

PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN *DIMETHYL CARBONATE*
KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

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

OLEH :

INDAH METIARA PUTRI 03031181520027

VENNY RIZKI ELFIANA 03031181520035

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN DIMETIL KARBONAT
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

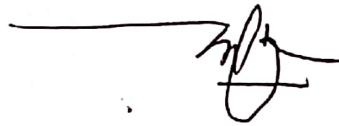
Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Indah Metiara Putri 03031181520027
Venny Rizki Elfiana 03031181520035

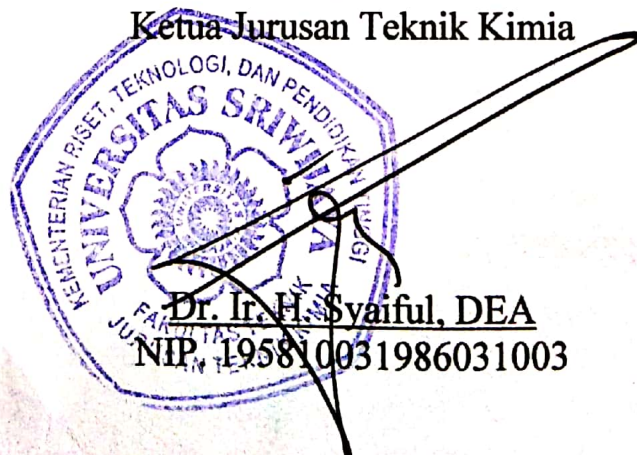
Indralaya, Juli 2019

Pembimbing



Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
NIP. 195805141984031001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Indah Metiara Putri **03031181520027**

Venny Rizki Elfiana **03031181520035**

Judul :

**“PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN
DIMETHYL CARBONATE KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut diatas telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Mei 2019 oleh Dosen Penguji :

1. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003
2. Dr. Ir. Hj. Susila A. Rachman, DEA
NIP.196010111985032002
3. Selpiana, S.T., M.T.
NIP.197809192003122001

(.....)
(.....)
(.....)

29/7/2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan *Dimethyl Carbonate* Kapasitas 100.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Indah Metiara Putri dan Venny Rizki Elfiana di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Mei 2019.

Palembang, Mei 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
NIP. 195805141984031001
2. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003
3. Dr. Ir. Hj. Susila A. Rachman, DEA
NIP.196010111985032002
4. Selpiana, S.T., M.T.
NIP.197809192003122001

(.....)
(.....)
(.....)
(.....) 29/7/2019
(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Metiara Putri
NIM : 03031181520027
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Dimetil Karbonat
Kapasitas 100.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Venny Rizki Elfiana 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, Agustus 2019



Indah Metiara Putri

NIM. 03031181520027

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Venny Rizki Elfiana
NIM : 03031181520035
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Dimeti Karbonat
Kapasitas 100.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Indah Metiara Putri** 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, Agustus 2019



Venny Rizki Elfiana

NIM. 03031181520035

ABSTRAK

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN DIMETIL KARBONAT KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Mei 2019

Indah Metiara Putri dan Venny Rizki Elfiana

Dibimbing oleh Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

XVII + 652 Halaman, 5 Tabel, 6 Gambar, 4 Lampiran

Pabrik *Dimethyl Carbonate* direncanakan berlokasi di daerah Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Pabrik ini meliputi area seluas 5 Ha dengan kapasitas 100.000 ton per tahun. Proses pembuatan *Dimethyl carbonate* dilakukan dengan mereaksikan metanol dan urea dengan bantuan katalis samarium nitrat yang berlangsung di reaktor tipe *Bubble column reactor* pada temperatur 185°C dan tekanan 20 bar dengan reaksi sebagai berikut:



Setelah dilakukan tahap pemisahan *Dimethyl carbonate* dari campurannya, sehingga diperoleh *Dimethyl carbonate (liquid)* dengan kemurnian 99,00%wt. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 140 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik *Dimethyl carbonate* dinyatakan layak untuk didirikan dengan analisa ekonomi sebagai berikut:

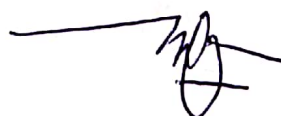
- | | |
|--|--------------------------|
| 1) Hasil penjualan per tahun | = US \$ 1.178.309.613,74 |
| 2) Biaya produksi per tahun | = US \$ 1.031.818.431,11 |
| 3) Laba bersih per tahun | = US \$ 102.543.827,85 |
| 4) <i>Pay Out Time</i> | = 2,71 tahun |
| 5) <i>Rate of Return on Investment</i> | = 35% |
| 6) <i>Break Even Point</i> | = 37,5849% |
| 7) <i>Service Life</i> | = 11 tahun |

Kata kunci : *Dimethyl carbonate, Urea Tranesterification, samarium nitrat*

Indralaya, Juli 2019

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA

NIP. 195805141984031001



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Dimetil Karbonat Kapasitas 100.000 Ton per Tahun” ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat akhir mengikuti ujian sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Universitas Sriwijaya. Tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA, selaku ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Orang tua dan keluarga.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2015 serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Indralaya, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PEMBAHASAN UMUM	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Dimetil Karbonat.....	2
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia	4
BAB 2. PERENCANAAN PABRIK	
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	6
2.2. Pemilihan Kapasitas	7
2.3. Pemilihan Bahan Baku	9
2.4. Pemilihan Proses	9
2.5. Uraian Proses	10
BAB 3. LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	
3.1. Lokasi Pabrik	12
3.2. Tata Letak Pabrik	13
3.3. Luas Area Pabrik.....	15
BAB 4. NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	
4.1. Neraca Massa	18
4.2. Neraca Panas	
BAB 5. UTILITAS	
5.1. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	33
5.2. Unit Penyediaan Air.....	34
5.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik.....	38
5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar	40

BAB 6. SPESIFIKASI PERALATAN	42
BAB 7. ORGANISASI PERUSAHAAN	
7.1. Bentuk Perusahaan	81
7.2. Manajemen dan Struktur Organisasi Perusahaan.....	82
7.3. Tugas dan Wewenang	83
7.4. Sistem Kerja	87
7.5. Penentuan Jumlah Pekerja.....	88
BAB 8. ANALISA EKONOMI	
8.1. Keuntungan (Profitabilitas)	94
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	95
8.3. Total Modal Akhir.....	97
8.4. Laju Pengembalian Modal	99
8.5. Break Even Point (BEP).....	99
BAB 9. KESIMPULAN	102
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data Statistik Kebutuhan Dimetil Karbonat	7
Tabel 7.1 Pembagian Waktu Kerja Pekerja Shift.....	88
Tabel 7.2 Perincian Jumlah Karyawan.....	91
Tabel 8.1 Angsuran Pengembalian Modal	97
Tabel 8.2 Kesimpulan Analisa Ekonomi	101

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Data Impor Dimetil Karbonat.....	11
Gambar 3.1. Lokasi Pembangunan Pabrik.....	14
Gambar 3.2. <i>Layout</i> Tata Letak Pabrik.....	15
Gambar 3.3. Tata Letak Pabrik.....	16
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	93
Gambar 8.1. <i>Grafik Break Even Point</i>	100

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

C	: Allowable corrosion, m
E	: Efisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	: Diameter dalam, Diameter luar, m
L	: Panjang accumulator, m
P	: Tekanan operasi, atm
S	: Working stress yang diizinkan, atm
T	: Temperatur operasi, K
t	: Tebal dinding accumulator, m
V	: Volume total, m ³
V _s	: Volume silinder, m ³
ρ	: Densitas, kg/m ³

2. BELT CONVEYER

F	: Faktor friksi, <i>dimensionless</i>
L	: Panjang konveyer, ft
L _o	: Faktor belt, <i>dimensionless</i>
S	: Kecepatan belt aktual, ft/min
T	: Kapasitas Belt, ton/jam
ΔZ	: Beda Tinggi, ft
t	: Waktu tempuh antar <i>pulley</i>
W	: Berat idler, lb/ft

3. CONDENSER, COOLER, HEATER, HEAT EXCHANGER, REBOILER

A	: Luas area perpindahan panas, ft ²
a''	: Luas satu buah tube, ft ²
a _a	: Area <i>flow annulus</i> , ft ²
a _p	: Area <i>flow inner pipe</i> , ft ²
a't	: <i>Flow area tube</i> , ft ²
B	: Jarak baffle, in

C_p	: Panas spesifik, Btu/lb.°F
D_e	: Diameter ekivalen, ft
D_p	: Diameter <i>inner pipe</i> , ft
f	: Faktor friksi
Fl	: kecepatan <i>head/hairpn.</i> ft
G_a	: Laju alir massa <i>annulus</i> , lb/jam ft ²
G_p	: Laju alir massa <i>inner pipe</i> , lb/jam ft ²
G_s	: Laju alir massa <i>shell</i> , lb/jam ft ²
G_t	: Laju alir massa <i>tube</i> , lb/jam ft ²
h_i	: Koefisien perpindahan panas bagian dalam, Btu/hr ft ² °F
h_o	: Koefisien perpindahan panas bagian luar, Btu/hr ft ² °F
ID	: Diameter dalam, ft
j_H	: Faktor perpindahan panas
k	: Konduktivitas termal, Btu/hr ft.°F
L	: Panjang tube, ft
N_{Re}	: Bilangan Reynold, tak berdimensi
N_t	: Jumlah tube, buah
OD	: Diameter luar, ft
P_r	: Bilangan Prandtl, tak berdimensi
Q	: Beban panas, Btu/hr
R_d	: Dirt factor, Btu/jam ft ² F
s	: Rasio densitas
T_1, t_1	: Temperatur masuk shell, tube, °F
T_2, t_2	: Temperatur keluar shell, tube, °F
t_c	: Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
T_c	: Temperatur rata-rata fluida panas, °F
U_c	: Clean overall coefisient, Btu/jam ft ² F
U_d	: Koefisien overall perpindahan panas, Btu/ jam ft ² °F
V	: kecepatan, ft/s
W, w	: Laju alir massa di shell, tube, lb/jam
ΔP	: Pressure drop, psi

ΔT_{lm} : Selisih log mean temperatur, °F
 μ : Viskositas, Cp
 ρ : Densitas, lb/ft³

4. FLASH DRUM

A : Area, m²
a : Luas permukaan *demister*, m²/m³
Cc : *Corrosion allowance*, m
D, D_v : Diameter, m
D_a : Diameter, m
D_d : Diameter target, m
D_w : Diameter *wire demister*, m
E_J : *Joint* efisiensi
F_{DP} : Faktor *pressure drop*
H : Tinggi demister, m
H_L : Tinggi *liquid*, m
H_{LN} : Jarak *top liquid* ke *nozzle*, m
H_{TN} : Jarak *top vessel* ke *nozzle*, m
H_V : Tinggi *vessel*, m
K_V : Konstanta Sistem
L_V : Panjang *vessel* horizontal, m
N_S : Bilangan separasi
P : Tekanan desain, bar
Q_G, Q_V : Laju alir uap, m³/jam
Q_L : Laju alir liquid, m³/jam
r_i : Jari-jari *Vessel*, m
S : *Working stress Allowable*, N/m²
t : Waktu tinggal, s
u : Kecepatan minimum, m/s
V_H : Volume *head*, m³
V_S : Volume *shell*, m³
V_V : Volume *vessel*, m³

W_G	: Laju alir uap, kg/jam
W_L	: Laju alir liquid, kg/jam
η_w	: <i>Fractional collection</i>
ρ_G	: Densitas uap, kg/m ³
ρ_L	: Densitas liquid, kg/m ³
ρ_w	: Densitas demister, kg/m ³

5. KOLOM DESTILASI

A	: Vessel area, m ²
A_a	: Active area, m ²
A_d	: Area downcomer, m ²
A_h	: Area, hole, m ²
A_n	: Area tower, m ²
C	: Faktor korosi yang diizinkan, m
C_{VO}	: Dry orifice coefficient, dimensionless
C_{sb}	: Kapasitas uap, m/det
D	: Diameter tower, m
D_s	: Designment space, m
E	: Joint efisiensi, dimensionless
E_o	: Overall tray pengelasan, dimensionless
e	: Total entrainment, kg/det
F	: Faktor flooding, dimensionless
F_{LV}	: Parameter aliran, dimensionless
f	: Faktor friksi
H	: Tinggi tower, m
HK	: Heavy Component
h_a	: Areated liquid drop, cm
h_f	: Height of froth, cm
h_{ow}	: Height liquid crast over weir, cm
h_w	: Tinggi weir, cm
L	: Tinggi liquid, m
LK	: Light component

P	: Tekanan desain, atm
Q	: Liquid bolometerik flowrate, m/det
Q _v	: Vapor bolometerik flowrate, m/det
R	: Rasio refluks, dimensionless
R _m	: Rasio refluks minimum
S	: Working stress, atm
S	: Plate teoritis pada aktual refluks
S _m	: Stage teoritis termasuk reboiler
U _v	: Vapour velocity, m/det
ρ _g	: Densitas gas, kg/m ³
ρ _l	: Densitas liquid, kg/m ³

6. KOMPRESOR

N	: Jumlah <i>stage</i>
P ₁	: Tekanan masuk, bar
P ₂	: Tekanan keluar, bar
P _w	: Power, hp
Q	: Volumetrik flowrate, ft ³ /menit
R _c	: Rasio kompresi
T ₁	: Temperatur masuk, °C
T _{2,3}	: Temperatur keluar, °C
W	: Laju alir massa, kg/jam
η	: Efisiensi, %

7. MIXING TANK

ρ _L	: Densitas liquid, kg/m ³
μ _L	: Viskositas liquid, kg/m.s
t	: waktu tinggal dalam <i>mixer</i> , Jam
V _{total}	: Volume total tangki (m ³)
f	: Faktor koreksi
V _E	: Volume Elipsoidal, m ³
H _s	: Tinggi silinder, m

h	: Tinggi tutup, m
H_T	: Tinggi total tangki, m
H_L	: Tinggi liquid, m
D_i	: Diameter impeller, m
H_i	: Tinggi impeller, m
W_b	: Lebar <i>baffle</i> , m
g	: Lebar <i>baffle</i> pengaduk, m
r	: Panjang blade pengaduk, m
rb	: Posisi <i>baffle</i> dari dinding tangki
P	: Tekanan design, kPa
r_i	: jari-jari vessel, in
S	: Working stress allowable, psi
E	: Joint efisiensi
C	: Korosi maksimum, in
ID	: <i>Inside diameter</i> , m
OD	: <i>Outside diameter</i> , m
$spgr$: Specific gravity
N	: Kecepatan pengadukan
N_{Re}	: Reynold Number
P	: Tenaga pengaduk, HP

8. POMPA

T	: Temperatur, K
ms	: <i>Flowrate</i> , lb/jam
ρ	: Densitas fluida, lb/ft ³
μ	: Viskositas, lb/ft. Hr
P_{uap}	: Tekanan uap, psi
Q_f	: Kapasitas pompa, ft ³ /s
m_f	: <i>Flowrate</i> dengan faktor keamanan, lb/min
D_{opt}	: Diameter dalam optimum pipa, in
ε	: <i>Equivalent roughness</i> , ft
f	: <i>Fanning factor</i>

A	: Luas penampang, ft ²
BHP	: <i>Brake Horse Power</i> , HP
g	: Percepatan gravitasi, ft/s ²
g_c	: Konstanta percepatan gravitasi, ft/s ²
H_f	: Total friksi, ft
H_{fs}	: <i>Skin friction loss</i> , ft. lbf/ lb
H_{fc}	: <i>Sudden contraction friction loss</i> , ft. lbf/ lb
H_{fe}	: Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft. lbf/ lb
H_{ff}	: Friksi karena fitting dan valve, ft. lbf/ lb
H_d, H_s	: <i>Head discharge, suction</i> , ft
ID	: <i>Inside diameter</i> , in
OD	: <i>Outside diameter</i> , in
K_c, K_e	: <i>Contaction, ekspansion contraction</i>
L	: Panjang pipa, ft
L_s	: Panjang ekuivalen pipa, ft
MHP	: <i>Motor Horse Power</i> , HP
$NPSH$: <i>Net Positive Suction Head</i> , ft .lbf/ lb
Q_f	: Laju alir volumetrik, ft ³ /s
N_R	: <i>Reynold Number, dimensionless</i>
V_s	: <i>Suction velocity</i> , ft/s
V_d	: <i>Discharge velocity</i> , ft/s
ΔP	: <i>Differential pressure</i> , psi
η	: Efisiensi pompa

9. REAKTOR

σ_A	: Diameter molekul A, m
σ_B	: Diameter molekul B, m
a''	: <i>Flow area</i> , m ²
A_f	: <i>Free area</i> , m ²
A_s	: <i>Area shell</i> , m ²
A_{tr}	: <i>Triangular area</i> (m ²)
BWG	: <i>Birmingham Wire Gauge</i>

C	: <i>Corrosion</i> maksimum, m
C _{AO}	: Konsentrasi reaktan mula-mula, kmol/m ³
D _e	: Diameter ekuivalen, m
d _p	: Diameter katalis, m
-dP/dL	: <i>Pressure drop across tube</i> , Pa/m
D _s	: Diameter <i>shell</i> , m
E	: Energi aktivasi
E _J	: <i>Joint</i> efisiensi
F _{AO}	: Jumlah feed mula-mula, kmol/jam
G _s	: fluks massa <i>shell</i> , kg/(m ² .s)
G _t	: fluks massa <i>tube</i> , kg/(m ² .s)
HR	: Tinggi <i>reaktor</i> , m
H _s	: Tinggi <i>head</i> , m
ID	: Inside Diameter (m)
ID	: Diameter dalam, m
K	: Konstanta Boltzmann : 1,30 x 10 ⁻²⁶ kJ/K
k	: Konstanta laju reaksi, m ³ /kmol s
L _T	: Tinggi <i>tube</i> , m
M _A	: Berat molekul A
M _B	: Berat molekul B
M _k	: Massa katalis, kg
N	: Bilangan avogadro : 6,203 . 10 ²³ molekul/mol
N _T	: Jumlah <i>tube</i>
N _u	: Bilangan Nusselt, tak berdimensi
OD	: Diameter luar, m
OD	: Outside Diameter (m)
P	: Tekanan desain, bar
P _r	: Bilangan Prandtl, tak berdimensi
P _t	: Tube pitch (m)
Q _f	: Volumetrik <i>flowrate</i> , m ³ /jam
R	: Konstanta gas ideal : 8,314 kJ/kmol.K

$-r_A$: Laju reaksi (kmol/m ³ s)
Re	: Bilangan Reynold, tak berdimensi
r_i	: Jari-jari <i>Vessel</i> , m
S	: <i>Working stress Allowable</i> , N/m ²
t	: Tebal dinding tanki, m
T	: Temperatur operasi, K
t	: Waktu tinggal, s
u_t	: Kecepatan fluida <i>tube</i> , m/s
V_f	: <i>Free volume area</i> , m ²
V_{HR}	: <i>Volume head reaktor</i> , m ³
V_k	: Volume katalis, m ³
V_R	: <i>Volume reaktor</i> , m ³
V_s	: Volume shell, m ³
V_t	: <i>Volume tube</i> , m ³
V_{Tr}	: <i>Volume tube reaktor</i> , m ³
W	: Laju alir massa, kg/jam
X	: Konversi
μ	: Viskositas, kg/m.hr
ρ	: Densitas, kg/m ³
ϕ	: porositas katalis

10. SILO TANGKI

G	: Laju Alir Massa, kg/jam
V_t	: Kapasitas tangki
ρ_s	: Densitas zat, kg/m ³
g	: Percepatan gravitasi, kg/m ³
d_{eff}	: Diameter efektif keluaran silo, m
H	: Tinggi tangki, m
h	: Tinggi <i>conical</i> , m
H_t	: Tinggi total tangki, m
D	: Diameter tangki, m
PD	: Tekanan desain silo tangki, psi

ts : Tebal silinder, in
P : Tekanan design, psi
r : Jari-jari kolom, ft
f : *Working stress allowable*, psia
E : *Welding Joint Efficiency*
C : Faktor korosi, in

11. TANGKI

Vs : Volume silinder, m³
ID : Inside Diameter, m
OD : Outside Diameter, m
H : Tinggi tangki, m
h : Tinggi *conical*, m
Ht : Tinggi total tangki, m
D : Diameter tangki, m
PD : Tekanan desain silo tangki, psi
ts : Tebal silinder, in
P : Tekanan design, psi
r : Jari-jari kolom, ft
f : *Working stress allowable*, psia
Ej : *Welding Joint Efficiency*
C : Faktor korosi, in

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	103
LAMPIRAN 2. PERHITUNGAN NERACA PANAS	159
LAMPIRAN 3. SPESIFIKASI PERALATAN	230
LAMPIRAN 4. PERHITUNGAN EKONOMI	639

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara berkembang mulai melakukan pembangunan di berbagai bidang. Pemerintah memilih untuk menitikberatkan pembangunan di bidang ekonomi demi mewujudkan masyarakat yang adil, makmur, dan sejahtera. Oleh karena itu, pemerintah mengeluarkan berbagai kebijaksanaan. Kebijaksanaan yang dikeluarkan tersebut bertujuan untuk mempermudah rakyat, pengusaha, dan pemerintah dalam menghadapi era persaingan pasar bebas. Salah satu cara untuk menghadapi era persaingan bebas tersebut ialah dengan memberikan kesempatan seluas-luasnya bagi para investor baik dalam negeri maupun luar negeri untuk menanamkan modalnya di Indonesia, misalnya pada sektor industri.

Salah satu bidang yang menjadi perhatian pemerintah ialah sektor industri. Tujuan dari sektor industri ialah untuk meningkatkan produksi dalam negeri, memperluas kesempatan kerja dan memperbaiki struktur ekonomi di berbagai bidang. Saat ini, kebutuhan bahan-bahan kimia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal inilah yang mendorong Indonesia untuk memproduksi bahan-bahan kimia yang dibutuhkan di dalam negeri, karena bahan-bahan kimia tersebut masih ada yang didatangkan dari luar negeri. Meskipun begitu, perkembangan industri kimia mengalami peningkatan yang cukup berarti baik kualitas maupun kuantitas.

Dimethyl Carbonate merupakan salah bahan baku kimia yang dibutuhkan di dalam negeri tetapi *dimethyl carbonate* tersebut masih didatangkan dari luar negeri. *Dimethyl carbonate* merupakan bahan kimia yang biasa digunakan sebagai material awal untuk sintesis organik dalam pembuatan obat-obatan di bidang kedokteran, bahan kimia untuk bidang pertanian, sebagai reaktan dalam produksi *pilyurethane* dan sebagai tambahan untuk tambahan bahan bakar kendaraan.

Perencanaan pabrik pembuatan *dimethyl carbonate* diharapkan dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor *dimethyl carbonate* dan memungkinkan juga untuk Indonesia mengimpor *dimethyl carbonate* keluar negeri. Dengan adanya pabrik *dimethyl carbonate* ini dapat membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat meningkatkan taraf kehidupan masyarakat Indonesia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

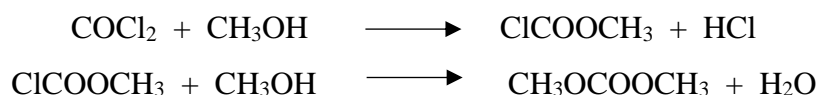
Pada awalnya, proses produksi *dimethyl carbonate* menggunakan fosgen dan metanol sebagai bahan baku dan HCl sebagai produk samping. Seiring dengan perkembangan zaman produk ini memiliki banyak kekurangan, salah satunya yaitu penggunaan fosgen yang sangat berbahaya dan beracun. Produksi *dimethyl carbonate* berbahan ramah lingkungan yang menggunakan proses karbonilasi oksidatif fase liquid dimulai pada tahun 1983. Proses ini digunakan oleh beberapa pabrik kimia di Italia, Jepang, dan Cina, yaitu Enichem Synthesis, Mitsui Toatsu Chemicals, dan Daicel Chemical. Pada tahun 1992, Meanwhile dan Ube Industries mengusahakan proses baru untuk produksi *dimethyl carbonate* dengan membangun *pilot plant dimethyl carbonate* dengan kapasitas 200-300 ton/tahun di Ube City Complex. Kemudian, dari *pilot plant* tersebut, direncanakan untuk memproduksi *dimethyl carbonate* secara komersial dalam skala pabrik.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan *Dimethyl Carbonate*

Pembuatan *dimethyl carbonate* terdiri atas 5 macam proses, yaitu:

1. *Methanol phosgenation*
 2. *Oxidative carbonylation of methanol*
 3. *Oxidative carbonylation of methanol via methyl nitrite*
 4. *Ethylene carbonate transesterification*
 5. *Urea Transesterification*
- 1.3.1. *Methanol Phosgenation*

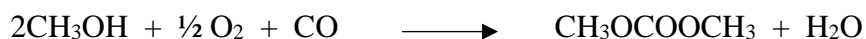
Pembuatan *dimethyl carbonate* dengan proses fosfogenasi dibagi atas dua tahap. Pada tahap pertama terjadi reaksi antara fosgen dan metanol yang menghasilkan metil kloroformat. Kemudian pada tahap kedua terjadi reaksi antara metil kloroformat dengan metanol menghasilkan *dimethyl carbonate*.



Proses ini berlangsung dalam jangka waktu yang lama dan berlangsung pada temperatur 72°C-172°C dengan tekanan sebesar 4-5 atm. Produk *dimethyl carbonate* yang dihasilkan memiliki kemurnian yang tinggi yaitu sebesar 98%.

1.3.2. *Oxidative Carbonylation of Methanol*

Proses ini berlangsung pada temperatur 100°C-150°C dan tekanan 20-30 atm dengan katalis CuCl₂. Proses pembuatan dimethyl carbonate dengan proses karbonilasi oksidatif metanol dilakukan dengan mereaksikan metanol, karbonmonoksida, dan oksigen dengan reaksi sebagai berikut:



1.3.3. *Oxidative Carbonylation of Methanol via Methyl Nitrit*

Proses ini berlangsung ini berlangsung pada temperatur 120°C dan pada tekanan 2,4 atm dengan katalis Palladium. Proses pembuatan dimethyl carbonate dengan proses ini terjadi dengan mereaksikan karbonmonoksida dan methyl nitrit dengan reaksi sebagai berikut:



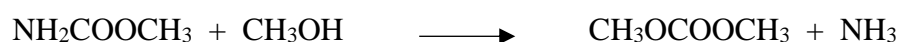
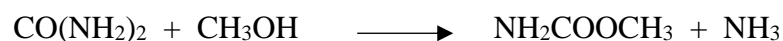
1.3.4. *Ethylene Carbonate Transesterification*

Proses berlangsung pada temperatur 150°C dan menggunakan katalis titanium silikat. Produk yang dihasilkan mempunyai kemurnian 90%. Proses ini mereaksikan antara metanol dan etilen karbonta dengan reaksi sebagai berikut:



1.3.5. *Urea Transesterification*

Proses ini mereaksikan urea dengan metanol dan menghasilkan *methyl carbonate* sebagai produk intermediet yang nantinya akan bereaksi lagi dengan metanol yang kemudian menghasilkan *dimethyl carbamate* dengan reaksi sebagai berikut:



Pada proses ini reaksi berlangsung pada temperatur 130°C-210°C dengan tekanan 20 atm. Produk *dimethyl carbonate* yang dihasilkan pada proses ini memiliki kemurnian sebesar 99%.

1.4. Sifat Fisika dan Sifat Kimia

Sifat-sifat suatu zat dapat dibagi menjadi sifat fisika dan sifat kimia. Sifat fisika dan sifat kimia yang dimiliki oleh suatu zat dapat membedakannya dari zat yang lain. Beberapa dapat mempunyai sifat fisika dan sifat kimia yang sama sehingga dapat dimasukkan ke dalam golongan yang sama. Sifat fisika dan sifat kimia suatu zat akan menentukan pemanfaatan zat kimia tersebut.

a. Metanol

Wujud	: Liquid
Rumus Molekul	: CH ₃ OH
Berat Molekul (g/mol)	: 32,042
Titik Didih (K)	: 337,85
Temperatur Kritis (K)	: 512,58
Tekanan Kritis (atm)	: 80,96
Densitas (g/cm ³)	: 0,792

(Sumber: *Yaws*, 1999)

b. Urea

Wujud	: Padat
Rumus Molekul	: H ₂ NCONH ₂
Berat Molekul (g/mol)	: 60,005
Titik Didih (K)	: 406
Temperatur Kritis (K)	: 705,00
Tekanan Kritis (bar)	: 90,50
Densitas (g/cm ³)	: 1,32

(Sumber: *Yaws*, 1999)

c. *Methyl Carbamate*

Wujud	: Liquid
Rumus Molekul	: C ₂ H ₅ NO ₂
Berat Molekul (g/mol)	: 75,067
Titik Didih (K)	: 450
Titik Leleh (K)	: 327
Temperatur Kritis (C)	: 660,0000
Densitas (g/cm ³)	: 1,1

(Sumber: *Yaws*, 1999)

d. *Dimethyl Carbonate*

Wujud	: Liquid
Rumus Molekul	: $\text{CO}(\text{OCH}_3)_2$
Berat Molekul (g/mol)	: 90,08
Titik Didih (K)	: 363,15
Titik Leleh (K)	: 276
Temperatur Kritis (K)	: 530,60
Densitas (g/cm^3)	: 1,07

(Sumber: *Yaws*, 1999)

e. *Amonia*

Wujud	: Liquid
Rumus Molekul	: NH_3
Berat Molekul (g/mol)	: 17,031
Titik Didih (K)	: 239,52
Titik Leleh (K)	: 195,26
Temperatur Kritis (K)	: 405,650

(Sumber: *Yaws*, 1999)

f. *Air*

Wujud	: Liquid
Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul (g/mol)	: 18
Titik Didih (K)	: 373,15
Temperatur Kritis (K)	: 647,13
Densitas (g/cm^3)	: 1

(Sumber: *Yaws*, 1999)

g. *Samarium Nitrat*

Wujud	: Padat
Rumus Molekul	: $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3$
Berat Molekul (g/mol)	: 336,3720
Titik Didih (K)	: 356,15
Temperatur Kritis (K)	: 520,00
Densitas (g/cm^3)	: 1,51

(Sumber: *Yaws*, 1999)

DAFTAR PUSTAKA

- Backhurst, J.R., & Harker, J.H. 1973. *Process Plant Design*. London: Heinemann Educational Books.
- Badan Pusat Statistik. 2013-2017. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*. Jakarta.
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (2005). *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design* (4th ed., Vol. VI).
- Felder, R. M., & Rousseau, R. W. (1978). *Elementary Principles of Chemical Processes* (3rd ed.). New York, New York: John Wiley & Sons.
- Geankoplis, C. J. (1993). *Transport Processes and Unit Operation 3rd Edition*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Ismail, S. (1999). *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Kern, D. Q. (1957). *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill International Edition.
- Kirk-Othmer. (1998). *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons.
- Levenspiel, O. (1999). *Chemical Reaction Engineering* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Mc. Ketta, John. 1983. *Encyclopedia of Chemical Process and Design, Cumene*. New York: Marshall Dekker Inc.
- Miligan, D., & Miligan, J. (2014). *Matches*. Retrieved September 2016, from matche.com: <http://matche.com/default.html>
- Peraturan Pemerintah. 2009. *Peraturan Pemerintah No. 24 Tahun 2009 Pasal 7*. (Online). <https://www.kemenperin.go.id> (Diakses pada Tanggal 2 Oktober 2018).
- Perry, R. H., Green, D. W., & Maloney, J. O. (1999). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (7th ed.). New York: McGraw-Hill Company.
- Peter, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics For Chemical Engineers* (4th ed., Vol. IV). New York: McGraw-Hill Book Company.

- Ranade, V., V. 2018. *Synthesis of Methyl Carbamate and Dimethyl Carbonate (DMC) in Presence of Stripping with Inert Gas or Superheated Vapours and Reactor for the Same*. US 9,920,000 B2
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbot, M. M. (2001). *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics* (6th ed.). Boston: McGraw Hill.
- Treybal, R. E. (1981). *Mass-Transfer Operation*. McGraw-Hill.
- Van Winkle, M. (1967). *Distillation*. New York: McGraw-Hill.
- Vilbrandt, F. C., & Dryden, C. E. (1959). *Chemical Engineering Plant Design* (4th ed., Vol. IV). New York: McGraw-Hill International Edition.
- Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.