 Waktu Pengembalian Modal (Pay Out Time / POT)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah $4,27$ tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

VI.3.3 Titik Impas (*Break Even Point* / BEP)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan Biaya variabel (VC), Biaya semi variabel (SVC) dan biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 33,03%.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VII

PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian proses pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan Operasi: semi kontinyu, 24 jam/hari selama 330 hari/tahun
2. Kapasitas Produksi : 12000 ton/tahun
3. Kebutuhan bahan baku dedak padi 60000 ton/tahun
4. Lokasi Pendirian Pabrik : Lamongan, Jawa Timur
5. Analisa Ekonomi
 - a. Permodalan
Modal tetap (FCI) : Rp. 243,606,136,589
Modal Kerja (WCI) : Rp. 42,989,318,222
Modal Total (TCI) : Rp. 286,595,454,810
Biaya Produksi per tahun (TPC) : Rp. 341,394,690,9
Hasil penjualan per tahun : Rp. 466,844,358,349
 - b. Rentabilitas
Masa konstruksi : 2 tahun
Pengembalian pinjaman : 10 tahun
Bunga bank : 9,75%
Laju inflasi : 3,35%
IRR : 28,47%
Pay Out Time (POT) : 4,27 tahun
Break Even Point (BEP) : 33,03 %

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, George. 2018. Solvent Extraction. <http://lipidlibrary.aocs.org> diakses pada 14 November 2019 pukul 19.00.
- Aparamarta, Hakun Wirawasista, Teguh Saputra, Anggita Claratika, Yi-Hsu Ju, dan Setiyo Gunawan. 2016. Separation and Purification of Triacylglycerols from Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) Oil by Batchwise Solvent Eztraction, Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Data Produksi Padi 2015. <https://www.bps.go.id/> diakses pada 05 Oktober 2019 pukul 14.00.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Data Impor Minyak Goreng Non-Sawit. <https://www.bps.go.id/> diakses pada 05 Oktober 2019 pukul 15.00.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2018. Padi Jawa Timur. <https://jatim.bps.go.id/> diakses pada 05 Oktober 2019 pukul 18.00.
- Bagchi, Torit Baran. 2014. Process standardization for rice bran stabilization and its' nutritive value. *Journal of Crop and Weed*, Vol.10,No.2, pg. 303-307
- Brownell, L.E. and Young, F.H, 1959, "Process Equipment Design", Willet Eastern Limited, New Delhi.
- Budiyanto, Agus, Mulyana H, dan Sari Intan Kailaku. 2014. Teknologi Pengolahan Minyak Dedak Padi. <http://www.litbang.pertanian.go.id/berita/one/2461/> diakses pada 13 November 2019 pukul 19.00.
- Carlo, Agostoni dan Maria Grazia Bruzzese. 1992. Fatty Acids: Their Biochemical and Functional Classification. *Pediatr Med Chir*. Vol. 14, No. 5, pg. 437-9. Coulson, Richardson, 1999, *Chemical Engineering*, volume 6, third edition, New York, Butterworth Heinemann.

- Dharmasaputra, Metta. 2018. Berapa Produksi dan Luas Lahan Panen Padi. [https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/02/21/berapa-produksi- dan-luas-lahan-panen-padi](https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/02/21/berapa-produksi-dan-luas-lahan-panen-padi) diakses pada 14 November 2019 pukul 02.00.
- Fadela, Chaib. 2018. The Top 10 Causes of Death. <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> diakses pada 14 November 2019 pukul 19.00.
- Fellows, P. J. 2017. Food Processing Technology Principles and Practice Fourth Edition. United Kingdom: Woodhead Publishing is in imprint of Elsevier.
- Geankoplis Christie John, 1993, Transport Processes and Separation Process th Principle, 4 edition, New Jersey, Pearson Education International.
- Gupta, Monoj K. 2017. Practical Guide to Vegetable Oil Processing. Texas: AOC Press.
- Harvard Health Publishing. 2018. The Truth about Fats: Good, the Bad, and the In-Between. [https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/the-truth-about- fats-bad-and-good](https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/the-truth-about-fats-bad-and-good) diakses pada 12 Desember 2019 pukul 15.00.
- Hu, Frank B, Meir J Stampfer, Joann E Manson, Eric Rimm, Graham A Colditz, Bernard A Rosner, Charles H Hennekens, dan Walter C Willett. 1997. Dietary Fat Intake and The Risk of Coronary Heart Disease in Women. The New England Journal of Medicine, Vol. 337, No. 21, pg. 1491-1499.
- Hu, Weicheng, John Henry Wells, Tai-Sun Shin, dan James Samuel Godber. 1996. Comparison of Isopropanol and Hexane for Extraction of Vitamin E and

Oryzanol from Stabilized Rice Bran. *JAOCS*, 73(12). 1653-1656.

International Rice Research Institute. 2018. By-products. <http://www.knowledgebank.irri.org/step-by-step-production/postharvest/rice-by-products> diakses pada 01 Desember 2019 pukul 22.00

Kern, D.Q, 1950, "Process Heat Transfer", 5th edition, McGraw Hill Book Company, New York, Toronto , London.

Manchanda, Subhash Chand dan Santosh Jain Passi. 2016. Selecting healthy edible oil in the Indian context. *Indian Heart Journal*, 68(2016). 447-449.

Mathers, Colin, Gretchen Stevens, Wahyu Retno Mahanani, Jessica Ho, Doris Ma Fat, dan Dan Hogan. 2017. WHO Methods and Data Sources for Country- level Causes of Death 2000-2015. Geneva: Department of Information, Evidence and Research WHO.

Mc. Cabe, Unit Operation for Chemical Engineering, 3rd ed, Mc. Graw Hill Book Company, New York, 1976.

Mezouari, Samia, Karl Eichner, S Parkash Kochhar, Ludger Bruhl, dan Karin Schwarz. 2006. Effect of the Full Refining Process on Rice Bran Oil Composition and Its Heat Stability. *Europe Journal Lipid Science and Technology*. 108(2006). page 193-199.

Morell, Matthew. 2018. Milling. <http://www.knowledgebank.irri.org/step-by-step-production/postharvest/milling> diakses pada 15 November 2018 pukul 16.00.

- Moreou, Robert A dan Afaf Kamal-Eldin. 2008. Gourment and Health-Promoting Specialty Oils. Illinois: AOCS Press
- O' Brien, Richard Desmond, Walter E Farr, dan Peter J Wan. 2000. Introduction to Oils and Fats Technology Second Edition. Illinois: AOCS Press.
- Oilseeds International, Ltd. 2016. OryzanTM Rice Bran Oil.
- <http://www.oilseedssf.com/products/international/rice-bran-oil.php#fragment-3> diakses pada 16 Oktober 2018 pukul 19.00.
- Perry, Robert H. dan Don Green. Perry's Chemical Engineering Handbook, 6th editon. Mc. Graw Hill International Edition. 1984.
- Perry, Green, 2008, Perry's Chemical Engineers' handbook, 7th edition, McGrow-Hill Companies, Inc., United State.
- Peters, M.S. and Timmerhous, K.D., 1991, "Plant Design and Economic for Chemical Engineers", 4th edition, McGraw-Hill Inc. New York.
- Pradipta, Anjar D. 2018. Lamongan Siap Terbangun Kawasan Industri Baru. <https://radarbojonegoro.jawapos.com/read/2018/01/31/45077/siap-terbangun-kawasan-industri-baru> diakses pada 06 Januari 2019 pukul 13.00.
- Rajan, R G dan A G Gopala Krishna. 2009. Refining of High Free Fatty Acid Rice Bran Oil and Its Quality Characteristics. Journal of Food Lipids. 16(2009). page 589-604.

- Riaz, Mian Nadeem, Muhammad Asif, Brian Plattner, dan Galen Rokey. 2010. Comparison of Different Methods for Rice Bran Stabilization and Their Impact on Oil Extraction and Nutrient Destruction. *Cereal Food World*, 55(1). 35-40
- Saunders, R.M. 1985. Rice Bran: Composition and Potential Food Uses. *Food Reviews International*. 1(3). pg. 465-495.
- Saputra, Dede. 2015. Trans Fatty Acid (TFA) dalam Makanan dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan. <https://foodtech.binus.ac.id/2015/03/12/trans-fatty-acid-tfa-dalam-makanan-dan-pengaruhnya-terhadap-kesehatan/> diakses pada 18 November 2019 pukul 09.00
- Standar Nasional Indonesia. 2002. Minyak Goreng. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Stipp, Horst. 2018. Rice consumption worldwide in 2017/2018, by country (in 1,000 metric tons). <https://www.statista.com/statistics/255971/top-countries-based-on-rice-consumption-2012-2013/> diakses pada 8 November 2019 pukul 15.24.
- Thanonkaew, Amonrat, Surapote Wongyai, David J McClements, dan Eric A Decker. 2012. Effect of Stabilization of Rice Bran by Domestic Heating on Mechanical Extraction Yield, Quality, and Antioxidant Properties of Cold- Pressed Rice Bran Oil (*Oryza sativa* L.). *LWT- Food Science and Technology*, 48(2). 231-236.
- The Weather Channel. 2019. Lamongan Regency, East Java, Indonesia 10 Day Weather. <https://weather.com/weather/tenday/l/IDJI7710:1:ID> diakses pada 17 Desember 2019 pukul 19.00.

- Tsang, Gloria. 2010. Top 10 Good Cooking Oils: How To Choose One.
- <https://www.healthcastle.com/> diakses pada 01 November 2019 pukul 06.00. Ulrich Gael D, 1984, A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics, Canada, John Willey & Sons, Inc.
- Van Hoed, Vera. 2010. Quality Differences Between Pre-Pressed and Solvent Rapeseed Oil. *Eur. J. Lipid. Tech*, 112. 1241-1247.
- Walas, Couper, dkk, 2010, "Chemical Process Equipment Selection And nd Design", 2 edition, Elsevier, United State of America.