

**PRARANCANGAN PABRIK METIL OLEAT
DARI ASAM OLEAT DAN METANOL
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**

**Tugas Khusus
(Perancangan Reaktor (RE-201))**

(Skripsi)

**Oleh :
DIMAS ALI WIJAYA
(1815041052)**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK METIL OLEAT DARI ASAM OLEAT DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

(Perancangan Raektor (RE-201))

Oleh

DIMAS ALI WIJAYA

Prarancangan pabrik metil oleat dari asam oleat dan asam sulfat dengan kapasitas 70.000 ton/tahun akan didirikan di Kawasan Industri Bontang, Kalimantan Timur di atas tanah seluas 45.000 m².

Metil Oleat dalam industri kimia digunakan sebagai pelumas, bahan tambahan dalam industri agrokimia, kosmetik dan pembuatan deterjen. Bahan baku berupa asam oleat sebanyak 9.284,353 kg/jam diperoleh secara import China dan Asam Sulfat sebanyak 10.535,436 kg/jam diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri.

Jumlah karyawan sebanyak 166 orang dengan bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) menggunakan struktur organisasi *line* dan *staff*. Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	= Rp 3.243.082.091.676
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	= Rp 572.308.604.413
<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	= Rp 3.815.390.696.089
<i>Break Even Point (BEP)</i>	= 49,68%
<i>Shut Down Point (SDP)</i>	= 21,56%
<i>Pay Out Time after Taxes (POT)_a</i>	= 3,27 tahun
<i>Return on Investment after Taxes (ROI)_a</i>	= 17,33 %
<i>Discounted cash flow</i>	= 35,01%

Mempertimbangkan paparan di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik aluminium sulfat ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

ABSTRACT

MANUFACTURING OF METHYL OLEATE PLANT FROM OLEIC ACID AND SULFURIC ACID CAPACITY 70.000 TONS/YEAR

(Design Reactor (RE-201))

By

DIMAS ALI WIJAYA

Manufacturing of methyl oleate plant from oleic acid and sulfuric acid with a capacity of 70.000 tons/year will be established in Bontang Industrial Estate, East Kalimantan on a land area of 45.000 m².

Methyl Oleate in the chemical industry is used as a lubricant, additive in the agrochemical industry, cosmetics and detergent manufacturing. Raw materials in the form of oleic acid as much as 9,284.353 kg / hour are obtained by importing China and Sulfuric Acid as much as 10,535.436 kg / hour is obtained from PT Kaltim Methanol Industri.

The number of employees is 166 people with the company form being a Limited Liability Company (PT) using a line and staff organizational structure.

From the economic analysis it is obtained:

<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	<i>= Rp 3.243.082.091.676</i>
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	<i>= Rp 572.308.604.413</i>
<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	<i>= Rp 3.815.390.696.089</i>
<i>Break Even Point (BEP)</i>	<i>= 49,68%</i>
<i>Shut Down Point (SDP)</i>	<i>= 21,56%</i>
<i>Pay Out Time after Taxes (POT)_a</i>	<i>= 3,27 year</i>
<i>Return on Investment after Taxes (ROI)_a</i>	<i>= 17,33 %</i>
<i>Discounted cash flow</i>	<i>= 35,01%</i>

Considering the explanation above, it is appropriate to study the establishment of this methyl oleate plant further, because it is a profitable factory and has a good prospect.

Judul Skripsi

**: PRARANCANGAN PABRIK METIL OLEAT
DARI ASAM OLEAT DAN METANOL
DENGAN KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN
(Tugas Khusus Perancangan Reaktor (RE-
201))**

Nama Mahasiswa

: Dimas Ali Wijaya

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1815041052

Program Studi

: Teknik Kimia

Fakultas

: Teknik



MENYETUJUI
1. Komisi Pembimbing

Dr. Herti Utami, S.T., M.T.

NIP. 197112192000032001

Donny Lesmana, S.T., M.Sc.

NIP. 198410082008121003

2. Ketua Jurusan Teknik Kimia

Yuli Darni, S.T., M.T.

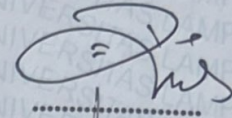
NIP. 197407122000032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

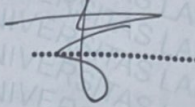
Ketua

: **Dr. Herti Utami, S.T., M.T.**



Sekretaris

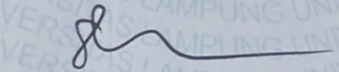
: **Donny Lesmana, S.T., M.Sc.**



Penguji

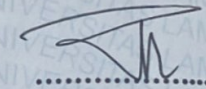
Bukan Pembimbing I

: **Simparmin Br. G, S.T., M.T.**



Bukan Pembimbing II

: **Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 6 Agustus 2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Oktober 2024



Dimas Ali Wijaya

NPM. 1815041052

RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Winardi dan Ibu Tuminah, dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 25 Mei 2000.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Pratama pada tahun 2007, Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Rawalaut pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama di SMP Kartika II-2 Bandar Lampung pada 2015, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 10 Bandar Lampung pada tahun 2018.

Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2018. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi sebagai staff Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (Himatemia) FT Unila periode 2019, dan Kepala Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (Himatemia) FT Unila periode 2020.

Pada tahun 2021 penulis melakukan Kerja Praktik di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Palimanan, Cirebon dengan tugas khusus “Evaluasi Kinerja *Vertical Roller mill* pada *Plant 10*”. Kemudian pada tahun 2022 penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Rasio Campuran Serbuk Kelapa, Ampas Kopi, dan Kulit Kopi pada Biopellet Terhadap Karakteristik Standar Biopellet”.

SEBUAH KARYA

*Dengan mengucap syukur kepada Allah SWT,
Kupersembahkan karya kecilku ini kepada:*

*Kedua orang tuaku, Ayah dan Mama tercinta,
Terimakasih yang tak terhingga untuk segala bentuk kasih dan sayang yang
hingga detik ini masih senantiasa tercurah untuk anak tengahmu ini.*

*Keluarga besarku,
Terimakasih banyak untuk do'a dan dukungan baiknya selama ini.*

*Sahabat-sahabatku yang terbaik,
Terimakasih selalu ada dan menemani dengan ikhlas.*

*Para pengajar sebagai tanda hormatku,
Terimakasih atas ilmu yang telah diberikan selama ini*

*Serta kupersembahkan kepada Almamaterku tercinta,
semoga dapat berguna dikemudian hari.*

MOTTO

“Libatkanlah Allah dalam segala urusanmu, maka Allah akan menetapkan kebenaran bagimu”

(HR. at-Tirmidzi)

“Siapapun yang tidak pernah melakukan kesalahan berarti tidak pernah mencoba sesuatu yang baru”

(Albert Einstein)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan) tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain”

(Qs. Al-Insyirah : 6-7)

“Cukuplah Allah menjadi Pelindung (bagimu). Dan Cukuplah Allah menjadi Penolong (bagimu).”

(Q.S. An-Nisa : 45)

SANWACANA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Metil Oleat dari Asam Oleat dan Metanol dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Herti Utami, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang tidak pernah kenal lelah memberikan ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik, saran, dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna di kemudian hari.
3. Bapak Donny Lesmana, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna di kemudian hari.
4. Ibu Simparmin Br. G, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan banyak saran dan kritikan dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna di kemudian hari.
5. Ibu Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan banyak saran dan kritikan dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu yang diberikan dapat berguna di kemudian hari.
6. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu yang telah diberikan selama masa studi. Semoga dapat menjadi bekal dan acuan untuk terus berkembang di masa depan

7. Keluargaku tercinta, Ibu, Bapak, dan Kakak atas segala cinta, kasih, sayang, do'a, dukungan, kepercayaan, ketulusan dan semangat yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis sampai detik ini.
8. *Patner* Tugas Akhir Elistia Nursafitri, terimakasih atas bantuan dan Kerjasama dalam menyelesaikan tugas akhir
9. Anak-anak Lapas, terimakasih atas canda tawanya selama ini.
10. Teman-teman angkatan 2018 Teknik Kimia yang pada kesempatan ini ingin penulis sebutkan satu persatu secara singkat. Mulai dari Eka, Nitha, Rachel, Yoyo, Agita, Della, Azizah, Rahma, Cantika, Titin, Ulin, Ghea, Pito, Rimed, Erisha, Amirul, Tete, Raka, Ipeh, Ijan, Elistia, Mian, Kiwul, Ardel, Bela, Zia, Valerie, Mail, Cece, Faza, Azzam, Devi, Jihan, Risti, Okta, Yuni, Kiyao, Uli, Enda, Jajang, Verna, Irsa, Risti, Kristin, Deli, Salma, Alya, Thalya, Andi, Ike, Shilla. Terimakasih banyak untuk 6 tahun ini sudah turut menemani perjalanan, membantu dalam banyak hal dan juga memeriahkan alur cerita penulis di Teknik Kimia. *See u on Top!*
11. Semua pihak lainnya yang telah membantu dan mendo'akan kebaikan untuk penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
12. Terakhir: Kepada penulis, Terimakasih sudah melewati semua tahapan yang ada, tetap berproses.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kalian dengan yang lebih baik dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Bandar Lampung, Oktober 2024

Penulis,

Dimas Ali Wijaya

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
MENGESAHKAN	v
SANWACANA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kegunaan Produk	1
1.3. Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.4. Penentuan Kapasitas Pabrik	3
1.5. Pemilihan Lokasi Pabrik	4
 BAB II DESKRIPSI PROSES	
2.1. Perancangan Proses.....	7
2.2. Pemilihan Proses	10
2.2.1. Tinjauan Ekonomi.....	10
2.2.2. Tinjauan Termodinamika	13
2.2.3. Tinjauan Kinetika.....	16
 BAB III SPESIFIKASI BAHAN DAN PRODUK	
3.1. Spesifikasi Bahan Baku	18

3.1.1.	Asam Oleat	18
3.1.2.	Metanol	18
3.2	Spesifikasi Bahan Penunjang	19
3.2.1.	Asam Sulfat	19
3.2.2.	Sodium Hidroksida	19
3.3	Spesifikasi Produk.....	20
3.3.1.	Metil Oleat	20
3.3.2.	Air	20

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1.	Neraca Massa	22
4.2.1.	Reaktor (Re-201)	22
4.2.2.	Neutralizer (Ne-101)	22
4.2.3.	Decanter (De-101)	23
4.2.4.	Distillation Column I (DC-301).....	23
4.2.5.	Condensor (CD-301).....	24
4.2.6.	Reboiler (RB-301)	24
4.2.7.	Distillation Column II (DC-302)	24
4.2.8.	Condensor (CD-302).....	25
4.2.9.	Reboiler (RB-302)	25
4.2.10.	Distillation Column III (DC-303)	25
4.2.11.	Condensor (CD-303).....	26
4.2.12.	Reboiler (RB-303)	26
4.2.13.	Mix Point (MP-101).....	26
4.2.14.	Mix Point (MP-102).....	27
4.2.	Neraca Panas	27
4.2.1.	Mixed Point (MP-101).....	27
4.2.2.	Mixed Point (MP-102).....	27
4.2.3.	Heat Exchanger (HE-101).....	28
4.2.4.	Heat Exchanger (HE-102).....	28
4.2.5.	Heat Exchanger (HE-103).....	28
4.2.6.	Reaktor (RE-201).....	29
4.2.7.	Neutralizer (Ne-101)	29
4.2.8.	Decanter (De-101)	29
4.2.9.	Heat Exchanger (HE-104).....	30
4.2.10.	Distillation Column I (DC-301).....	30
4.2.11.	Distillation Column II (DC-302)	30
4.2.12.	Distillation Column III (DC-303)	31

4.2.13. Cooler (CO-101)	31
4.2.14. Cooler (CO-102)	31

BAB V SPESIFIKASI ALAT

5.1. Spesifikasi Peralatan Proses	32
5.1.1. Storage Tank Metanol (ST-101)	32
5.1.2. Storage Tank Asam Sulfat (ST-102)	33
5.1.3. Storage Tank Asam Oleat (ST-103)	34
5.1.4. Storage Tank Natrium Hidroksida (ST-104)	35
5.1.5. Storage Tank Metil Oleat (ST-105)	36
5.1.6. Storage Tank Natrium Sulfat (ST-106)	37
5.1.7. Reaktor (RE-201)	38
5.1.8. Neutralizer (Ne-101)	39
5.1.9. Decanter (De-101)	40
5.1.10. Distillation Column (DC-301)	41
5.1.11. Condensor (CD-301)	42
5.1.12. Accumulator (AC-301)	43
5.1.13. Reboiler (RB-301)	43
5.1.14. Distillation Column (DC-302)	44
5.1.15. Condensor (CD-302)	45
5.1.16. Accumulator (AC-302)	46
5.1.17. Reboiler (RB-302)	46
5.1.18. Distillation Column (DC-303)	47
5.1.19. Condensor (CD-303)	48
5.1.20. Accumulator (AC-303)	49
5.1.21. Reboiler (RB-303)	49
5.1.22. Heater (HE-101)	50
5.1.23. Heater (HE-102)	51
5.1.24. Heater (HE-103)	52
5.1.25. Heater (HE-104)	53
5.1.26. Cooler (CO-101)	54
5.1.27. Cooler (CO-102)	55
5.1.28. Pompa Proses (PP-101)	56
5.1.29. Pompa Proses (PP-102)	57
5.1.30. Pompa Proses (PP-103)	58
5.1.31. Pompa Proses (PP-104)	59
5.1.32. Pompa Proses (PP-105)	60
5.1.33. Pompa Proses (PP-106)	61
5.1.34. Pompa Proses (PP-107)	62
5.1.35. Pompa Proses (PP-108)	63
5.1.36. Pompa Proses (PP-109)	64

5.1.37. Pompa Proses (PP-110)	65
5.1.38. Pompa Proses (PP-111)	66
5.1.39. Pompa Proses (PP-112)	67
5.1.40. Pompa Proses (PP-113)	68
5.2. Spesifikasi Peralatan Utilitas Air	69
5.2.1. Sedimentation Basin (SB-401)	69
5.2.2. Dissolving Tank Alum (DT-401)	69
5.2.3. Dissolving Tank Kaporit (DT-402)	70
5.2.4. Dissolving Tank NaOH (DT-403)	70
5.2.5. Dissolving Tank H ₂ SO ₄ (DT-404)	71
5.2.6. Dissolving Tank NaOH (DT-405)	71
5.2.7. Clarifier (CL-401)	72
5.2.8. Sand Filter (SF-401)	72
5.2.9. Storage Filtered Water Tank (ST – 401)	73
5.2.10. Storage Tank Bio-Dispersant (ST – 402)	73
5.2.11. Storage Tank Biocid (ST – 403)	74
5.2.12. Storage Tank Scale Inhibitor (ST – 404)	74
5.2.13. Storage Tank Corrosion Inhibitor (ST – 405)	75
5.2.14. Cooling Tower (CT-401)	75
5.2.15. Cation Exchanger (CE-401)	76
5.2.16. Anion Exchanger (AE-401)	77
5.2.17. Deaerator (DA-401)	78
5.2.18. Storage Tank Hidrazin (ST-602)	79
5.2.19. Boiler (BO-501)	80
5.2.20. Storage Tank Bahan Bakar (ST-501)	80
5.2.21. Air Dryer (AD – 601)	81
5.2.22. Air Compressor (AC-601)	81
5.2.23. Cyclone (CYC – 601)	82
5.2.24. Blower Udara 1 (BL – 601)	82
5.2.25. Blower Udara 2 (BL – 602)	82
5.2.26. Blower Udara 3 (BL – 603)	83
5.2.27. Blower Udara 4 (BL-604)	83
5.2.28. Generator Listrik (GS-701)	83
5.2.29. Pompa Utilitas (PU – 401)	84
5.2.30. Pompa Utilitas (PU-402)	84
5.2.31. Pompa Utilitas (PU-403)	85
5.2.32. Pompa Utilitas (PU-404)	85
5.2.33. Pompa Utilitas (PU-405)	86
5.2.34. Pompa Utilitas (PU-406)	86
5.2.35. Pompa Utilitas (PU-407)	87
5.2.36. Pompa Utilitas (PU-408)	87
5.2.37. Pompa Utilitas (PU-409)	88

5.2.38. Pompa Utilitas (PU-410)	88
5.2.39. Pompa Utilitas (PU-411)	89
5.2.40. Pompa Utilitas (PU-412)	89
5.2.41. Pompa Utilitas (PU-413)	90
5.2.42. Pompa Utilitas (PU-414)	90
5.2.43. Pompa Utilitas (PU-415)	91
5.2.44. Pompa Utilitas (PU-416)	91
5.2.45. Pompa Utilitas (PU-417)	92

BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH

6.1 Unit Penyediaan Air	93
6.1.1 Air untuk Penyediaan Umum (General Uses)	93
6.1.2 Air Pendingin	95
6.1.3 Air Umpan Boiler	98
6.2 Unit Penyediaan Steam	104
6.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik	104
6.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	105
6.5 Unit Penyediaan Udara Tekan	105
6.6 Unit Pengolahan Limbah	105
6.7 Unit Laboratorium	106
6.8 Instrumentasi dan Pengendalian Proses	108

BAB VII TATA LETAK PABRIK

7.1. Lokasi Pabrik	111
7.2. Tata Letak Pabrik	113
7.3. Prakiraan Areal Lingkungan	115

BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN

8.1 Bentuk Perusahaan	118
8.2 Struktur Organisasi Perusahaan	121
8.3 Tugas Dan Wewenang	123
8.3.1 Pemegang Saham	123
8.3.2 Dewan Kommissarie	124

8.3.3	Dewan Direksi	124
8.3.4	Kepala Bagian.....	126
8.3.5	Status Karyawan Dan Sistem Penggajian.....	131
8.3.6	Karyawan Tetap.....	132
8.3.7	Karyawan Harian	132
8.3.8	Karyawan Borongan	132
8.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	132
8.4.1	Karyawan Reguler	132
8.4.2	Karyawan Shift	133
8.5	Penggolongan Jabatan Dan Jumlah Karyawan	135
8.5.1	Penggolongan Jabatan	135
8.5.2	Perincian Jumlah Karyawan	136
8.5.3	Penggolongan dan Gaji.....	140
8.6	Kesejahteraan Karyawan.....	141
8.7	Cuti.....	141
8.8	Pakaian Kerja	141
8.9	Pengobatan	142
8.10	Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan (BPJS Kesehatan)	142
8.11	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	142

BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

9.1.	Investasi	144
9.2.	Evaluasi Ekonomi	147

BAB X KESIMPULAN DAN SARAN

10.1.	Kesimpulan	151
10.2.	Saran	151

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

LAMPIRAN E

LAMPIRAN F

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Metil Oleat Periode Tahun 2018-2022	2
Tabel 2.1 Harga Bahan Baku dan Produk.....	10
Tabel 2.2 Perbandingan Proses Pembuatan Metil Oleat	12
Tabel 2.3 Nilai ΔH_{of} dan ΔG_{of} masing-masing komponen pada suhu 298 K	13
Tabel 2.4 Konstanta A, B, C, D dan E pada tiap komponen	14
Tabel 2.5 Nilai Kapasitas Panas.....	14
Tabel 2.6 Data Energi Aktivasi dan Faktor Tumbukan Referensi.....	17
Tabel 4.1 Neraca Massa <i>Reaktor</i> (Re-201).....	22
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Neutralizer</i> (Ne-101).....	22
Tabel 4.3 Neraca Massa Decanter (De-101).....	23
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Distillation Column</i> I (DC-301).....	23
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Condensor</i> (CD-301).....	24
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-301).....	24
Tabel 4.7. Neraca Massa <i>Distillation Column</i> II (DC-302).....	24
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Condensor</i> (CD-302).....	25
Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-302).....	25
Tabel 4.10. Neraca Massa <i>Distillation Column</i> III (DC-303).....	25
Tabel 4.11 Neraca Massa <i>Condensor</i> (CD-303).....	26
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-303).....	26

Tabel 4.14 Neraca Massa <i>Mix Point</i> (MP-101)	26
Tabel 4.15 Neraca Massa <i>Mix Point</i> (MP-102)	27
Tabel 4.16 Neraca Massa <i>Mixed Point</i> (MP-101)	27
Tabel 4.17 Neraca Massa <i>Mixed Point</i> (MP-102)	27
Tabel 4.18 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-101)	28
Tabel 4.19 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-102)	28
Tabel 4.20 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-103)	28
Tabel 4.21 Neraca Panas Reaktor (RE-201)	29
Tabel 4.22 Neraca Panas <i>Neutralizer</i> (Ne-101)	29
Tabel 4.23 Neraca Panas <i>Decanter</i> (De-101)	29
Tabel 4.24 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-104)	30
Tabel 4.25 Neraca Panas <i>Distillation Column</i> I (DC-301)	30
Tabel 4.26 Neraca Panas <i>Distillation Column</i> II (DC-302)	30
Tabel 4.27 Neraca Panas <i>Distillation Column</i> III (DC-303)	31
Tabel 4.28 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CO-101)	31
Tabel 4.29 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CO-102)	31
Tabel 5.1.1 Spesifikasi Storage Tank CH ₃ OH (ST-101)	32
Tabel 5.1.2 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> H ₂ SO ₄ (ST-102)	33
Tabel 5.1.3 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> C ₁₇ H ₃₃ COOH (ST-103)	34
Tabel 5.1.4 Spesifikasi Tangki NaOH (ST-104)	35
Tabel 5.1.5 Spesifikasi Tangki NaOH (ST-105)	36
Tabel 5.1.6 Spesifikasi Natrium Sulfat (Na ₂ SO ₄)	37
Tabel 5.1.7 Spesifikasi <i>Reaktor</i> (RE-201)	38
Tabel 5.1.8 Spesifikasi <i>Neutralizer</i> (Ne-101)	39

Tabel 5.1.9 Spesifikasi <i>Decanter</i> (De-101)	40
Tabel 5.1.10 Spesifikasi <i>Distillation Column</i> (DC-301)	41
Tabel 5.1.11 Spesifikasi <i>Condensor</i> (CD-301).....	42
Tabel 5.1.12 Spesifikasi <i>Accumulator</i> (AC-301).....	43
Tabel 5.1.13 Spesifikasi <i>Reboiler</i> (RB-301).....	43
Tabel 5.1.14 Spesifikasi <i>Distillation Column</i> (DC-302)	44
Tabel 5.1.15 Spesifikasi <i>Condensor</i> (CD-302).....	45
Tabel 5.1.16 Spesifikasi <i>Accumulator</i> (AC-302).....	46
Tabel 5.1.17 Spesifikasi <i>Reboiler</i> (RB-302).....	46
Tabel 5.1.18 Spesifikasi <i>Distillation Column</i> (DC-303)	47
Tabel 5.1.19 Spesifikasi <i>Condensor</i> (CD-303).....	48
Tabel 5.1.20 Spesifikasi <i>Accumulator</i> (AC-303).....	49
Tabel 5.1.21 Spesifikasi <i>Reboiler</i> (RB-303).....	49
Tabel 5.1.22 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-101)	50
Tabel 5.1.23 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-102)	51
Tabel 5.1.24 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-103)	52
Tabel 5.1.25 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-104)	53
Tabel 5.1.26 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-101)	54
Tabel 5.1.27 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-102)	55
Tabel 5.1.28 Spesifikasi Pompa Proses (PP-101).....	56
Tabel 5.1.29 Spesifikasi Pompa Proses (PP-102).....	57
Tabel 5.1.30 Spesifikasi Pompa Proses (PP-103).....	58
Tabel 5.1.31 Spesifikasi Pompa Proses (PP-104).....	59
Tabel 5.1.32 Spesifikasi Pompa Proses (PP-105).....	60

Tabel 5.1.33 Spesifikasi Pompa Proses (PP-106).....	61
Tabel 5.1.34 Spesifikasi Pompa Proses (PP-107).....	62
Tabel 5.1.36 Spesifikasi Pompa Proses (PP-108).....	63
Tabel 5.1.36 Spesifikasi Pompa Proses (PP-109).....	64
Tabel 5.1.37 Spesifikasi Pompa Proses (PP-110).....	65
Tabel 5.1.38 Spesifikasi Pompa Proses (PP-111).....	66
Tabel 5.1.39 Spesifikasi Pompa Proses (PP-112).....	67
Tabel 5.1.40 Spesifikasi Pompa Proses (PP-113).....	68
Tabel 5.2.1 Spesifikasi <i>Sedimentation Basin</i> (SB – 401)	69
Tabel 5.2.2 Spesifikasi <i>Dissolving Tank</i> Alum (DT – 401).....	69
Tabel 5.2.3 Spesifikasi <i>Dissolving Tank</i> Kaporit (DT – 402).....	70
Tabel 5.2.4 Spesifikasi <i>Dissolving Tank</i> NaOH (DT – 403)	70
Tabel 5.2.5 Spesifikasi <i>Dissolving H₂SO₄</i> (DT – 404).....	71
Tabel 5.2.6 Spesifikasi <i>Dissolving Tank</i> NaOH (DT – 405)	71
Tabel 5.2.7 Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CL-401).....	72
Tabel 5.2.8 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-401)	72
Tabel 5.2.9 <i>Storage Filtered Water Tank</i> (ST – 401)	73
Tabel 5.2.10 <i>Storage Tank Bio-Dispersant</i> (ST – 402)	73
Tabel 5.2.11 <i>Storage Tank Biocide</i> (ST – 403)	74
Tabel 5.2.12 <i>Storage Tank Scale Inhibitor</i> (ST – 404)	74
Tabel 5.2.13 <i>Storage Tank Corrosion Inhibitor</i> (ST – 405)	75
Tabel 5.2.14 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-401).....	75
Tabel 5.2.15 Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-401).....	76
Tabel 5.2.16 Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE-401).....	77

Tabel 5.2.17 Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DA-401).....	78
Tabel 5.2.18 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Hidrazin (ST-602)	79
Tabel 5.2.19 Spesifikasi <i>Boiler</i> (BO-501)	80
Tabel 5.2.20 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Bahan Bakar (ST-501)	80
Tabel 5.2.21 Spesifikasi <i>Air Dryer</i> (AD – 601).....	81
Tabel 5.2.22 Spesifikasi <i>Air Compressor</i> (AC-601).....	81
Tabel 5.2.23 Spesifikasi <i>cyclone</i> (BL – 601).....	82
Tabel 5.2.24 Spesifikasi <i>Blower</i> Udara 1 (BL – 601).....	82
Tabel 5.2.25 Spesifikasi <i>Blower</i> Udara 2 (BL – 602).....	82
Tabel 5.2.26 Spesifikasi <i>Blower</i> Udara 3 (BL – 603).....	83
Tabel 5.2.27 Spesifikasi <i>Blower</i> Udara 4 (BL – 604).....	83
Tabel 5.2.28 Spesifikasi Generator Listrik (GS-701)	83
Tabel 5.2.29 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 401)	84
Tabel 5.2.30 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 402)	84
Tabel 5.2.31 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 403)	85
Tabel 5.2.32 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 404)	85
Tabel 5.2.33 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 405)	86
Tabel 5.2.34 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 406)	86
Tabel 5.2.35 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 407)	87
Tabel 5.2.36 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 408)	87
Tabel 5.2.37 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 409)	88
Tabel 5.2.38 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 410)	88
Tabel 5.2.39 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 411)	89
Tabel 5.2.40 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 412)	89

Tabel 5.2.41 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 413)	90
Tabel 5.2.42 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 414)	90
Tabel 5.2.43 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 415)	91
Tabel 5.2.44 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU – 416)	91
Tabel 5.2.45 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-417)	92
Tabel 6.1 Kebutuhan Air Umum.....	94
Tabel 6.2 Kebutuhan Air Pendingin.....	96
Tabel 6.3 Persyaratan Kualitas Air Pendingin.....	96
Tabel 6.4 Kebutuhan Air Umpan Boiler.....	99
Tabel 6.5 Karakteristik Air Sungai Bontang.....	100
Tabel 6.6 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian.....	109
Tabel 6.7 Pengendalian Variabel Utama Proses.....	110
Tabel 7.1. Perincian Luas Area Pabrik Metil Oleat.....	115
Tabel 8.1. Jadwal Kerja Masing-masing Regu	134
Tabel 8.2. Rincian Tingkat Pendidikan.....	135
Tabel 8.3 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses	137
Tabel 8.4 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas	138
Tabel 8.5. Perincian Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan	138
Tabel 9.1 <i>Total Capital Investment</i> (TCI) Pabrik Metil Oleat.....	145
Tabel 9.2 <i>Total Production Cost</i> (TPC) Pabrik Metil Oleat.....	146
Tabel 9.3 Minimum Acceptable Percent Return On Investment	148
Tabel 9.4 <i>Acceptable Payout Time</i> Untuk Tingkat Resiko Pabrik.....	149
Tabel 9.5 Hasil Uji Kelayakan Ekonomi.....	150

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Proyeksi Kebutuhan Metil Oleat	2
Gambar 1.2 Lokasi Pabrik Metil Oleat	4
Gambar 6.1 <i>Cooling Water System</i>	98
Gambar 7.1 Peta Provinsi Kalimantan Timur	116
Gambar 7.2 Lokasi Pabrik	116
Gambar 7.3 Tata Letak Pabrik dan Fasilitas Pendukung	117
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan	122
Gambar 9.1 Grafik Analisa Ekonomi.....	150

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan menuju negara maju, Indonesia diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara lain di dunia. Industri kimia mengalami kemajuan yang sangat pesat baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Meskipun belum diproduksi di Indonesia, metil oleat merupakan bahan kimia yang sangat penting untuk digunakan di sektor industri.

Selain mengantisipasi meningkatnya permintaan metil oleat dan ketergantungan negara terhadap impor, pabrik ini didirikan dengan pemahaman bahwa pabrik ini dapat menciptakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan devisa, dan mendorong perluasan industri kimia di Indonesia yang menggunakan metil oleat.

1.2.Kegunaan Produk

Kegunaan Metil Oleat diantaranya sebagai berikut:(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>)

- a. Bahan *emulsifier* atau *oiling agent* dalam industri makanan dan minuman
- b. Surfaktan dan bahan dasar pembuatan minyak wangi
- c. Zat tambahan untuk pembuatan cat atau tinta
- d. Pelumas untuk plastik
- e. Bahan pembuatan pelumasan kendaraan bermotor
- f. Sebagai pelarut

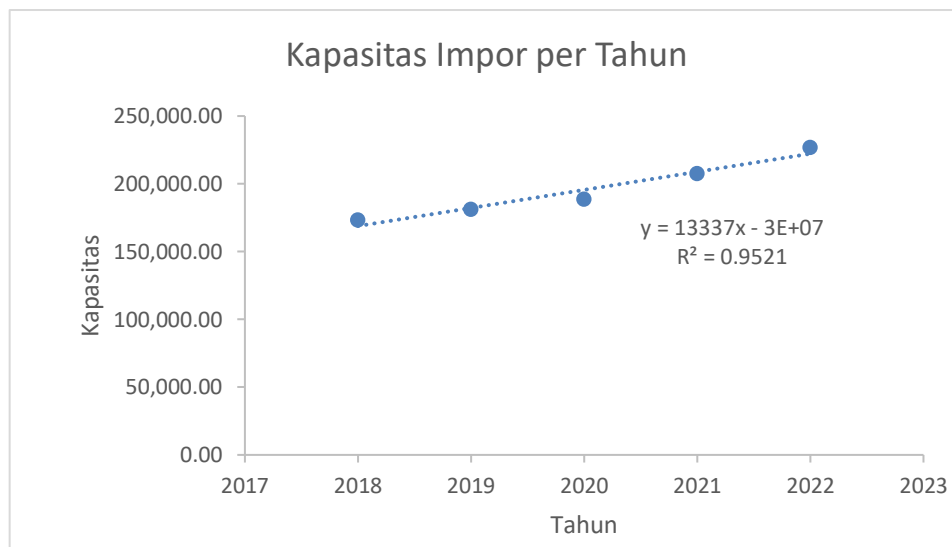
1.3. Penentuan Kapasitas Pabrik

Tabel berikut menggambarkan kecenderungan permintaan metil oleat di Indonesia yang meningkat setiap tahunnya berdasarkan data statistik yang dirilis oleh BPS dalam "Statistik Perdagangan Impor Indonesia":

Tabel 1. 1 Data Impor Metil Oleat Periode Tahun 2018-2022

Tahun	Kapasitas (Ton)
2018	173.329
2019	181.181
2020	188.768
2021	207.600
2022	226.802

Sumber: BPS "Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia: Impor 2018-2022"



Gambar 1. 1 Proyeksi Kebutuhan Metil Oleat

Dari grafik diatas, dilakukan regresi linear untuk memprediksi jumlah impor metil oleat di Indonesia. Sehingga diperoleh persamaan garis, yaitu :

$$Y = 13337 - 3E+07$$

$$Y = 13337(11) - 7000$$

$$Y = 139.707$$

dimana y adalah jumlah konsumsi (ton) dan x adalah tahun. Dari perolehan persamaan diatas dapat dapat diprediksi jumlah impor metil oleat di Indonesia pada tahun 2027 sebesar 139.707 ton

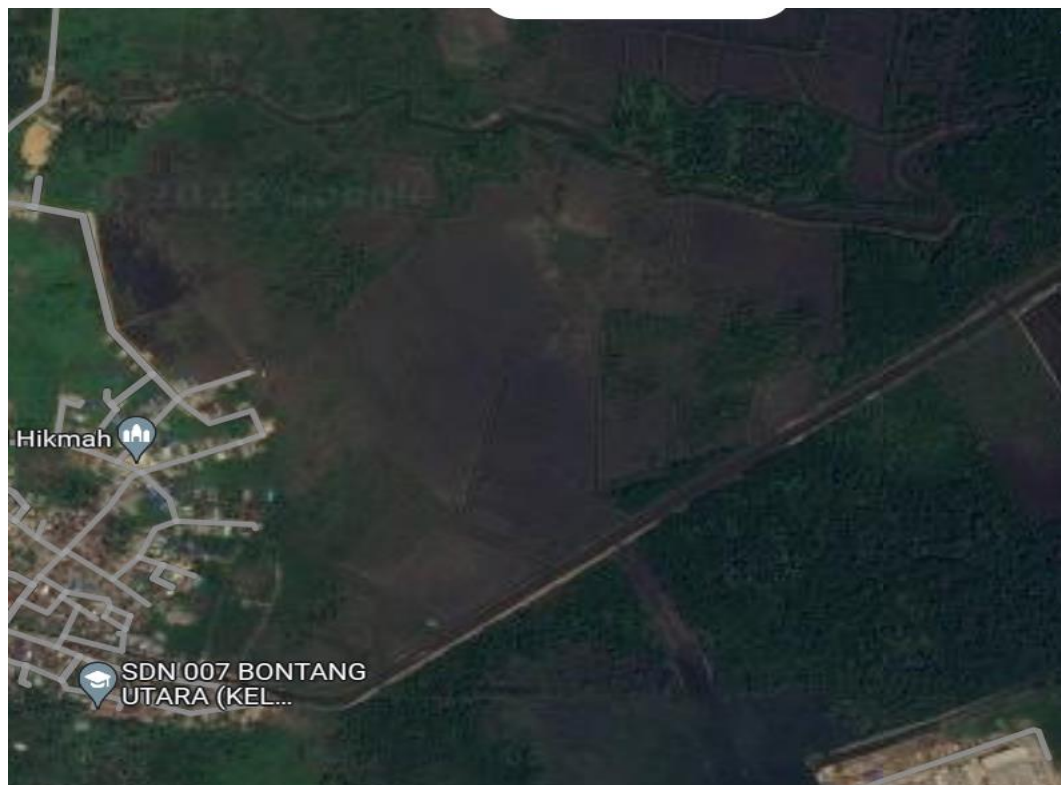
1.4. Penentuan Kapasitas Pabrik

Sejumlah faktor harus diperhitungkan saat memperkirakan kapasitas pabrik metil oleat yang diusulkan, termasuk tingkat permintaan produk, aksesibilitas bahan baku, dan potensi bahaya. Seperti disebutkan sebelumnya, proses pengumpulan data akan memperjelas persyaratan produk. Asam oleat akan diimpor dari Tiongkok, sedangkan sejumlah besar metanol dan asam sulfat, bahan dasar untuk metil oleat, sudah dapat diakses di Indonesia. Selama ini, kebutuhan metil oleat telah dipenuhi oleh impor dari negara lain, karena minimnya pesaing yang memproduksi zat yang sama, pembangunan pabrik ini akan menghadirkan peluang komersial yang signifikan. Prakiraan menunjukkan bahwa pada tahun 2027, data kebutuhan metil oleat hanya akan mencakup setengah dari kapasitas produksi metil oleat. Hal ini diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 5 tahun 1999 bab III pasal 4 ayat 1, yang melarang badan usaha atau kelompok badan usaha untuk menguasai pangsa pasar lebih dari 50%. Berdasarkan pedoman dan undang-undang, proyeksi kapasitas tahunan pabrik yang dijadwalkan dibuka pada tahun 2027 adalah sekitar 139.707 ton, atau 70.000 ton secara keseluruhan. Kapasitas tersebut diharapkan:

1. dapat memenuhi sebagian permintaan domestik yang meningkat.
2. dapat meningkatkan devisa negara secara signifikan karena penurunan impor metil oleat dan penurunan ketergantungan pada negara lain.

1.5. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik akan menentukan kemajuan serta kelangsungan pabrik tersebut. Pemilihan lokasi ini ditentukan berdasarkan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi dan beberapa faktor penunjang lainnya. Berdasarkan beberapa faktor tersebut maka dipilih lokasi pabrik metil oleat di kota Bontang, Kalimantan Timur.



Gambar 1.2 Lokasi Pabrik Metil Oleat

Tinjauan		Guntung, Kec. Bontang Utara, Kota Bontang, Kalimantan Timur
Titik Koordinat	✓	0.194891, 117.483019
Pelabuhan terdekat	✓	Pelabuhan Lok Tuan (7Km)
Pabrik Terpentin terdekat	✓	PT Kaltim Methanol Industri
Jarak Bahan baku	✓	4 Km
Sumber Air	✓	Sungai Guntung
Jarak dari sumber air	✓	3 Km
Jarak ke pemukiman	✓	200 M

1. Pembelian Bahan Baku

Asam oleat diimpor dari Tiongkok untuk dijadikan bahan baku produksi Metil Oleat, sedangkan Metanol dapat dibeli dari PT Kaltim Methanol Industri Bontang, Kalimantan Timur. Pabrik tersebut dapat memproduksi hingga 660 ribu metrik ton (MT) per tahun. yang dapat memenuhi kebutuhan bahan baku pabrik metil oleat tersebut.

2. Penyediaan Bahan Bakar dan Energi

PLN (Persero) mampu menyediakan sarana bahan bakar dan energi untuk kelistrikan di Kota Bontang. Beban yang dibutuhkan industri di Kawasan Industri Bontang dapat dipenuhi oleh perusahaan ini. PDAM Tirta Taman Bontang, Sungai Bontang yang meliputi Kelurahan Bontang Kuala, Api-Api, Kanaan, Gunung Elai, dan Gunung Telihan mendapatkan pasokan untuk ketersediaan udara.

3. Sarana Transportasi

Dari sisi transportasi, Bontang, Kalimantan Timur dipilih sebagai lokasi pabrik karena keberadaan Pelabuhan Loktuan Bontang yang merupakan pelabuhan industri yang memfasilitasi pemasaran domestik dan internasional.

4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Karena Indonesia memiliki tenaga kerja yang besar dan beragam, tidak sulit untuk menemukan pekerja yang juga dapat dengan mudah beradaptasi untuk memenuhi tuntutan bisnis. Pekerja menengah atau kejuruan dapat direkrut dari lingkungan sekitar pabrik, dan pekerja terampil dapat didatangkan dari kota-kota terdekat.

5. Iklim

Pembangunan pabrik di wilayah Kota Bontang memungkinkan karena iklimnya yang tropis, mirip dengan daerah lain di Indonesia yang memiliki musim kemarau dan musim hujan.

6. Letak Daerah

Kawasan Pabrik harus berada di kawasan industri yang cukup jauh dari pemukiman penduduk untuk mencegah sampah dan polusi dari pabrik mengganggu lingkungan sekitar.

7. Penyediaan Utilitas

Sungai Bontang, sungai yang paling dekat dengan kawasan industri tempat utilitas, khususnya air, dapat disediakan, dilintasi oleh Penyediaan Utilitas Kawasan Bontang.

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1. Perancangan Proses

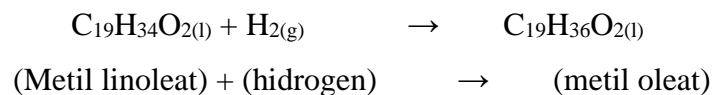
Methyle oleate ($C_{19}H_{36}O_2$) atau dikenal juga dengan nama *oleic acid methyl ester* diperoleh dengan beberapa jenis proses yaitu hidrogenasi dan esterifikasi. Perbedaan dari kedua proses tersebut terletak dari bahan baku yang digunakannya. Berikut ini adalah uraian singkat dari kedua proses tersebut:

1. Metil Oleat Dari Metil Linoleat Dan Hidrogen (Proses Hidrogenasi)

Hidrogenasi merupakan proses pengolahan minyak atau lemak dengan cara menambahkan molekul hidrogen pada ikatan tak jenuh untuk menghasilkan asam lemak jenuh, proses hidrogenasi dapat berjalan dengan baik apabila memiliki tiga reaktan yaitu minyak tak jenuh, katalis dan gas hidrogen (Nasri, 2017). Proses ini biasanya dibantu dengan katalis logam seperti nikel, platina dan tembaga sehingga disebut juga sebagai hidrogenasi katalitik (Nasri, 2017). Katalis digunakan untuk mempercepat laju proses kimia sehingga proses menjadi lebih mudah dan efektif (Dewi, 2017). Reaksi hidrogenasi katalis terbagai dalam 3 tahap, yaitu

1. Terjadi difusi antara bahan yang direaksikan dengan katalis yang digunakan
2. Terjadi adsorpsi antara bahan yang direaksikan dengan permukaan katalis
3. Reaksi kimia terjadi pada permukaan katalis, kemudian hasil reaksi kimia akan dilepaskan dari permukaan katalis.

Pada proses pembuatan metil oleat, bahan baku yang digunakan adalah metil linoleat, hidrogen dan katalis nikel. Katalis nikel dipilih karena ketersediannya yang melimpah. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



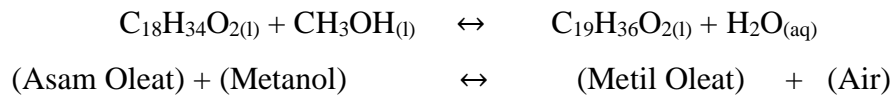
Pembuatan metil oleat menggunakan proses hidrogenasi katalitik dilakukan dengan reaktor *fixed bed* pada tekanan 1 atm dan temperatur 400°C (Dewi, 2017). Pemanasan hingga suhu 250°C akan mempercepat proses hidrogenasi (Patent US 4322569).

2. Metil Oleat Dari Asam Oleat Dan Metanol (Proses Esterifikasi)

Esterifikasi adalah reaksi antara asam lemak bebas dengan alkohol untuk membentuk ester. Reaksi esterifikasi dari asam lemak menjadi metil ester adalah sebagai berikut:



Proses esterifikasi metil oleat dari asam lemak dan alkohol dapat dilakukan dengan katalis kimia seperti asam sulfat maupun biokatalis seperti enzim lipase. Reaksi ini akan terjadi pada permukaan bidang antar fase minyak dan alkohol dalam sistem yang menggunakan pelarut ataupun tanpa pelarut (Chusnul, 2008). Katalis yang cocok digunakan untuk proses ini adalah katalis asam kuat karena dapat menghasilkan konversi yang tinggi pada temperatur rendah (misalnya paling tinggi 120°C). Berikut ini adalah reaksi esterifikasi asam oleat menggunakan katalis asam sulfat.



Pembuatan metil oleat menggunakan proses esterifikasi dilakukan pada tekanan 1 atm dan temperatur 60°C dengan perolehan konversi sekitar 95% (Fabiano, 2022).

Proses esterifikasi menggunakan konsentrasi katalis asam pada kisaran 0,1 - 1% berat akan memberikan *yield* yang lebih baik dalam membentuk ester dan penambahan katalis yang berlebih justru akan menyulitkan proses pemisahan produk dengan katalisnya. Pada proses ini juga dilakukan pengadukan untuk membantu menghomogenkan campuran serta meningkatkan konversi.

Proses esterifikasi akan berjalan dengan baik apabila memperhatikan faktor-faktor di bawah ini :

a. Waktu Reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

b. Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Sesuai dengan persamaan Arrhenius:

$$k = A \text{Exp} (-E_a/RT)$$

dimana: T = Suhu absolut (°C)

R = Konstanta gas umum (cal/gmol.°K)

E = Tenaga aktivasi (cal/gmol)

A = Faktor tumbukan (t⁻¹)

k = Konstanta kecepatan reaksi (t^{-1})

c. Katalisator

Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pada reaksi esterifikasi yang sudah dilakukan biasanya menggunakan konsentrasi katalis antara 1-10% dari bahan baku.

d. Suhu Reaksi

Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius. Jika suhu naik maka harga k makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi semakin besar.

2.2. Pemilihan Proses

2.2.1. Tinjauan Ekonomi

Potensial Ekonomi (PE) merupakan salah satu pertimbangan dalam memilih tipe atau jalur reaksi yang didasarkan pada kebutuhan bahan baku, harga bahan baku dan harga jual produk. Berikut ini adalah rincian tinjauan ekonomi secara kasar:

$$PE = \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku}$$

(Smith, 2005)

Harga bahan baku dan produk dari berbagai proses dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (USD/kg)	Harga (Rp/kg)	Berat Molekul (kg/kmol)
Metil Oleat	5	76610	296,49

Asam Oleat	3,26	49.949	282,47
Metil Linoleat	3,61	55.312	294
Metanol	0,4	6.129	32,04
Hidrogen	1,57	24.055	2,02
Nikel	1,35	20684	58,69
H ₂ SO ₄	1,27	19458	98,08
Air	0	0	18,02

Kurs 1 US \$ 18 Agustus 2023 = Rp 15.322

Sumber: Alibaba (2023)

- **Proses Hidrogenasi**

Bahan baku utamanya adalah Metil Linoleat dan Hidrogen



PE = Harga Produk - Harga Bahan Baku

$$\text{PE} = (5 \times 296,49) - ((3,61 \times 294) + (1,57 \times 2,02))$$

$$\text{PE} = \text{USD } 417,94 \text{ kg/kmol}$$

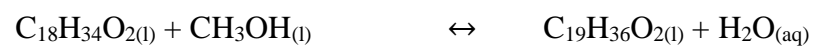
$$= \text{USD } 417,94 \times (\text{Kapasitas Pabrik})$$

$$= \text{USD } 417,94 \times 60.000$$

$$= \text{USD } 29.076.702 \text{ /tahun}$$

- **Proses Esterifikasi**

Bahan baku utamanya adalah Asam Oleat dan Metanol



PE = Harga Produk - Harga Bahan Baku

$$PE = [(5 \times 296,49) + (0 \times 18,02)] - ((3,26 \times 282,47) + (0,4 \times 32,04))$$

$$PE = \text{USD } 437,04 \text{ kg/kmol}$$

$$= \text{USD } 437,04 \times 60.000$$

$$= \text{USD } 30.592.534 \text{ /tahun}$$

Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa proses pembuatan metil oleat bisa dilakukan dengan 2 cara, yaitu proses hidrogenasi dan esterifikasi. Perbandingan kedua proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Perbandingan Proses Pembuatan Metil Oleat

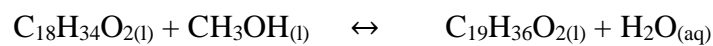
Parameter	Jenis Proses	
	Hidrogenasi	Esterifikasi
Bahan Baku	Metil Linoleat, Hidrogen	Asam Oleat, Metanol
Katalis	Nikel	Asam Sulfat
Tekanan Operasi (atm)	1	1
Suhu Operasi (°C)	400	60
Konversi (%)	95%	95%
Keuntungan /tahun (USD)	29.076.702	30.592.534

Dari perbandingan di atas dipilihlah proses esterifikasi untuk pembuatan metil oleat dengan faktor pertimbangan sebagai berikut :

- a. Bahan baku mudah didapat
- b. Biaya investasi yang lebih murah
- c. Suhu operasi yang moderate
- d. Memiliki keuntungan yang lebih besar

2.2.2. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika dilakukan untuk mengetahui sifat reaksi dari senyawa yang akan di produksi yaitu metil oleat dari asam oleat dan metanol. Penentuan sifat reaksi diperoleh melalui perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada tekanan 1 atm dan temperatur 60°C. Dari hasil perhitungan dapat diketahui apakah senyawa yang akan diproduksi tersebut bersifat eksotermis atau endotermis. Reaksi yang terjadi pada pembuatan Asetaldehida dari oksidasi etilen adalah sebagai berikut:



Suhu reaksi pada proses ini adalah 60°C (333,15 K) sehingga perhitungan panas reaksi dan konstanta kesetimbangan dari reaksi di atas menurut Hukum Hess adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Nilai ΔH_f° dan ΔG_f° masing-masing komponen pada suhu 298 K

Komponen	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)
Asam Oleat	-671,78	-117
Methanol	-201,17	-162,51
Air	-285,83	-237,129
Metil Oleat	-626	-189,69

Sumber: Yaws, 1999

Persamaan:

$$\Delta H_{\text{reaksi}}^\circ = \Delta H_{f298}^\circ + \Delta H_{f \text{ produk}}^\circ + \Delta H_{f \text{ reaktan}}^\circ \quad (\text{Smiths, 2001})$$

$$\Delta H_{f298 \text{ K}}^\circ = \Delta H_{f \text{ produk}}^\circ - \Delta H_{f \text{ reaktan}}^\circ$$

$$\begin{aligned}
 &= [(\Delta H_f^\circ \text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2) + (\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O})] - [(\Delta H_f^\circ \text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2) + (\Delta H_f^\circ \\
 &\text{CH}_3\text{OH})] \\
 &= -38,88 \text{ kJ/kmol}
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk persamaan $\int \Delta C_p^\circ dT$ adalah sebagai berikut

$$\int \Delta C_p^\circ dT = \int_{T_0}^T (A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4) dT \quad (\text{Smith's, 2001})$$

Dimana

$$T_0 = 298 \text{ K dan } T_1 = 333,15 \text{ K}$$

Dengan masing-masing konstanta A, B, C dan D pada tiap komponen adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 Konstanta A, B, C, D dan E pada tiap komponen

Komponen	$C_{p\text{liquid}} = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$ ($C_p = \text{J/mol K}$; $T = \text{K}$)				
	A	B	C	D	C_{p298}
Asam Oleat	278,686	2,54E+00	-0,0054355	0,000004924	684,32
Methanol	40,152	0,31046	-0,0010291	1,4598E-06	79,93
Air	92,053	-0,039953	-0,00021103	5,3469E-07	75,55
Metil Oleat	183,562	2,9014	-0,0062576	0,000005699	643,39

Sumber: Yaws, 1999

Dari data di atas dapat diperoleh nilai kapasitas panas (C_p) dari tiap komponen adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5 Nilai Kapasitas Panas

Komponen	C_p (J/Mol.K)
Asam Oleat	361,258

Metanol	49,820
Air	90,419
Metil Oleat	277,690

Sehingga diperoleh nilai

$$\Delta H^{\circ}_{\text{produk}} = \int_{298}^{333} [(Cp^{\circ}_f C_{19}H_{36}O_2) + (Cp^{\circ}_f H_2O)]$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{produk}} = -199,678 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{reaktan}} = \int_{298}^{333} [(Cp^{\circ}_f C_{18}H_{34}O_2) + (Cp^{\circ}_f CH_4O)]$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{reaktan}} = -252,708 \text{ kJ/kmol}$$

Maka

$$\Delta H^{\circ}_{\text{reaksi}} = \Delta H^{\circ}_{f298} + \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} + \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan}$$

$$= -38,88 \text{ kJ/kmol} - 199,678 \text{ kJ/kmol} - 252,708 \text{ kJ/kmol}$$

$$= -491,266 \text{ kJ/kmol}$$

Karena hasil dari $\Delta H^{\circ}_{\text{reaksi}}$ bernilai negatif, maka dapat diketahui bahwa proses reaksi bersifat eksotermis atau menghasilkan panas. Sedangkan untuk mencari Energi Gibbs dari reaktan dan produk dapat diperoleh dari Tabel 2.3 dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\Delta G^{\circ}_{298 \text{ K}} = \sum (\Delta G^{\circ}_f)_{\text{produk}} - \sum (\Delta G^{\circ}_f)_{\text{reaktan}}$$

$$\Delta G^{\circ}_{298 \text{ K}} = -147,309 \text{ kJ/kmol}$$

$$\ln K_{a1} = \left(-\frac{\Delta H^{\circ}_f 298}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right) RT - \frac{\Delta G^{\circ}_{298}}{RT} = 40,329$$

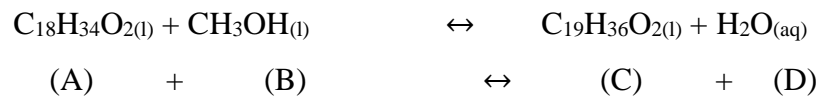
$$\Delta G^{\circ}_{\text{reaksi}} = -RT \ln K_{a1}$$

$$\Delta G^{\circ}_{\text{reaksi}} = -21,795 \text{ kJ/kmol}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa reaksi berlangsung secara spontan sehingga membutuhkan energi panas yang cukup kecil karena $\Delta G < 0$ (konsumsi energi kecil).

2.2.3. Tinjauan Kinetika

Persamaan reaksi:



Persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = k_1 \cdot C_A \cdot C_B - k_2 \cdot C_C \cdot C_D \quad (1)$$

Berdasarkan Berrios (2007), nilai kinetika reaksi untuk pembuatan metil oleat dari asam oleat dan metanol dengan katalis asam sulfat diperoleh dengan menggunakan model *pseudo-homogeneous* yaitu menyederhanakan model kinetika dengan menerapkan reaksi orde pertama pada *forward direction* dan orde kedua pada *reverse direction*. model *pseudo-homogeneous* menganggap bahwa campuran pada *forward direction* adalah fase cair tunggal, asumsi ini didasarkan pengamatan pada tahap awal reaksi terutama pada *interface* asam lemak bebas dan alkohol. Sehingga persamaan kinetika reaksinya menjadi:

$$-r_A = k_1 C_A \cdot C_B - k_2 \cdot C_C \cdot C_D \quad (2)$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k_1 \cdot C_A \cdot C_B - k_2 \cdot C_C \cdot C_D \quad (3)$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k_1 \cdot C_A - k_2 \cdot C_C \cdot C_D \quad (4)$$

Persamaan (1) dapat berubah menjadi persamaan (4) dikarenakan adanya penggunaan metanol yang berlebih yaitu 1:10 (asam oleat : metanol).

Dari penelitian Berrios (2007) diketahui bahwa nilai k_1 akan meningkat seiring dengan peningkatan rasio mol asam oleat terhadap alkohol dan konsentrasi katalis, hal ini berbanding terbalik dengan nilai k_2 sehingga nilai k_2 dapat diabaikan yang menandakan bahwa tidak terjadi reaksi hidrolisis. Pengaruh temperatur terhadap kinetika reaksi dapat diperoleh menggunakan persamaan Arrhenius, yaitu:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R.T}$$

$$k = A \exp \exp \left[-\frac{\Delta E}{R.T} \right]$$

Dengan data yang diberikan seperti di bawah ini

Tabel 2.6 Data Energi Aktivasi dan Faktor Tumbukan Referensi

	A	E
k_1	$2,869 \cdot 10^6$	5.0745,2
k_2	37,068	31.007,3

Sumber: Berrios, 2007

Sehingga dengan bantuan MS Excell didapatkan nilai k pada temperatur 60°C sebesar,

$$k_1 = 0,031702 \text{ L/mol.min}$$

$$k_2 = 0,000509 \text{ L/mol.min}$$

BAB III

SPEKIFIKASI BAHAN DAN PRODUK

3.1. Spesifikasi Bahan Baku

3.1.1. Asam Oleat

<i>Formula</i>	: C ₁₈ H ₃₄ O ₂
<i>Formula Weight</i>	: 282,46 g/mol
<i>Specific Gravity</i>	: 0,854
<i>Boiling Point</i>	: 359,85°C
<i>Purity</i>	: 99%
<i>Density</i>	: 0,895 at 25°C
<i>Vapor pressure</i>	: 5,46 x 10 ⁻⁷ mmHg at 25 °C
<i>Viscosity</i>	: 25,6 cP at 30 °C
<i>Insoluble in water; miscible in alcohol, ether, fixed oils.</i>	

3.1.2. Metanol

<i>Formula</i>	: CH ₃ OH
<i>Formula Weight</i>	: 32,04 g/mol
<i>Specific Gravity</i>	: 0,792
<i>Boiling Point</i>	: 64,7°C
<i>Purity</i>	: 99%
<i>Density</i>	: 0,7866 at 25°C
<i>Vapor pressure</i>	: 127 mmHg at 25 °C

Viscosity : 0,544 mPa at 25°C

Solubility in water; Miscible with ethanol, ether, benzene, most organic solvents and ketones.

3.2 Spesifikasi Bahan Penunjang

3.2.1. Asam Sulfat

Formula : H₂SO₄

Formula Weight : 98,08 g/mol

Specific Gravity : 1.834

Boiling Point : 337°C

Purity : 98%

Density : 1,841 at 25°C

Vapor pressure : 5.93 x 10⁻⁵ mmHg at 25 °C

Viscosity : 21 mPa.s at 25°C

Solubility in : *water*

3.2.2. Sodium Hidroksida

Formula : NaOH

Formula Weight : 40 g/mol

Specific Gravity : 1,53

Boiling Point : 1.390°C

Melting Poin : 322 °C

Purity : 48%

Density : 2.130 kg/m³

Viscosity : 78 mPa.

Solubility in : *water and acid*

3.3 Spesifikasi Produk

3.3.1. Metil Oleat

<i>Formula</i>	: C ₁₉ H ₃₆ O ₂
<i>Formula Weight</i>	: 296,49 g/mol
<i>Specific Gravity</i>	: 0,879
<i>Boiling Point</i>	: 343,85°C
<i>Purity</i>	: 99%
<i>Density</i>	: 0,874 at 20°C
<i>Vapor pressure</i>	: 6,29 x 10 ⁻⁶ mmHg at 25 °C
<i>Viscosity</i>	: 4,88 cP at 30°C

Insoluble in water; miscible with ethyl alcohol, ether; sol in chloroform.

3.3.2. Air

<i>Formula</i>	: H ₂ O
<i>Formula Weight</i>	: 18,02 g/mol
<i>Form and Color</i>	: <i>colorless liquid</i>
<i>Specific Gravity</i>	: 1,00 (<i>liq</i>); 0,915 (<i>ice</i>)
<i>Boiling Point</i>	: 100°C
<i>Density</i>	: 0,995 at 25°C
<i>Vapor pressure</i>	: 611.657 Pa at 273.16 K
<i>Viscosity</i>	: 0,8949 cP at 30°C

Very soluble in ethanol, methanol, acetone.

BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

10.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi terhadap Prarancangan Pabrik Metil Oleat kapasitas 70.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 17,33%.
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 3,276 tahun.
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 49,68% dengan syarat umum pabrik di Indonesia adalah 30–60% kapasitas produksi dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,56% kapasitas produksi, yaitu batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti melakukan produksi karena merugi.
4. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCF) sebesar 35,01%, lebih besar dari suku bunga bank sekarang yaitu 10,159% sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik ini dari pada ke bank.

10.2. Saran

Berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Prarancangan Pabrik Metil Oleat kapasitas 70.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya sebelum didirikan.

DAFTAR PUSATAKA

- Alibaba. 2023. *Harga Bahan Baku dan Produk*, <https://www.alibaba.com>, diakses tanggal 22 Agustus 2023.
- Berrios, M., j Siles.,A Martin. 2007. *A Kinetic Study Of The Esterification Of Free Fatty Acids (FFA) In Sunflower Oil*. Elsevier: Fuel 86, 2383-2388.
- Broughton, J., 1994, *Process Utility System: Introduction to Design, Operation and Maintenance*. Institute of Chemical Engineers, United Kingdom.
- Chao. 1982. *Catalytic Hydrogenation Of Glucosa To Produce Sorbitol*. Patent 4322569: United State Patent.
- Chusnul H. 2008. *Optimasi Sintesis Metil Oleat Menggunakan Biokatalis Lipasa Dari Kecambah Biji Jatropha Curcas L*. Journal Pascapanen 5 (2): 1-9.
- Coulson, 1983. Coulson.J.M. and Ricardson.J.F. 1983. *Chemical Engineering vol 6*. Pergamon Press Inc: New York.
- Dewi., Triyono. 2017. *Hidrogenasi Katalitik Metil Oleat Menggunakan Katalis Ni/Zeolit dan Reaktor Sistem Fixed Bed*. Jurusan Kimia Universiats Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Fabiano. 2022. *Kinetic Modeling of the Esterification of Oleic Acid and Methanol in Conventional and Adsorptive Reaction Systems*. Catalysis Research Vol 2 (4): Lidsen Publishing Inc.
- Geankoplis.Christie.J. 1993. *Transport Processes and unit Operation 3th ed*. Allyn & Bacon Inc, New Jersey.

- Kemenkes No. 32 Tahun 2017 *Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum.*
- Kepdal 2000 No.113 *Tentang Pedoman Umum dan Pedoman Teknis Laboratorium Lingkungan*
- Chao et al. 1982. Patent US 4322569.
- Pdampitar. 2013, *Cara Menghitung Kebutuhan Air Bersih.* Di akses tanggal, 25 Maret 2024.
- SNI 7831;2012. 2012. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum:* Badan Standarisasi Nasional
- Nasri. 2017. *Hidrogenasi Minyak Nabati.* Media Neliti
- Smith, R. 2005. *Chemical Process Design and Integration.* McGraw Hill International Book Company, Singapore, pp. 29
- Tim Pelaksana Pengawasan dan Pengendalian Pusat Kegiatan IBM Direktorat PKP. 2022. *Buku Saku Petunjuk Konstruksi Proteksi Kebakaran.* Ditjen Cipta Karya : Jakarta.
- Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook,* Mc Graw Hill Companies Inc., USA, pp. 7-29, 189-211, 291-313