

**PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN DIMETIL SUKSINAT  
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti  
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**OLEH :**

**DITA AULINE SARAGIH                      03031181419004**

**NURUL QOMARIAH                         03031281419104**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN  
DIMETIL SUKSINAT 30.000 TON/TAHUN

### SKRIPSI

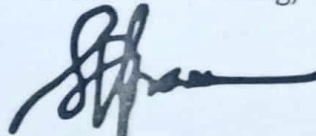
Duplikasi untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Dita Auline Saragih	03031181419004
Nurul Qomariah	03031281419104

Palembang, Juli 2021

Dosen Pembimbing,



Selpi Na, S.T., M.T.

NIP. 197809192003122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Puti Indah Sari, S.T., M.T., IPM

NIP. 197502012000122001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Dimetil Suksinat dari Asam Suksinat dengan Kapasitas Produksi 30.000 Ton/tahun” telah dipertahankan Dita Auline Saragih dan Nurul Qomariah di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Maret 2019.

Indralaya, 21 Maret 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA

NIP. 195805141984031001

Prof. Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D, IPM

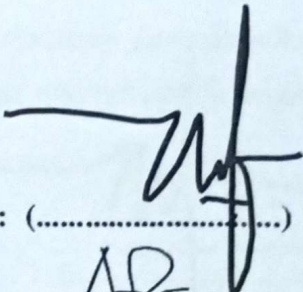
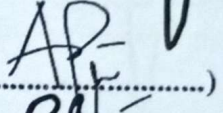
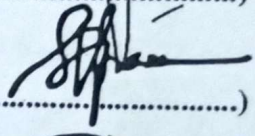

NIP. 197209092000032001

Selpiana, S.T, M.T.


NIP. 197809192003122001

Dr. David Bahrin, S.T, M.T.

NIP. 198110312005011003

  
: (.....)  
  
: (.....)  
  
: (.....)  
  
: (.....) 21/3/2019

Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM

NIP. 197502012000122001



LEMBAR PERBAIKAN

Nama/Nim : 1. Dita Auline Saragih / 03031181419004  
2. Nurul Qomariah / 03031281419104

Judul:

**“ PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN DIMETIL SUKSINAT  
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Tugas Akhir Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Maret 2019 oleh Dosen Penguji:

Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA

NIP. 195805141984031001

Prof. Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D, IPM

NIP. 197209092000032001

Dr. David Bahrin, ST, MT,

NIP. 198110312005011003

(Handwritten signatures and dates of examiners)

Palembang, 28 Juni 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM

NIP. 197502012000122001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dita Auline Saragih  
NIM : 03031181419004  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Dimetil Suksinat Dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Jurusan Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, April 2019



**Dita Auline Saragih**  
NIM. 03031181419004

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Qomariah  
NIM : 03031281419104  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Dimetil Suksinat Dengan  
Kapasitas 30.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Jurusan Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, April 2019



**Nurul Qomariah**  
NIM. 03031281419104

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Dimetil Suksinat Dengan Proses Esterifikasi Asam Suksinat Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua kami yang telah memberikan segala dukungannya.
2. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya dan selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi seluruh pihak yang membacanya.

Indralaya, 09 Januari 2019

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk, dan bantuan, serta dorongan dari berbagai pihak yang bersifat moral maupun material. Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT. Yang memberikan kekuatan bagi hambanya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua kami tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa yang tak henti-hentinya demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. H. M. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Selpiana, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dan koordinator Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Ibu Ir. Rosdiana Moeksin, M.T., selaku koordinator Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen dan Staff Akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Semoga tugas akhir ini turut memberi kontribusi yang bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, 19 Maret 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PEMBAHASAN UMUM.....</b>	<b>1</b>
1.1. Pendahuluan.....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan .....	1
1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik.....	3
1.4. Macam-macam Proses Pembuatan Sikloheksanon .....	2
1.5. Sifat Fisik dan Kimia .....	4
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK.....</b>	<b>7</b>
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	7
2.2. Pemilihan Kapasitas .....	7
2.3. Pemilihan Proses .....	9
2.4. Pemilihan Bahan Baku.....	10
2.5. Uraian Proses .....	10
<b>BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....</b>	<b>12</b>
3.1. Lokasi Pabrik.....	12
3.2. Tata Letak Peralatan.....	14
3.3. Luas Letak Pabrik.....	14
3.4. Luas Area.....	18
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....</b>	<b>19</b>
4.1. Neraca Massa .....	19
4.2. Neraca Panas .....	24

<b>BAB V UTILITAS..... ..</b>	<b>29</b>
5.1. Unit Pengadaan Air .....	29
5.2. Unit Pengadaan Steam .....	32
5.3. Unit Pengadaan Listrik.....	32
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	34
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN.....</b>	<b>36</b>
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN.....</b>	<b>57</b>
7.1. Bentuk Perusahaan .....	57
7.2. Struktur Organisasi.....	58
7.3. Tugas dan Wewenang.....	58
7.4. Sistem Kerja .....	62
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan .....	64
<b>BAB VIII ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>70</b>
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	71
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal .....	72
8.3. Total Modal Akhir.....	74
8.4. Laju Pengembalian Modal .....	76
8.5. Break Even Point (BEP).....	77
8.6. Kesimpulan Analisa Ekonomi .....	80
<b>BAB IX KESIMPULAN.....</b>	<b>81</b>

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Data Impor Dimetil Suksinat dan Beberapa Negara .....	8
<b>Tabel 2.2.</b> Perbandingan Proses Pembuatan Dimetil Suksinat.....	9
<b>Tabel 2.3.</b> Perbedaan Proses Pembuatan Dimetil Suksinat .....	14
<b>Tabel 4.1.1.</b> Neraca Massa Mixing Tank-01 .....	19
<b>Tabel 4.1.2.</b> Neraca Massa Reactor-01 .....	19
<b>Tabel 4.1.3.</b> Neraca Massa Vaporizer-01 .....	20
<b>Tabel 4.1.4.</b> Neraca Massa KOD-01 .....	20
<b>Tabel 4.1.5.</b> Neraca Massa Kondenser-02 .....	21
<b>Tabel 4.1.6.</b> Neraca Massa Adsorber-01 .....	21
<b>Tabel 4.1.7.</b> Neraca Massa Kolom Distilasi-01 .....	21
<b>Tabel 4.1.8.</b> Neraca Massa Kondenser-01 .....	22
<b>Tabel 4.1.9.</b> Neraca Massa Accumulator-01 .....	22
<b>Tabel 4.1.10.</b> Neraca Massa Reboiler-01 .....	23
<b>Tabel 4.1.11.</b> Neraca Massa Mixing Point-01 .....	23
<b>Tabel 4.2.1.</b> Neraca Panas Mixing Tank-01 .....	24
<b>Tabel 4.2.2.</b> Neraca Panas Heater-01 .....	24
<b>Tabel 4.2.3.</b> Neraca Panas Heater-02 .....	24
<b>Tabel 4.2.4.</b> Neraca Panas Heater-03 .....	24
<b>Tabel 4.2.5.</b> Neraca Panas Reactor-01 .....	25
<b>Tabel 4.2.6.</b> Neraca Panas Vaporizer-01 .....	25
<b>Tabel 4.2.7.</b> Neraca Panas KOD-01 .....	26
<b>Tabel 4.2.8.</b> Neraca Panas Kondenser-02 .....	26
<b>Tabel 4.2.9.</b> Neraca Panas Adsorber-01 .....	26
<b>Tabel 4.2.10.</b> Neraca Panas KD-01 .....	27
<b>Tabel 4.2.11.</b> Neraca Panas CD-01 .....	27
<b>Tabel 4.2.12.</b> Neraca Panas Reboiler-01 .....	27
<b>Tabel 4.2.13.</b> Neraca Panas Mixing Point-01 .....	28
<b>Tabel 4.2.14.</b> Neraca Panas Cooler-01 .....	28
<b>Tabel 4.2.15.</b> Neraca Panas Cooler-02 .....	28

<b>Tabel 7.1.</b>	Pembagian Jam kerja Karyawan Shift .....	63
<b>Tabel 7.2.</b>	Perincian Jumlah Karyawan.....	66
<b>Tabel 8.1.</b>	Angsuran Pengembalian Modal .....	73
<b>Tabel 8.2.</b>	Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	80





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Reaksi OHE ( <i>One Step Hydrogenation Esterification</i> ).....	4
Gambar 3.1.	Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Bontang .....	12
Gambar 3.2.	Tata Letak Peralatan .....	16
Gambar 3.3.	Tata Letak Pabrik.....	17
Gambar 3.4.	Lokasi Bahan Baku .....	18
Gambar 3.5.	Lokasi Pemetaan Pabrik .....	18
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	69
Gambar 8.1.	Grafik <i>Break Even Point</i> .....	79

## DAFTAR NOTASI

### 1. ABSORBER, PREASSURE SWING ADSORBER

A	=	Area kolom, ft <sup>2</sup>
BM <sub>avg</sub>	=	BM rata-rata, kg/kmol
D	=	Diameter kolom, ft
f <sub>a</sub>	=	Fraction of Total Packing Area, Dimensionless
G	=	Total laju gas, lb/ft <sup>2</sup> .sec
G'	=	Gas Superficial Mass Rate, lb/jam.ft <sup>2</sup>
K <sub>ga</sub>	=	Overall gass mass transfer coeficient, kmol/hr.ft <sup>3</sup> .atm
L	=	Total laju liquid, lb/ft <sup>2</sup> .sec
T	=	Tebal dinding, m
Z	=	Tinggi packing, ft
ΔP	=	Perbedaan tekanan, atm
$\frac{a}{\varepsilon^3}$	=	Packing factor
ψ	=	Ratio densitas air terhadap densitas solvent

### 2. ACCUMULATOR

C	:	Tebal korosi yang diizinkan, m
E	:	Effisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	:	Inside diameter, Outside diameter, m
L	:	Panjang accumulator, m
P	:	Tekanan operasi, atm
S	:	Working stress yang diizinkan
t	:	Temperatur Operasi, °C
V	:	Volume total, m <sup>3</sup>
V <sub>s</sub>	:	Volume silinder, m <sup>3</sup>
W	:	Laju alir massa, kg/jam

$\rho$  : Densitas, lb/ft<sup>3</sup>

### 3. CHILLER, COOLER, HEAT EXCHANGER, KONDENSOR, REBOILER, VAPORIZER

A	=	Area perpindahan panas, ft <sup>2</sup>
a <sub>a</sub> , a <sub>p</sub>	=	Area pada annulus, inner pipe, ft <sup>2</sup>
a <sub>s</sub> , a <sub>t</sub>	=	Area pada shell, tube, ft <sup>2</sup>
a''	=	external surface per 1 in, ft <sup>2</sup> /in ft
B	=	Baffle spacing, in
C	=	Clearance antar tube, in
D	=	Diameter dalam tube, in
D <sub>e</sub>	=	Diameter ekivalen, in
f	=	Faktor friksi, ft <sup>2</sup> /in <sup>2</sup>
G <sub>a</sub>	=	Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam.ft <sup>2</sup>
G <sub>p</sub>	=	Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam.ft <sup>2</sup>
G <sub>s</sub>	=	Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft <sup>2</sup>
G <sub>t</sub>	=	Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam.ft <sup>2</sup>
g	=	Percepatan gravitasi
h	=	Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
h <sub>i</sub> , h <sub>io</sub>	=	Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	=	Faktor perpindahan panas
k	=	Konduktivitas termal, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
L	=	Panjang tube, pipa, ft
LMTD	=	Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
N	=	Jumlah baffle
N <sub>t</sub>	=	Jumlah tube
P <sub>T</sub>	=	Tube pitch, in
ΔP <sub>r</sub>	=	Return drop sheel, Psi



$\Delta P_s$	=	Penurunan tekanan pada shell, Psi
$\Delta P_t$	=	Penurunan tekanan tube, Psi
ID	=	Inside Diameter, ft
OD	=	Outside Diameter, ft
$\Delta P_T$	=	Penurunan tekanan total pada tube, Psi
Q	=	Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
$R_d$	=	Dirt factor, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
$R_e$	=	Bilangan Reynold, dimensionless
s	=	Specific gravity
$T_1, T_2$	=	Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
$t_1, t_2$	=	Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
$T_c$	=	Temperatur rata-rata fluida panas, °F
$t_c$	=	Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
$U_c, U_d$	=	Clean overall coefficient, design overall coefficient, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
W	=	Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	=	Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
$\mu$	=	Viscositas, cp

#### 4. EXPANDER

P	=	Tekanan, atm
Qk	=	Beban Kompresi, kJ/jam
W	=	Laju alir massa, kg/jam
V	=	Laju alir volume, m <sup>3</sup> /jam
$\rho$	=	Densitas, kg/m <sup>3</sup>

#### 5. FURNACE

qn	:	Neat heat release, Btu/jam
qr	:	Radiant duty, Btu/jam

$t_{f,t}$	: Temperatur fluida, temperatur dinding, °F
$A_{r,a}$	: Luas area radiant section, luas tube, ft <sup>2</sup>
OD	: diameter luar tube, in
L	: panjang tube, ft
$N_t$	: Jumlah tube
$A_{cp}$	: cold plane surface, ft <sup>2</sup>
V	: Volume furnace, ft <sup>3</sup>
$L_{beam}$	: Mean beam Length, ft
$E_g$	: gas emisivitas
qs	: Heat loss fuel gas, Btu/jam
$h_{cc}$	: koefisien konveksi, Btu/jam.ft <sup>2</sup> °F
$h_{cl}$	: koefisien gas radiant, Btu/jam.ft <sup>2</sup> °F
$h_{cw}$	: koefisien wall radiant, Btu/jam.ft <sup>2</sup> °F
$A_{cw}$	: wall area per row, ft <sup>2</sup>
f	: factor seksi konveksi
$U_c$	: overall transfer coefisient dalam seksi konveksi, Btu/jam.ft <sup>2</sup> °F
$\rho_g$	: densitas fuel gas, lb/ft <sup>3</sup>
G	: mass velocity pada minimum cross section, lb/s.ft <sup>2</sup>

## 6. KNOCK OUT DRUM

A	: <i>Vessel</i> Area Minimum, m <sup>2</sup>
C	: <i>Corrosion</i> maksimum, in
D	: Diameter <i>Vessel</i> minimum, m
E	: <i>Joint</i> efisiensi
$H_L$	: Tinggi <i>Liquid</i> , m
$H_T$	: Tinggi <i>Vessel</i> , m
P	: Tekanan desain, psi
$Q_V$	: Laju alir <i>Volumetric</i> massa, m <sup>3</sup> /jam

$Q_L$	: <i>Liquid Volumetric flowrate</i> , $m^3/jam$
$S$	: <i>Working stress Allowable</i> , psi
$t$	: tebal dinding tangki, m
$U_v$	: Kecepatan uap maksimum, m/s
$V_t$	: <i>Volume Vessel</i> , $m^3$
$V_h$	: <i>Volume Head</i> , $m^3$
$V_t$	: <i>Volume Vessel</i> , $m^3$
$\rho$	: Densitas, $kg/m^3$
$\mu$	: Viskositas, cP
$\rho_g$	: Densitas gas, $kg/m^3$
$\rho_l$	: Densitas <i>Liquid</i> , $kg/m^3$

## 7. KOLOM DISTILASI

$A_d$	: Downcomer area, $m^2$
$A_t$	: Tower area, $m^2$
$A_n$	: Net area, $m^2$
$A_a$	: Active area, $m^2$
$A_b$	: Hole area, $m^2$
$A_{da}$	: Aerated area, $m^2$
$C$	: Faktor korosi yang dizinkan, m
$C_{sb}$	: Kapasitas vapor, m/det
$DI$	: Clearance, mm
$d_h$	: Diameter hole, mm
$d_c$	: Diameter kolom, mm
$e$	: Total entrainment, kg/det
$E$	: Joint efficiency, dimensionless
$F$	: Friction factor, dimensionless
$F_{iv}$	: Paramater aliran, dimensionless

$h_a$	:	Aerated liquid drop, m
$h_f$	:	Froth height, mm
$h_w$	:	Weir height, mm
$h_\sigma$	:	Weep point, cm
$H$	:	Tinggi kolom, m
$L_w$	:	Weir length
$L$	:	Laju alir massa liquid solvent, kg/det
$N_m$	:	Jumlah tray minimum
$\Delta P$	:	Pressure drop
$P$	:	Tekanan desain, atm
$q$	:	Laju alir volume umpan solvent, m <sup>3</sup> /det
$Q$	:	Laju alir volume umpan gas, m <sup>3</sup> /det
$Q_p$	:	Aeration factor, dimensionless
$R$	:	[L/D] reflux ratio, dimensionless
$R_h$	:	Radius Hydrolic, m
$R_m$	:	Reflux minimum
$R_{eh}$	:	Reynold modulus, dimensionless
$S$	:	Working stress, N/m <sup>2</sup>
$S_s$	:	Stage umpan
$St$	:	Jumlah stages
$t$	:	Tebal dinding vessel, m
$T$	:	Temperatur operasi, °C
$T_{av}$	:	Temperatur rata-rata, °C
$U_f$	:	Kecepatan aerated mass, $U_f$
$V$	:	Laju alir massa umpan gas, kg/det
$V_d$	:	Downcomer velocity, m/det
$\alpha$	:	Relatif volatil, dimensionless
$\Delta$	:	Liquid gradien, cm



$\rho_g$	:	Densitas gas, $\text{kg/m}^3$
$\rho_l$	:	Densitas liquid, $\text{kg/m}^3$
$\psi$	:	Fractional entrainment, dimensionless

## 8. KOMPRESSOR

k	=	$C_v / C_p$
n	=	Jumlah Stage
$P_i$	=	Tekanan input, atm
$P_o$	=	Tekanan output, atm
P	=	Power kompresor (HP)
Q	=	Kapasitas kompresor
$T_i$	=	Temperatur input, K
$T_o$	=	Temperatur output, K
$\eta$	=	Efisiensi
V	=	Volumetrik gas masuk
$\rho$	=	Densitas, $\text{kg/m}^3$
Rc	=	Rasio Kompresi
W	=	Laju alir massa, lb/jam

## 9. POMPA

A	=	Area alir pipa, $\text{in}^2$
BHP	=	Brake Horse Power, HP
$D_i \text{ opt}$	=	Diameter optimum pipa, in
E	=	Equivalent roughness
f	=	Faktor friksi
FK	=	Faktor keamanan
$g_c$	=	Percepatan gravitasi, $\text{ft/s}^2$
Gpm	=	Gallon per menit

$H_f \text{ suc}$	= Total friksi pada suction, ft
$H_f \text{ dis}$	= Total friksi pada discharge, ft
$H_{fs}$	= Skin friction loss
$H_{fsuc}$	= Total suction friction loss
$H_{fc}$	= Sudden Contraction Friction Loss (ft lb <sub>m</sub> /lb <sub>f</sub> )
$H_{fc}$	= Sudden expansion friction loss (ft lb <sub>m</sub> /lb <sub>f</sub> )
ID	= Inside diameter pipa, in
$K_C, K_S$	= Contraction, expansion loss contraction, ft
L	= Panjang pipa, ft
$L_e$	= Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	= Net positive suction head (ft)
$N_{Re}$	= Reynold number, dimension less
$P_{Vp}$	= Tekanan uap, Psi
$Q_f$	= Laju alir volumetrik
$V_f$	= Kapasitas pompa, lb/jam
V	= Kecepatan alir
$\Delta P$	= Beda tekanan, Psi

## 10. REAKTOR

$A_t$	= Luas keseluruhan jumlah tube, m <sup>2</sup>
$A_f$	= Free area, m <sup>2</sup>
$A_S$	= Area shell, m <sup>2</sup>
$a'_t$	= Luas area per tube, m <sup>2</sup>
B	= Baffle spacing
$C_{A0}$	= konsentrasi awal umpan masuk, kmol/m <sup>3</sup>
C	= Tebal korosi yang dizinkan, atm
$D_K$	= Diameter katalis, cm
$D_T$	= Diameter tube, in

$D_S$	= Diameter shell, m
$F_{Ao}$	= Laju alir umpan, kmol/jam
$g$	= Gravitasi
$H_r$	= Tinggi Reaktor, m
$ID$	= Inside Diameter, m
$k$	= Konstanta laju reaksi, $m^3/kmol.s$
$L_t$	= Panjang tube, m
$M_{fr}$	= Laju alir massa umpan, kg/h
$N$	= Bilangan Avogadro
$N_t$	= Jumlah Tube
$OD$	= Outside Diameter, m
$P$	= Tekanan, atm
$P_T$	= tube pitch, atm
$Q_f$	= Volumetric Flowrate Umpan
$Re$	= Bilangan Reynold
$S$	= Working Stress yang diizinkan, atm
$T$	= Temperatur. $^{\circ}C$
$t$	= Tebal dinding vessel
$V_f$	= Total free volume, $m^3$
$V_K$	= Volume katalis, $m^3$
$V_K$	= Volume shell, $m^3$
$V_t$	= Volume reaktor, $m^3$
$V_{TR}$	= Volume tube reaktor, $m^3$
$W_k$	= Berat katalis
$X$	= Konversi
$\rho$	= Densitas
$\varepsilon_A$	= Voidage
$\phi$	= Porositas Katalis

- $\sigma$  = Diameter Partikel, cm  
 $\Delta P_b$  = Pressure Drop, kPa

## 11. TANGKI

- C = Tebal korosi yang diizinkan  
D = Diameter tangki, m  
E = Efisiensi penyambungan, dimensionless  
h = Tinggi head, m  
H = Tinggi silinder, m  
 $H_T$  = Tinggi total tangki, m  
P = Tekanan Operasi, atm  
S = Working stress yang diizinkan, Psia  
T = Temperatur Operasi, K  
t = Lama persediaan/penyimpanan, hari  
 $V_h$  = Volume ellipsoidal head, m<sup>3</sup>  
 $V_s$  = Volume silinder, m<sup>3</sup>  
 $V_t$  = Volume tangki, m<sup>3</sup>  
W = Laju alir massa, kg/jam  
 $\rho$  = Densitas, kg/m<sup>3</sup>

## ABSTRAK

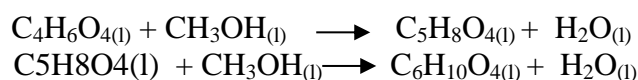
PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN DIMETIL SUKSINAT DARI  
ESTERIFIKASI ASAM SUKSINAT DENGAN ALKOHOL KAPASITAS  
30.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Mei 2019

Dita Auline Saragih dan Nurul Qomariah; Dibimbing oleh Selpiana, S.T., M.T  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

### ABSTRAK

Pabrik Dimetil Suksinat direncanakan berlokasi di daerah Bontang Utara, Kalimantan Selatan. Pabrik ini meliputi area seluas 3 Ha dengan kapasitas 30.000 ton per tahun. Proses pembuatan Dimetil Suksinat dilakukan melalui proses *Esterification reaction of dicarboxylic acid*, senyawa asam suksinat direaksikan dengan metanol membentuk intermediet monometil suksinat yang selanjutnya bereaksi dengan metanol membentuk dimetil suksinat. Reaksi tersebut berlangsung dalam fase likuid menggunakan katalis padat. Reaksi :



Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur dengan jumlah karyawan 163 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, Pabrik Dimetil Suksinat (DMS) dinyatakan layak untuk didirikan dengan analisa ekonomi sebagai berikut:

- Investasi = US \$ 26.073.986,431
- Hasil penjualan per tahun = US \$ 247.777.782,482
- Biaya produksi per tahun = US \$ 179.174.190,310
- Laba bersih per tahun = US \$ 44.592.334,922
- *Pay Out time* = 0,497 tahun
- *Rate of return on investment* = 171,022 %
- *Discounted Cash Flow –ROR* = 178,2 %
- *Break Even Point* = 20,289 %
- *Service Life* = 11 tahun

**Kata Kunci** : Dimetil Suksinat, Esterifikasi, *Fixed Bed Reactor*, Perseroan Terbatas

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Kimia





Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM  
NIP.197502012000122001

Mengetahui  
Dosen Pembimbing



Selpiana, S.T., M.T.  
NIP. 197809192003122001

# **BAB I**

## **PEMBAHASAN UMUM**

### **1.1. Pendahuluan**

Perkembangan suatu negara dapat dilihat melalui indeks pembangunan industri dalam negeri. Tujuan pembangunan industri dimuat dalam Peraturan Presiden Nomor 28 tahun 2008 mengenai kebijakan industri nasional yang memiliki visi menjadikan Indonesia sebagai negara industri maju tahun 2020. Visi ini berkaitan dengan kondisi bentang alam Indonesia yang luas dan beragam serta kekayaan sumber daya alam didalamnya, dianggap mampu menjadi potensi Indonesia untuk membangun industri hulu atau industri pengolahan bahan dasar dari ketergantungan terhadap produk luar negara. Hal ini juga diharapkan mampu menjadi peluang Indonesia untuk menambah devisa negara dan memperbanyak lapangan kerja bagi sumber daya manusia lokal.

Ragam kebutuhan akan bahan kimia dasar mendorong Indonesia untuk menciptakan Industri terkait. Salah satunya dalam industri cat dan *coating*, senyawa Dimetil Suksinat merupakan produk intermediet dan bahan aditif yang digunakan sebagai *colour stabilizer agent*, bahan pembuatan polimer dalam isolasi listrik, komponen resin untuk bahan perekat dan sebagai *flavouring agent* di industri makanan dan farmasi. Pada industri polimer dan pembuatan plastik film dimetil suksinat merupakan bahan baku senyawa tetrahidrofuran dan butanediol yang merupakan bahan baku polimer. Informasi yang didapatkan dari BPS, pabrik pembuatan dimetil suksinat ada di Indonesia.

Kebutuhan Dimetil suksinat yang diperlukan industri dalam negeri dipenuhi dengan melakukan impor. Hal ini menjadikan pra rencana pembuatan pabrik dimetil suksinat merupakan sebuah prospek yang bagus untuk dikembangkan. Usaha tersebut mampu mengatasi ketergantungan impor dimetil suksinat dari luar negeri. Selain itu, dengan meningkatnya penggunaan polimer yang berasal dari senyawa tetrahidrofuran (THF) dan 1,4 butanediol, membuat dimetil suksinat memiliki prospek yang cukup menjanjikan sebagai salah satu komoditi ekspor Indonesia.

## 1.2. Sejarah dan Perkembangannya

Dimetil suksinat merupakan bahan baku untuk pembuatan tetrahidrofuran (THF) dan *gamma butirolactone*. Dimetil suksinat merupakan senyawa golongan *dibasic ester* atau ester karboksilat yang dihasilkan dari esterifikasi asam suksinat dengan metanol. Asam suksinat yang digunakan berasal dari hidrogenasi asam maleat yang merupakan turunan minyak bumi. Namun seiring dengan ketersediaan minyak bumi yang semakin menipis dan pelonjakan harga minyak, maka asam suksinat dari hidrogenasi maleat anhidrat dikurangi produksinya.

Munculnya tren *Green Chemicals* di industri, membuat para ilmuwan melakukan riset terkait sumber pengganti pembuatan asam suksinat dikarenakan penggunaan asam suksinat yang semakin meningkat. Salah satu inovasi pembuatan asam suksinat yaitu berasal dari fermentasi biomassa. Metode ini menghasilkan asam suksinat yang sesuai untuk aplikasi di bidang industri makanan dan farmasi dikarenakan bahan bakunya dari biomassa. Namun cara ini masih memiliki kekurangan dalam hal purifikasi produk yang rumit dengan menggunakan rangkaian distilasi reaktif ataupun ekstraksi reaktif.

Perkembangan penggunaan dimetil suksinat yang awalnya merupakan senyawa ekstrak dari kacang kacangan untuk kebutuhan industri farmasi dan *flavouring agent*, mengalami permintaan yang cukup besar sebagai salah satu bahan baku tetrahydrofuran dan 1,4 butanediol yang merupakan bahan baku polyurethane. Selain itu penggunaan *dibasic ester* sebagai *cleanig agent* dan *solvent* dalam dunia pertambangan, membuat peluang dimetil suksinat semakin bagus untuk diproduksi secara masal.

Hidrogenasi senyawa hidrokarbon (*maleic anhydride*) memberikan terobosan baru dalam upaya produksi dimetil suksinat dengan skala yang lebih besar dan tidak bergantung pada bahan alam. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan sumber hidrokarbon (minyak bumi) yang cukup berlimpah. Namun upaya tersebut dinilai menimbulkan beberapa permasalahan di lingkungan sehingga terus dilakukan penelitian terkait untuk memproduksi dimetil suksinat dengan bahan baku dan proses yang ramah lingkungan.

Karakteristik dimetil suksinat yang memiliki tingkat penguapan rendah

dan kelarutan yang rendah dalam air, membuat pengaplikasian dimetil suksinat semakin meluas. Diantaranya sebagai agen dalam pembuatan parfum, surfaktan, *pigment*, dan *coating additive*.

### **1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik**

#### **1.3.1. Tujuan Pendirian Pabrik**

1. Produksi mandiri senyawa Dimetil Suksinat sebagai bahan baku mentah pada industri terkait di dalam negeri
2. Mengurangi kegiatan impor untuk senyawa Dimetil Suksinat
3. Meningkatkan peluang ekspor Indonesia
4. Menjadi bentuk usaha komunitas untuk mendorong ketahanan ekonomi industri negara dengan pendirian pabrik
5. Menambah ketersediaan lahan kerja bagi sumber daya manusia lokal.
6. Mendorong peningkatan *productivity* sumber daya manusia, alam, dan *technology intensification*
7. Meningkatkan pertumbuhan industri-industri baru yang berfokus pada hilirisasi produk dimetil suksinat

#### **1.3.2. Manfaat Pendirian Pabrik**

1. Mampu mengembangkan usaha lain terkait penggunaan dimetil suksinat sehingga memberikan keuntungan untuk pertumbuhan ekonomi dalam negeri.
2. Pembangunan pabrik dapat meningkatkan pemanfaatan kondisi sosial, sumber daya alam dan infrastruktur pada suatu daerah.
3. Memacu partisipasi masyarakat dalam pembangunan industri.
4. Penggunaan bahan baku maleat anhidrat dan metanol dalam pembuatan senyawa dimetil suksinat disuplai dari produksi industri dalam negeri dapat meningkatkan perputaran bisnis dalam negeri.
5. Penggunaan lahan suatu wilayah dapat meningkatkan optimasi tata ruang wilayah di daerah tersebut.



6. Memacu perkembangan teknologi dan inovasi proses untuk meningkatkan efisiensi dalam pembuatan industri Dimetil Suksinat.

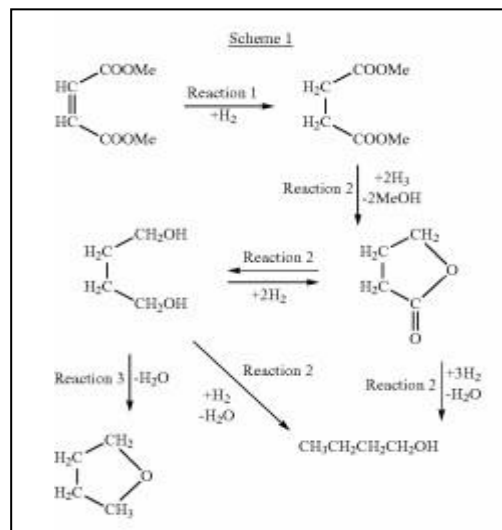
#### 1.4. Proses Produksi Dimetil Suksinat

Pembuatan Dimetil Suksinat dapat dibuat dengan dua metode, yaitu *One Step Hydrogenation Esterification* dan *Esterification of dicarboxylic acid*.

##### 1.4.1. Proses *One Step Hydrogenation Esterification* (OHE)

Pada proses pembuatan metil metakrilat dengan metode *One Step Hydrogenation Esterification*, senyawa maleat anhidrat dihidrolisis (*liquid hydrogenation*) untuk membentuk asam maleat. Asam maleat dihidrogenasi untuk membentuk senyawa asam suksinat. Selanjutnya asam suksinat diesterifikasi dengan metanol berlebih,. Katalis Palladium dengan support carbon digunakan untuk mempercepat reaksi pada temperatur reaksi dibawah autokatalitik. Proses ini berlangsung pada temperatur 150°-240° C dan tekanan mencapai 40 bar. Proses ini menghasilkan banyak reaksi samping seperti *Tetrahydrofuran* dan *gammabutyrolactone*.

Reaksi :



**Gambar 1.1.** Reaksi OHE

##### 1.4.2. Proses *Esterification Of Dicarboxylic Acid*

Proses ini menggunakan bahan baku Asam Suksinat yang berasal dari proses fermentasi. Proses ini mengandalkan peran metanol untuk esterifikasi asam suksinat. Proses ini tidak menggunakan katalis karena senyawa dalam reaksi berupa asam, dapat berperan sebagai katalis (autokatalisis). Proses ini berlangsung

pada kondisi operasi berupa tekanan dan temperatur lebih tinggi dibandingkan dengan proses sebelumnya yaitu 240° C dengan tekanan 5 sampai 10 bar.

### **1.5. Sifat Fisika dan Kimia**

#### **1. Asam Suksinat**

Rumus Molekul	: C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>
Berat Molekul	: 118.09 gr/mol
Titik Didih	: 318°C
Titik Beku	: 187°C

Titik Leleh	: 184°C
Densitas	: 1.56 g/cm <sup>3</sup> pada 25°C
Temperatur Kritis	: 806 K
Tekanan Kritis	: 47.1 bar
Energi Pembentukan	: -822.9 kJ/mol
Energi Bebas	: -697 kJ/mol

Sumber: (Yaws, 1999)

## 2. Metanol

Rumus Molekul	: CH <sub>3</sub> OH
Berat Molekul	: 32,042 Kg/Kmol
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: 64,7 °C
Titik Beku	: -97,68°C
Densitas likuid	: 789.5790 Kg/m <sup>3</sup>
Viskositas	: 0.5380 cP (25°C)
Temperatur Kritis	: 239,49 °C
Tekanan Kritis	: 79,9112 atm
<i>Spesific gravity</i>	: 0,8005 (25°C)
Energi Pembentukan	: -201.17 kJ/mol
Energi Bebas	: -162.51 kJ/mol

Sumber: (Yaws, 1999)

## 3. Air

Rumus molekul	: H <sub>2</sub> O
Berat molekul	: 18,016 Kg/Kmol
Warna	: Tidak berwarna
Titik didih	: 100°C
Titik beku	: 0°C
Titik leleh	: 0°C
Temperatur kritis	: 647.13 K
Tekanan kritis	: 220.55 bar

Densitas pada 20 °C	: 0,998 g/cm <sup>3</sup>
<i>Specific gravity</i>	: 1,000
Energi Pembentukan	: -241.8 kJ/mol
Energi Bebas	: -228.6kJ/mol
Sumber: (Yaws, 1999)	

#### 4. Monometil Suksinat

Rumus molekul	: C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>
Berat molekul	: 132.115 gr/mol
Titik didih	: 243.5°C
Titik leleh	: 55°C
Titik beku	: 55°C
Densitas solid	: 1.3 gr/cm <sup>3</sup>
Temperatur Kritis	: 657 K
Tekanan Kritis	: 32.8 bar
Spesific Gravity	: 1.117
Energi Pembentukan	: -845.1 kJ/mol
Energi Bebas	: -627.8 kJ/mol
Energi Bebas	: -582.16°C

Sumber: (Dudas, Josef.et,al, 2013)

#### 5. Dimetil Suksinat

Rumus Molekul	: C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>
Berat Molekul	: 146.14 gr/mol
Titik didih	: 196.2°C
Titik Leleh	: 19.5°C
Titik Beku	: 18.2°C
Densitas solid	: 1.3 gr/cm <sup>3</sup>
Temperatur Kritis	: 657 K
Tekanan Kritis	: 32.8 bar
Spesific Gravity	: 1.117

Energi Pembentukan : -845.1 kJ/mol

Energi Bebas : -627.8 kJ/mol

Energi Bebas : -582.16°C

Sumber: (Dudas, Josef.et,al, 2013)



## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika. 2013. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri*. (Online). [https://www.bps.go.id/all\\_newtemplate.php](https://www.bps.go.id/all_newtemplate.php). Diakses pada Mei 2018.
- Badan Pusat Statistika. 2014. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri*. (Online). [https://www.bps.go.id/all\\_newtemplate.php](https://www.bps.go.id/all_newtemplate.php). Diakses pada tanggal 20 Mei 2018.
- Badan Pusat Statistika. 2015. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri*. (Online). [https://www.bps.go.id/all\\_newtemplate.php](https://www.bps.go.id/all_newtemplate.php). Diakses pada Mei 2018.
- Badan Pusat Statistika. 2016. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri*. (Online). [https://www.bps.go.id/all\\_newtemplate.php](https://www.bps.go.id/all_newtemplate.php). Diakses pada Mei 2018.
- Badan Pusat Statistika. 2017. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri*. (Online). [https://www.bps.go.id/all\\_newtemplate.php](https://www.bps.go.id/all_newtemplate.php). Diakses pada Mei 2018.
- Coulson, J. (1998). *Chemical Engineering Design 4th edition Volume 6*. New York: Mc Graw-Hill.
- Doi, Y., & Fukada, K. (1993). *Biodegradable Plastics and Polimer*. Elsevier, 5-6.
- Dudas, J., Marcel, K., Michal, B., & Jozef, M. (2014). Design Consideration of Dimethyl Succinate Production Process. *Chemical Paper Versita*, 1-10.
- Coulson, J. (1998). *Chemical Engineering Design 4th edition Volume 6*. New York: Mc Graw-Hill.
- Doi, Y., & Fukada, K. (1993). *Biodegradable Plastics and Polimer*. Elsevier, 5-6.
- Dudas, J., Marcel, K., Michal, B., & Jozef, M. (2014). Design Consideration of Dimethyl Succinate Production Process. *Chemical Paper Versita*, 1-10.
- Equitment Cost. 2017. *Cost Information Exchange Equipment*. (Online). <http://matche.com/equipcost/Default.html>. Diakses pada tanggal 2 Juli 2018.
- Fogler, H. S. 2001. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3<sup>th</sup> edition*. New Jersey : Prentice Hall PTR.
- Kern, D. (1957). *Process Heat Transfer*. Auckland: Mc Graw Hill.
- Kim, J. S., Jae, H. B., Young, B. R., Seong, S. H., & Man, S. L. (2015). Liquid Hydrogenation of Maleic Anhydride with Pd/C Catalyst at Low Pressure

and Temperature in Batch Reactor. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, Vol. 15, 290-294.

Levenspiel, O. (1998). *Chemical Reaction Engineering Third Edition*. New York: John Wiley and Sons.

McCabe, W. L. et al. 2005. *Unit Operation of Chemical Engineering 7<sup>th</sup> Edition*. Mc Graw Hill.

Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7<sup>th</sup> Edition*. New York: McGraw - Hill Book Company.

Peter, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 4<sup>th</sup> Edition*. New York : Mc Graw Hill International Book Co.

Sinnott, R. K., 1985. *Coulson-Richardson's Chemical Engineering Volume 6: An Introduction to Chemical Engineering Design*. Oxford: Pentragon Express.

Smidt, M. L., Ian, C., Graham, R., Paul, G., & Christoper, F. (2017). *Patent No. US 9,776,948 B2*. London.

Smith, J.M., H.C. Van Ness, & M.M. Abbott. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Mc Graw Hill Book Company, New York.

Treybal, R. (1980). *Mass Transfer Operations*. New York: Mc Graw-Hill.

Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. USA : Butterworth Publishers.

Yaws, C. (1999). *Chemical Properties Handbook*. Texas: Mc. Graw Hill.