

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN LITIUUM KARBONAT
KAPASITAS 44.000 TON/TAHUN**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Kimia
pada
Universitas Sriwijaya**



Tengku Rezky Yolanda

NIM 03031181621024

M. Harun

NIM 03031281621110

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN LITIUM KARBONAT
KAPASITAS 44.000 TON / TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh

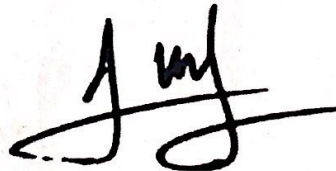
Tengku Rezky Yolanda

NIM. 03031181621024

M. Harun

NIM. 03031281621110

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

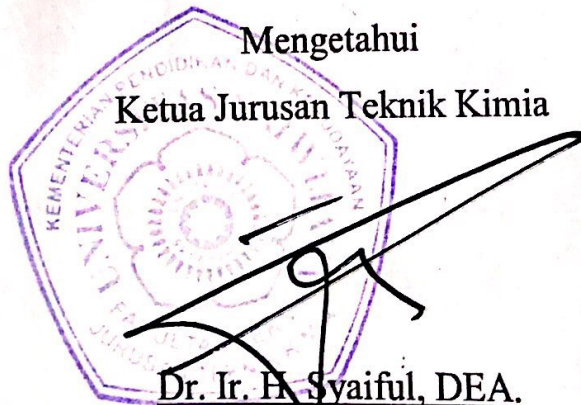


Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197505112000122001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.

NIP. 195810031986031003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Litium Karbonat dari Litium Klorida Kapasitas 44.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dikarenakan penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, yang dalam kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- 2) Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S. T., M. T., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Elda Melwita S.T, M.T, PhD selaku dosen pembimbing Tugas Akhir
- 4) Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Seluruh staff administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 6) Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan motivasi, saran, serta dukungan yang terbaik.

Penulis berharap tugas akhir ini agar dapat memberikan gambaran mengenai perancangan pabrik, serta dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan.

Palembang, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR NOTASI	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxvi
RINGKASAN	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	3
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan.....	4
1.3.1. Proses Karbonasi Litium Hidroksida dengan Logam Alkali Karbonat	4
1.3.2. Proses Karbonasi LiCl dengan NH ₃ dan CO ₂	5
1.3.3. Reaksi Amonium Bifluorida, Amonium Hirdoksida dan Kalsium Fluorida	4
1.3.4. Proses Kabonasi Litium Hidroksida dengan Karbon Dioksida	5
1.4. Sifat Fisika dan Kimia	5
1.4.1. Litium Klorida	6
1.4.2. Litium Hidroksida	6
1.4.3. Air	6
1.4.4. Litium Karbonat	6
1.4.5. Klorin	6
1.4.6. Hidrogen.....	7
1.4.7. Karbon Dioksida	7

BAB II PERENCANAAN PABRIK	8
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	8
2.2. Pemilihan Kapasitas	9
2.3. Pemilihan Bahan Baku.....	13
2.4. Pemilihan Proses	13
2.5. Uraian Proses	14
2.5.1. Persiapan Bahan Baku.....	14
2.5.2. Proses Pembentukan Litium Hidroksida.....	14
2.5.3. Proses Pembentukan Litium Karbonat.....	15
2.5.4. Proses Pemurnian Litium Karbonat	15
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	18
3.1. Lokasi Pabrik	18
3.2. Tata Letak Pabrik	21
3.3. Perkiraan Luas Tanah	24
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	25
4.1. Neraca Massa	25
4.1.1. Neraca Massa Mixing Tank – 01 (MT – 01)	25
4.1.2. Neraca Massa Reaktor – 01 (R – 01)	25
4.1.3. Neraca Massa Partial Condenser – 01 (PC – 01)	26
4.1.4. Neraca Massa Knock Out Drum – 01 (KOD – 01).....	26
4.1.5. Neraca Massa Partial Condenser – 02 (PC – 02)	26
4.1.6. Neraca Massa Knock Out Drum – 02 (KOD – 02).....	26
4.1.7. Neraca Massa Mixing Tank – 02 (MT – 02)	27
4.1.8. Neraca Massa Mixing Point (MP – 01).....	27
4.1.9. Neraca Massa Reaktor – 02 (R – 02)	27
4.1.10. Neraca Massa Partial Condenser – 03 (PC – 03).....	27
4.1.11. Neraca Massa Knock Out Drum – 03 (KOD – 03).....	28
4.1.12. Neraca Massa Rotary Drum Filter – 01 (RDF – 01).....	28
4.1.13. Neraca Massa Rotary Dryer– 01 (RD – 01).....	28
4.1.14. Neraca Massa Ball Mill – 01 (BM – 01).....	28

4.1.15. Neraca Massa Vibrating Screen– 01 (VS – 01)	29
4.2. Neraca Panas	30
4.2.1. Neraca Panas Mixing Tank – 01 (MT – 01)	30
4.2.2. Neraca Panas Heater – 01 (H – 01).....	30
4.2.3. Neraca Panas Heater – 02 (H – 02).....	30
4.2.4. Neraca Panas Reaktor – 01 (R – 01).....	31
4.2.5. Neraca Panas Partial Condenser – 01 (PC – 01).....	31
4.2.6. Neraca Panas Knock Out Drum – 01 (KOD – 01).....	31
4.2.7. Neraca Panas Partial Condenser – 02 (PC – 02).....	32
4.2.8. Neraca Panas Knock Out Drum – 02 (KOD – 02).....	32
4.2.9. Neraca Panas Mixing Tank – 02 (MT – 02)	32
4.2.10. Neraca Panas Heater – 03 (H – 03).....	32
4.2.11. Neraca Panas Mixing Point (MP – 01)	33
4.2.12. Neraca Panas Heater – 04 (H – 04).....	33
4.2.13. Neraca Panas Reaktor – 02 (R – 02).....	33
4.2.14. Neraca Panas Partial Condenser – 03 (PC – 03).....	33
4.2.15. Neraca Panas Knock Out Drum – 03 (KOD – 03).....	34
4.2.16. Neraca Panas Heater – 05 (H – 05).....	34
4.2.17. Neraca Panas Rotary Drum Filter – 01 (RDF – 01).....	34
4.2.18. Neraca Panas Chiller – 01 (CH – 01).....	34
4.2.19. Neraca Panas Rotary Dryer– 01 (RD – 01).....	35
4.2.20. Neraca Panas Rotary Cooler– 01 (RC – 01)	35
4.2.21. Neraca Panas Furnace – 01 (F – 01)	35
4.2.22. Neraca Panas Chiller – 02 (CH – 02).....	35
BAB V UTILITAS	36
5.1. Unit Pengadaan Air	36
5.1.1. Air Pendingin	36
5.1.2. Air Umpan Boiler.....	38
5.1.3. Air Proses	38
5.1.4. Air Domestik.....	39
5.1.5. Total Kebutuhan Air	40

5.2. Unit Pengadaan Refrigeran	41
5.3. Unit Pengadaan Steam	41
5.3.1. Steam Pemanas.....	41
5.3.2. Steam Penggerak Turbin.....	41
5.3.3. Total Kebutuhan Steam.....	43
5.4. Unit Pengadaan Listrik	43
5.4.1. Listrik untuk Peralatan	43
5.4.2. Listrik untuk Penerangan	44
5.4.3. Total Kebutuhan Listrik	45
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar	45
5.5.1. Bahan bakar Boiler	45
5.5.2. Bahan bakar keperluan generator.....	48
5.5.3. Bahan Bakar Furnace	48
5.5.4. Total Kebutuhan Bahan Bakar	49
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	50
6.1. Mixing Tank – 01 (MT – 01).....	50
6.2. Mixing Tank – 02 (MT – 02).....	51
6.3. Tangki – 01 (T – 01)	52
6.4. Tangki – 02 (T – 02)	53
6.5. Tangki – 03 (T – 03)	54
6.6. Silo – 01 (S – 01)	55
6.7. Silo – 02 (S – 02)	56
6.8. Screw Conveyor – 01 (SC – 01)	57
6.9. Screw Conveyor – 02 (SC – 02)	58
6.10. Screw Conveyor – 03 (SC – 03)	59
6.11. Screw Conveyor – 04 (SC – 04)	60
6.12. Screw Conveyor – 05 (SC – 05)	61
6.13. Screw Conveyor – 06 (SC – 06)	62
6.14. Screw Conveyor – 07 (SC – 07)	63
6.15. Screw Conveyor – 08 (SC – 08)	64
6.16. Vibrating Screen – 01 (VS – 01).....	65

6.17. Warehouse – 01 (WH – 01)	66
6.18. Rotary Drum Filter – 01 (RDF – 01)	67
6.19. Rotary Drier – 01 (RD – 01)	68
6.20. Rotary Cooler – 02 (RC – 02).....	69
6.21. Pompa – 01 (P – 01).....	70
6.22. Pompa – 02 (P – 02).....	71
6.23. Pompa – 03 (P – 03).....	72
6.24. Pompa – 04 (P – 04).....	73
6.25. Pompa – 05 (P – 05).....	74
6.26. Kompresor – 01 (K – 01)	75
6.27. Kompresor – 02 (K – 02)	76
6.28. Kompresor – 03 (K – 03)	77
6.29. Kompresor – 04 (K – 04)	78
6.30. Kompresor – 05 (K – 05)	79
6.31. Heater – 01 (H – 01).....	80
6.32. Heater – 02 (H – 02).....	81
6.33. Heater – 03 (H – 03).....	82
6.34. Heater – 04 (H – 04).....	83
6.35. Heater – 05 (H – 05).....	84
6.36. Furnace – 01 (F – 01)	85
6.37. Chiller – 01 (CH – 01)	86
6.38. Chiller – 02 (CH – 02)	87
6.39. Partial Condenser – 01 (PC – 01).....	88
6.40. Partial Condenser – 02 (PC – 02).....	89
6.41. Partial Condenser – 03 (PC – 03).....	90
6.42. Ball Mill – 01 (BM – 01)	91
6.43. Reaktor – 01 (R – 01)	92
6.44. Reaktor – 02 (R – 02)	93
6.45. Knock Out Drum – 01 (KOD – 01)	95
6.46. Knock Out Drum – 02 (KOD – 02)	96
6.47. Knock Out Drum – 03 (KOD – 03)	97

BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	98
7.1. Bentuk Perusahaan	98
7.2. Struktur Organisasi	98
7.2.1. Organisasi Fungsional	99
7.2.2. Organisasi Lini	99
7.2.3. Organisasi Garis dan Staf	99
7.3. Tugas dan Wewenang	100
7.3.1. Dewan Komisaris	100
7.3.2. Direktur	100
7.3.3. Manajer Teknik dan Produksi	100
7.3.4. Manajer Keuangan dan Pemasaran	101
7.3.5. Manajer Kepegawaian dan Umum	101
7.4. Sistem Kerja	102
7.4.1. Waktu Kerja Karyawan <i>Non-shift</i>	102
7.4.2. Waktu Kerja Karyawan <i>Shift</i>	102
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan	103
7.5.1. <i>Direct Operating Labor</i>	103
7.5.2. <i>Indirect Operating Labor</i>	104
BAB VIII ANALISA EKONOMI	108
8.1. Profitabilitas (Keuntungan)	108
8.1.1. Total Penjualan Produk	108
8.1.2. Perhitungan <i>Annual Cash Flow</i>	108
8.2. Lama Waktu Pengembalian Pinjaman	108
8.2.1. Perhitungan Depresiasi	109
8.2.2. Lama Pengangsuran Pengembalian Pinjaman	109
8.2.3. <i>Pay Out Time (POT)</i>	110
8.3. Total Modal Akhir	110
8.3.1. <i>Net Profit Over Total Life of Project (NPOTLP)</i>	110
8.3.2. <i>Total Capital Sink (TCS)</i>	110

8.4. Laju Pengembalian Modal	111
8.4.1. <i>Rate of Return on Investment (ROR)</i>	111
8.4.2. <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF-ROR)</i>	111
8.5. <i>Break Even Point (BEP)</i>	111
8.5.1. Model Matematis	111
8.5.2. Metode Grafis	112
BAB IX KESIMPULAN	115
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Sejarah dan Perkembangan Produksi Litium Karbonat	3
Tabel 2.1. Kebutuhan Litium Karbonat di Indonesia 2014-2018	9
Tabel 2.2. Kebutuhan Litium Karbonat di Malaysia 2014-2018	10
Tabel 2.3. Kebutuhan Litium Karbonat di China 2014-2018	12
Tabel 5.1. Total Kebutuhan Bahan Penunjang di Unit Utilitas	36
Tabel 5.2. Total Kebutuhan Air	40
Tabel 5.3. Total Kebutuhan Refrigeran.....	41
Tabel 5.4. Kebutuhan <i>Saturated Steam</i> 200 °C.....	41
Tabel 5.5. Total Kebutuhan Steam.....	43
Tabel 5.6. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	43
Tabel 5.7. Total Kebutuhan Bahan Bakar	49
Tabel 7.1. Pembagian Jadwal <i>Shift</i> Kerja Karyawan	103
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan	104
Tabel 8.1. Total Penjualan Produk.....	108
Tabel 8.2. Rincian Angsuran Pengembalian Pinjaman	109
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Alir Proses Pabrik Pembuatan Litium Karbonat	17
Gambar 3.1. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Banten.....	21
Gambar 3.2. <i>Layout</i> Pabrik	23
Gambar 3.3. Lokasi Pabrik Berdasarkan Google Earth	24
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	107
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i>	113

DAFTAR NOTASI

1. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan
D	= Diameter tangki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless
He	= Tinggi head, m
Hs	= Tinggi silinder, m
Ht	= Tinggi total tangki, m
P	= Tekanan Desain, atm
S	= Working stress yang diizinkan, Psia
T	= Temperatur Operasi, K
V_h	= Volume ellipsoidal head, m^3
V_s	= Volume silinder, m^3
V_t	= Volume tangki, m^3
W	= Laju alir massa, kg/jam
ρ	= Densitas, kg/m^3

2. SILO

C	= Faktor korosi, in
D	= Diameter <i>shell</i> , ft
d	= Diameter ujung konis, ft
E	= <i>Welded joint efficiency</i>
F	= <i>Allowance stress</i> , psi
h	= Tinggi silo, ft
G	= Laju Alir Massa, kg/s
g	= Percepatan Gravitasi, m/s^2
P	= Tekanan, atm
T	= Temperatur, K
V_t	= Volume tangki, m^3
W_s	= Laju alir massa, kg/jam

α	= <i>angle of repose</i>
ρ	= Densitas, kg/m ³
θ	= Sudut Silo

3. MIXING TANK

C	= Korosi yang diizinkan, m
E	= Effisiensi pengelasan, dimensionless
S	= Working stress yang diizinkan, psi
D_t	= Diameter tanki, m
D_i	= Diameter pengaduk, m
H_i	= Tinggi pengaduk dari dasar tanki
H_l	= Tinggi pengaduk
W	= Lebar daun impeller
L	= Panjang daun impeller
V_s	= Volume silinder, m ³
V_e	= Volume ellipsoidal, m ³
t_h	= Tebal tanki, m
N_t	= Jumlah pengaduk
P	= Densitas liquid
μ	= Viscosity, cP
t_m	= waktu pengadukan, menit

4. REAKTOR

C_{A_0}	= konsentrasi awal umpan masuk, kmol/m ³
C	= Tebal korosi yang diizinkan, atm
D_K	= Diameter katalis, cm
F_{A_0}	= Laju alir umpan, kmol/jam
H_r	= Tinggi Reaktor, m
ID	= Inside Diameter, m
k	= Konstanta laju reaksi, m ³ /kmol.s
N	= Bilangan Avogadro

OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
Q_f	= Volumetric Flowrate Umpan
Re	= Bilangan Reynold
S	= Working Stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur. °C
t	= Tebal dinding vessel
V_t	= Volume reaktor, m ³
X	= Konversi
ρ	= Densitas
σ	= Diameter Partikel, cm
E°	= Potensial sel, V
V	= Tegangan, V
I	= Muatan Arus Listrik, A
P	= Power, Hp
R	= Hambatan, Ω
ρ	= resistivity , Ωm
L	= jarak kutub, m
A	= luas elektroda, m ²
k	= electrical conductivities

5. ROTARY DRUM FILTER

t	= Ketebalan cake, cm
W	= Dry cake weight, kg dry cake/(m ² x rev)
f	= Waktu pembentukan, menit
CT	= Cycle time, rpm
A	= Area Filtrasi , m ²
P	= Daya, Hp
D	= Diameter, m
F	= Laju alir umpan, kg/jam

Δ	= CT x kecepatan gravitasi
L	= Panjang drum

6. KNOCK OUT DRUM

A	= Vessel Area Minimum, m ²
C	= Corrosion maksimum, in
D	= Diameter vessel minimum, m
E	= Joint efisiensi
H _L	= Tinggi liquid, m
H _t	= Tinggi vessel, m
P	= Tekanan desain, psi
Q _v	= Laju alir volumetric massa, m ³ /jam
Q _L	= Liquid volumetric flowrate, m ³ /jam
S	= Working stress allowable, psi
t	= tebal dinding tangki, m
U _v	= Kecepatan uap maksimum, m/s
V _t	= Volume Vessel, m ³
V _h	= Volume head, m ³
V _t	= Volume vessel, m ³
ρ	= Densitas, kg/m ³
μ	= Viskositas, cP
ρ_g	= Densitas gas, kg/m ³
ρ_l	= Densitas liquid, kg/m ³

7. SCREW CONVEYOR

ρ	= Densitas bahan, lb/ft ³
Q	= volumetric flowrate, ft ³ /jam
W	= Laju alir massa, kg/jam

8. ROTARY DRYER, ROTARY COOLER

C _p	= Kapasitas panas udara, kkal/kg°C
----------------	------------------------------------

D	= Diameter dryer, m
F	= Jumlah sayap
G _s	= Jumlah udara yang digunakan, lb/jam
L	= Panjang dryer, m
L _f	= Panjang flight
N	= Jumlah putaran
P	= Power dryer, HP
S _s	= Jumlah produk yang dikeringkan, lb/jam
t ₁	= Temperatur umpan masuk, °F
t ₂	= Temperatur umpan keluar, °F
t _w	= Temperatur wet bulb, °F
T _{G1}	= Temperatur udara masuk, °F
T _{G2}	= Temperatur udara keluar, °F
U _d	= Overall heat transfer area, lb/ft ² jam
θ	= Time of retention, jam

9. FURNACE

A	= Luas tube, ft ²
A _{cp}	= Cold plate area, ft ²
A _{cpw}	= Cold plate area tube wall, ft ²
Art, a	= Luas area radian section, luas tube, ft ²
é	= Emisivitas
F	= Faktor seksi konveksi
G	= Mass velocity pada minimum cross section, lb/s.ft ²
L	= Panjang tube, ft
L _{beam}	= Mean beam length, ft
N _t	= Jumlah tube
OD	= Diameter luar tube, in
Q _n	= Net heat release, Btu/jam
q _L	= Tube heat loss
q _r	= Radian duty, Btu/jam

t_f, t_t = Temperatur fluida, temperatur dinding, °F
 ρ_g = Densitas fuel gas, lb/ft³

10. HEATER, PARTIAL KONDENSOR, CHILLER

A = Area perpindahan panas, ft²
 C = Clearance antar tube, in
 D = Diameter dalam tube, in
 D_e = Diameter ekivalen, in
 f = Faktor friksi, ft²/in²
 G_s = Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft²
 G_t = Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam.ft²
 g = Percepatan gravitasi
 h = Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft².°F
 h_i, h_{io} = Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
 jH = Faktor perpindahan panas
 k = Konduktivitas termal, Btu/jam.ft².°F
 L = Panjang tube, pipa, ft
 LMTD = Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
 N_t = Jumlah tube
 P_T = Tube pitch, in
 ΔP_r = Return drop sheel, Psi
 ΔP_s = Penurunan tekanan pada shell, Psi
 ΔP_t = Penurunan tekanan tube, Psi
 ID = Inside Diameter, ft
 OD = Outside Diameter, ft
 ΔP_T = Penurunan tekanan total pada tube, Psi
 Q = Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
 R_d = Dirt factor, Btu/jam.ft².°F
 R_e = Bilangan Reynold, dimensionless
 s = Specific gravity
 T₁, T₂ = 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 ² .°F
W_1	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
W_2	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= Viscositas, cp

11. POMPA

A	= Area alir pipa, 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, 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 _m /lb _f)
H_{fe}	= Sudden expansion friction loss (ft lb _m /lb _f)
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 volumeterik
V_f	= Kapasitas pompa, lb/jam
V	= Kecepatan alir
ΔP	= Beda tekanan, Psi

13. KOMPRESOR

C_{fm}	= Cubic feed per menit
k	= Spesific heat
N_s	= Jumlah stage
P_w	= Power yang dibutuhkan, HP
P	= Tekanan, Psi
R_c	= Ratio P_{out}/P_{in} , dimensionless
R_{ct}	= ratio kompresi per stage, dimensionless
W	= Laju feed
ρ_v, ρ_l	= Densitas gas, liquid, kg/m^3

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	116
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN NERACA PANAS	148
LAMPIRAN 3 SPESIFIKASI PERALATAN	198
LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN EKONOMI.....	372

RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN LITIUM KARBONAT DARI LITIUM KLOORIDA DENGAN KAPASITAS 44.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2020

M. Harun dan Tengku Rezky Yolanda; Dibimbing oleh Elda Melwita S.T. M.T. Ph.D.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxvii + 408 halaman, 16 tabel, 6 gambar, 4 lampiran

RINGKASAN

Pabrik pembuatan litium karbonat dengan kapasitas produksi 44.000 ton/tahun ini direncanakan berdiri pada tahun 2025 di Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 6 Ha. Bahan baku dari pembuatan litium karbonat ini adalah litium klorida, air, dan karbon dioksida. Proses pembuatan litium karbonat ini mengacu pada US Patent No. 2015/9,034,295 B2 dengan proses elektrolisis litium klorida dan air membentuk litium hidroksida, dan proses karbonasi dengan karbon dioksida membentuk produk litium karbonat. Reaktor pertama berjenis reaktor sel elektrokimia dan reaktor kedua adalah reaktor jenis *continuous stirred tank reactor*. Reaktor pertama beroperasi pada temperatur 90°C dan tekanan 1 atm sedangkan reaktor kedua beroperasi pada temperatur 95°C dan tekanan 18,73 atm.

Bentuk perusahaan yang akan digunakan pada pabrik ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line* dan *Staff*, dipimpin oleh seorang Direktur dengan total karyawan 108 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik litium karbonat ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi berbagai macam persyaratan parameter ekonomi, yaitu sebagai berikut:

- *Total Capital Investment (TCI)* = US \$ 136.277.319
- Total Penjualan = US \$ 540.696.595
- *Total Production Cost (TPC)* = US \$ 418.957.735
- *Annual Cash Flow* = US \$ 65.221.284
- *Pay Out Time* = 2,02 Tahun
- *Rate Of Return On Investment (ROR)* = 40,13%
- *Break Even Point (BEP)* = 39,25%
- *Service Life* = 11 Tahun

Kata Kunci: Litium Karbonat, Sel Elektrokimia, *Continous Stirred Tank Reactor*, Perseroan Terbatas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendirian suatu industri kimia merupakan salah satu parameter yang menjadi indikator perkembangan ekonomi pada suatu negara, khususnya Indonesia. Indonesia merupakan negara yang sampai saat ini masih melakukan kegiatan impor senyawa litium karbonat. Menurut UN Comtrade (International Trade Statistics Database) kebutuhan litium karbonat di Indonesia cenderung terus meningkat dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2018, dimana pada tahun 2016 kegiatan impor tertinggi litium karbonat mencapai 160.094 kg/tahun, dan diperkirakan kebutuhan lithium karbonat pada tahun 2025 adalah 211.874,4 ton/tahun.

Selain itu, negara-negara lain di Asia juga melakukan kegiatan impor senyawa litium karbonat. Menurut UN Comtrade (International Trade Statistics Database), negara Asia Tenggara yang melakukan kegiatan impor tertinggi yaitu negara Malaysia pada tahun 2018 sebesar 621.381 kg/tahun. Sementara negara Asia lainnya yang melakukan kegiatan impor litium karbonat dalam jumlah yang besar adalah negara China, yaitu pada tahun 2018 sebesar 31.632.616 kg/tahun.

Litium karbonat merupakan senyawa kimia yang digunakan secara luas dan beragam, sebagai contoh litium karbonat dapat digunakan sebagai bahan campuran dari kaca tahan panas atau kaca optikal, material keramik, bahan baku baterai berbasis litium (Kawata dkk., 2017). Selain itu, litium karbonat juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran semen agar kualitas semen lebih cepat mengeras. Dalam dunia medis, litium karbonat digunakan sebagai pelarut batuan baru dalam kandung kemih, beberapa terapi penyakit, dan pengobatan maniak (Wikipedia, 2017).

Litium karbonat telah digunakan sebagai salah satu komponen bahan baku pembuatan baterai berbasis litium yang telah dikembangkan dan diproduksi oleh PT. Energizer, dimana baterai litium 33% lebih ringan dibandingkan baterai alkali dan mengurangi limbah. Menurut (Albright, 2012) menyebutkan bahwa pada saat ini baterai litium merupakan baterai yang lebih baik untuk digunakan dalam

berbagai situasi, khususnya iklim panas (seperti Indonesia) dan baterai litium memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan baterai *lead acid*.

Selain itu, litium karbonat juga dibutuhkan dalam keperluan obat-obatan, khususnya obat anti mania atau kesehatan jiwa seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Secara global, sekitar 450 juta manusia menderita gangguan jiwa (WHO, 2012) dan hasil penelitian menyatakan prevalensi gangguan jiwa di seluruh Indonesia yaitu sebesar 11,6% dari populasi dewasa (RISKESDAS, 2007).

Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa kebutuhan akan litium karbonat sebagai bahan baku pembuatan dan perkembangan baterai berbasis litium, obat-obatan, serta kebutuhan lainnya akan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Litium karbonat merupakan salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di Indonesia dan beberapa negara di Asia. Oleh sebab itu, ditinjau dari kegiatan impor yang masih dilakukan oleh negara Indonesia tersebut, dapat dikatakan bahwa pembangunan industri litium karbonat memiliki potensi untuk terus berkembang bahkan dapat memonopoli pasar dalam menghasilkan ketersediaan bahan baku litium karbonat agar kebutuhan litium karbonat di dalam negeri terpenuhi, dan kegiatan impor yang dilakukan Indonesia akan berkurang, serta dapat meningkatkan kegiatan ekspor ke beberapa negara di Asia.

Dari penjelasan yang telah diuraikan di atas, maka disusunlah sebuah skripsi mengenai pra rencana pabrik pembuatan litium karbonat berbasis reaksi karbonasi dengan bahan baku utama litium klorida, dan karbon dioksida.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Tabel 1.1. Sejarah dan Perkembangan Produksi Litium Karbonat

Tahun	Nama	Keterangan
1961	Harold Mazza, Whittier, Robert L. Craig, San Antonio, dan Herbert R. Foster	Memproduksi litium karbonat secara langsung dari litium hidroksida monohidrat. Prosesnya meliputi karbonasi larutan litium hidroksida dengan menggunakan logam alkali karbonat (seperti Na atau K) sebagai pembawa CO ₂ .
2012	Harrison Stephen dan Blanchet Robert	Memproduksi litium karbonat dari litium klorida sebagai reaktan utama. Proses yang

		terjadi adalah mengelektrolisis litium klorida hingga membentuk litium hidroksida. Litium hidroksida selanjutnya direaksikan dengan karbon dioksida pada temperatur rendah hingga membentuk litium bikarbonat. Litium karbonat digenerasikan dengan memanaskan litium bikarbonat pada temperatur 80-100°C.
2016	Masanobu Kawata, Hirohumi Tanaka, Kohei Mitsuhashi, Ryo, Kawaraburi, Youchi Yamamoto, Keita Kamiyama, Atsushi Moriya, dan Norifumi Sakai	Memproduksi litium karbonat dari <i>brine</i> yang mengandung litium sebagai reaktan utama. <i>Pretreatment</i> bahan baku yang terjadi diantaranya adalah <i>evaporating concentrating step, desulfurizing step, electro dialysis step</i> . Penemuan ini memperoleh CO ₂ dari kalsinasi <i>limestone</i> . Reaksi: $2\text{LiCl} + 2\text{NH}_4\text{OH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
2015	Harrison Stephen	Memproduksi litium karbonat dengan bahan baku litium klorida yang dielektrolisis untuk menghasilkan litium hidroksida. Litium hidroksida kemudian dikarbonasi dengan karbon dioksida pada suhu 95°C sehingga membentuk litium karbonat.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Litium Karbonat

Litium karbonat dapat dibuat dengan berbagai proses, berikut ini adalah beberapa proses pembuatan litium karbonat, diantaranya adalah:

1. Proses karbonasi litium hidroksida dengan logam alkali karbonat
2. Proses karbonasi litium klorida dengan larutan amonia dan karbon dioksida
3. Proses karbonasi litium hidroksida dengan karbon dioksida

1.3.1. Proses Karbonasi Litium Hidroksida dengan Logam Alkali Karbonat

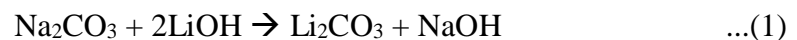
Pada proses ini digunakan larutan litium hidroksida monohidrat sebagai bahan baku utamanya. Di dalam sebuah reaktor, LiOH (97% *assay*) dilarutkan dengan air. Larutan dipanaskan sampai 100°C dan ketika seluruh LiOH larut,

kemudian ditambahkan larutan Na_2CO_3 22,5%. Setelah penambahan larutan Na_2CO_3 , kemudian air diuapkan dengan cara *submerged combustion*.

Secara simultan, NaOH terbentuk selama reaksi karbonasi oleh karbon dioksida dalam gas buangan *burner*, dimana operasi sebelumnya memakan waktu tiga jam. Karena *burner* dari *submerged combustion* tidak menyediakan cukup karbon dioksida untuk proses karbonasi, gas buang tambahan digunakan untuk melengkapi ketidakterseediaannya karbon dioksida. Kemudian, *slurry* dilakukan pengendapan dan cairan bening dituangkan untuk mengatur kepadatan lumpur ke 20 persen berat yang diinginkan.

Litium karbonat (padatan basah) kemudian dipisahkan dari cairan yang tersisa dengan cara disentrifugasi. Operasi ini dilakukan pada sekitar 80 sampai 90°C . Padatan dicuci dengan air dan air pencuci dikombinasikan dengan filtrat. Filtrat yang diencerkan digunakan untuk karbonat *batch* berikutnya. Padatan yang telah dicuci kemudian dikeringkan pada suhu 50 sampai 600°C (120°C yang biasa dipilih).

Reaksi yang terjadi pada proses karbonasi litium hidroksida dengan natrium karbonat adalah:



1.3.2. Proses Karbonasi (LiCl dengan NH_3 dan CO_2)

Pada proses ini digunakan bahan baku berupa larutan litium klorida yang berasal dari *brine* (yang mengandung litium). Proses tersebut terdiri dari tahapan *pretreatment*, tahapan karbonasi, *recovery*, separasi, dan purifikasi. Metode produksi litium karbonat ini memiliki reaksi utama sebagai berikut.

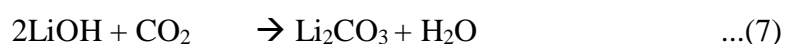


Karbon dioksida yang digunakan berasal dari proses kalsinasi *limestone*, dimana reaksi tersebut terjadi pada temperatur 800 sampai 1.500°C . Proses tersebut menghasilkan gas karbon dioksida yang digunakan pada reaksi karbonasi yang direaksikan dengan larutan amonia dan litium klorida yang merupakan bahan baku utama. Reaksi karbonasi pada reaktor terjadi pada temperatur 60°C . Selain itu,

terdapat proses absorpsi amonia sebelumnya, untuk menghasilkan larutan amonia. Waktu absorpsi amonia terjadi selama 0,42 jam sementara reaksi karbonasi terjadi selama 2,5 jam.

1.3.3. Proses Karbonasi Litium Hidroksida dengan karbon dioksida

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah larutan litium klorida. Litium klorida berasal dari *brine resources*. Metode produksi litium karbonat ini memiliki waktu produksi yang lebih efisien, dan sangat baik dibandingkan proses-proses sebelumnya. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah sebagai berikut.



Proses ini memiliki dua tahapan yaitu elektrolisis litium klorida menjadi litium hidroksida. Proses tersebut menghasilkan produk samping berupa gas klorin dan gas hidrogen. Tahapan selanjutnya ialah mereaksikan litium hidroksida dengan karbon dioksida yang akan menghasilkan litium karbonat dan produk samping berupa air. Reaksi karbonasi pada reaktor terjadi pada suhu 95°C.

1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia

Sifat fisik dan kimia senyawa-senyawa baik bahan baku maupun produk (utama dan samping) yang dihasilkan, sebagai berikut:

1.4.1. Litium Klorida

Rumus kimia	: LiCl
Massa molar	: 42,39 g/mol
Wujud	: <i>white solid hygroscopic, sharp</i>
Titik lebur	: 605°C
Titik didih	: 1.328°C
Kelarutan	: Larut dalam air, hidrazin, butanol, propanol

(Sumber : *Material Safety Data Sheet*)

1.4.2. Litium Hidroksida

Rumus kimia	: LiOH
Massa molar	: 23,948 g/mol
Wujud	: <i>white solid hygroscopic, sharp</i>
Titik lebur	: 473 °C

Titik didih : 1626 °C
Kelarutan : Larut dalam air, hidrazin, butanol, propanol
(Sumber : *Material Safety Data Sheet*)

1.4.3. Air

Rumus Molekul : H₂O
Massa molar : 18.01 g/mol
Wujud : Cair pada suhu kamar
Titik didih : 100°C
Titik beku : -0°C
Kelarutan : -

(Sumber : *Material Safety Data Sheet*)

1.4.4. Litium Karbonat

Rumus kimia : Li₂CO₃
Massa molar : 73,89 g/mol
Wujud : Bubuk putih
Titik lebur : 720°C (1.328°F)
Titik didih : 1.310°C (2.390°F)
Kelarutan : Larut dalam air

(Sumber : *Material Safety Data Sheet*)

1.4.5. Klorin

Rumus kimia : Cl₂
Massa molar : 70,9 g/mol
Wujud : Gas
Titik leleh : -101°C
Titik didih : -34°C

(Sumber : *Material Safety Data Sheet*)

1.4.6. Hidrogen

Rumus kimia : H₂
Massa molar : 2,02 g/mol
Wujud : Gas

Titik leleh : -259,15°C

Titik didih : -253°C

(Sumber : *Material Safety Data Sheet*)

1.4.7. Karbon Dioksida

Rumus molekul : CO₂

Massa molar : 44,0095 g/mol

Wujud : Gas

Titik leleh : -57°C

Titik didih : -78°C

(Sumber : *Material Safety Data Sheet*)

DAFTAR PUSTAKA

- Albright, G. 2012. *A Comparative of Lead Acid to Lithium-Ion in Stationary Storage Applications*. New York: AllCell Technologies LLC.
- Anonim. "Lithium Chloride Powder 99,5 % LiCl". (Online). https://www.alibaba.com/product-detail/Lithium-Chloride-Powder-99-5-LiCl_1348425469.html?spm=a2700.7724857.main07.37.5c842467CMFLYq&s=p (Diakses pada Tanggal 23 Juni 2020).
- Anonim. "Lithium Carbonate". (Online). <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/top-quality-lithium-carbonate-cas-no-554-13-2-with-reasonable-price-and-fast-delivery--60279937840.html?spm=a2700.8698675.29.41.64f52554xBFG5d> (Diakses pada Tanggal 23 Juni 2020).
- Austin, D. G. 1979. *Chemical Engineering Drawing Symbols*. New York: John Wiley & Sons.
- Bank Indonesia. 2020. *Suku Bunga Penjaminan*. (Online). <https://www.bi.go.id/id/moneter/suku-bunga-penjaminan/Contents/Default.aspx>. (Diakses pada Tanggal 23 Juni 2020).
- Bard, A.J., Parsons, R., dan Jordan, J. 1985. *Standard Potentials in Aqueous Solution*. New York : Marcel Dekker.
- Branan, C. R. 2005. *Rules of Thumb for Chemical Engineers 4th Edition*. United States of America: Elsevier Inc. All rights reserved.
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New York.
- Capitaine, L. S. dan Carlson, C. 2020. Rotary Dryer. (Online). <https://feeco.com/category/thermal-processing/rotary-dryers/> (Diakses pada Tanggal 07 Juli 2020).
- Couper, J. R., Penney, W. R., James, dan Walas, S. M. 2010. *Chemical Process Equipment Selection and Design Edisi 2*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Evans, J. E., dan Lobo, W. E. 1939. *Heat Transfer in the Radiant Section of Petroleum Heaters*. New York: Kellogg Company.

- Felder, R. M. dan Rousseau, R. W. 2005. *Elementary Principles of Chemical Engineering 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Fuller, T. 2007. *Proton exchange membrane fuel cells*. USA: The Electrochemical Society inc.
- Fogler, S. H. 2004. *Element of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Harrison. 2013. Preparation Of Lithium Carboate From Lithium Chloride Containing Brines. United States Patent, 8,435,468 B2.
- Harrison. 2015. Preparation Of Lithium Carboate From Lithium Chloride Containing Brines. United States Patent, 9,034,295 B2.
- Holland F.A., dan Chapman F.S. 1966. *Liquid Mixing and Processing in Stirred Tanks*. United Kingdom: Reinhold Publishing Corp.
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang.
- Ilmusipil.com. 2020. *Harga Borong Bangunan per Meter Persegi*. (Online). <http://www.ilmusipil.com/harga-borong-bangunan-per-meter-persegi>. (Diakses pada 23 Juni 2020).
- Index Mundi. 2020. *Indonesian Liquefied Natural Gas Monthly Price – US Dollars per Million Metric British Thermal Unit*. (Online). <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=indonesian-liquefied-natural-gas&months=60>. (Diakses pada 23 Juni 2020).
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Third Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Matches Engineering. 2020. *Equipment Cost*. (Online). www.matche.com. (Diakses pada 20 Juni 2020).
- Mazza, H., Whittier, Craig, R. L., dan Foster, H. R. 1961. *Manufacturing of Lithium Carbonate*. United States Patent. US 3 007 771.
- McCabe, W. L., 1995. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.

- McCleskey, R. B. 2011. *Journal of Chemical & Engineering Data*, Vol. 56, No. 2, 2011. *Electrical Conductivity of Electrolytes Found In Natural Waters from (5 to 90) °C* R. Blaine McCleskey
- MSDS. "Material Safety Data Sheet Listing". (Online). <https://www.sciencelab.com/msdsList.php> (Diakses pada 5 April 2020).
- Peraturan Pemerintah No. 24 Tahun 2009. Kawasan Industri.
- Peraturan Daerah No. 4 Tahun 2012. Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Tangerang Tahun 2015.
- Perry, R. H., dan Green, D. W. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition*. New York: McGraw-Hill
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 8th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co
- Perry, R. H. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. United States of America. The McGraw Hill Companies.
- Peters, M.S. dan K.D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- PT. Energizer. "Baterai Litium Mutakhir". (Online). energizer.asia/id-id/home/articles/?type=battery. (Diakses pada 30 Januari 2020).
- Riset Kesehatan Dasar. 2007. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta: Departemen Kesehatan, Republik Indonesia.
- Rumah.com. 2013. *Situs Properti Terdepan di Indonesia*. (Online). <http://www.rumah123.com>. (Diakses pada Tanggal 10 Juni 2020)
- Rushton, A. 1982. *The Selection and Use of Liquid/Solid Separation Equipment*. England: Institute of Chemical Engineers.
- Schmidt, L. D. 1998. *The Engineering of Chemical Reactions*. New York: Oxford University Press.
- Sinnot, R. K. 1991. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 2, Fifth Edition: Chemical Engineering Design*. Elsevier Butterworth-Heinemann: Oxford

- Sinnot, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Fourth Edition: Chemical Engineering Design*. Elsevier Butterworth-Heinemann: Oxford
- Smith, J.M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Tanaka, Y. 2007. "*Ion Exchange Membrane Fundamental*". United States of America: Elsevier Inc. All rights reserved.
- Treyball, R.E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- The Engineering Toolbox. 2020. *Engineering ToolBox*. (Online). <https://www.engineeringtoolbox.com/>. (Diakses pada 25 Juni 2020).
- UN Comtrade. "International Trade Statistics Database". (Online). <https://comtrade.un.org>. (Diakses pada Tanggal 12 Januari 2020).
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1995. Tentang Perseroan Terbatas. (Online). <https://www.bphn.go.id/data/documents/95uu001.pdf>. (Diakses pada Tanggal 12 April 2020).
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003. Tentang Ketenagakerjaan. (Online). http://www.kemenperin.go.id/kompetensi/UU_13_2003.pdf. (Diakses pada Tanggal 12 April 2020).
- Vataruk, W. M., Hall, R. S., dan Matley, J. 2002. Estimating Process Equipment Costs. *Chemical Engineering Journal*. Vol. 95, Hal. 66.
- Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth-Heinemann: New York.
- World Health Organization. "Definisi Sehat WHO".(Online). www.who.int (Diakses pada Tanggal 10 Maret 2020).
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.