



## HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN LITIUUM KARBONAT  
KAPASITAS 27.000 TON/TAHUN

### SKRIPSI


Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:


Dian Firdaus	03031281419075
Khorim Ahmed Nazer	03031281419101

Palembang, Mei 2018

Pembimbing

  
Ir. Farizil Aziz, MPL  
NIP. 195411231984031001

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 Litium Karbonat Kapasitas 27.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Dian Firdaus dan Khorim Ahmed Nazer dihadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Mei 2018.

Palembang, Mei 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi


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

(  )

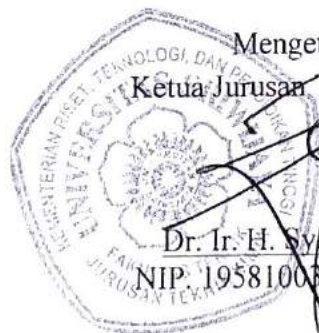
2. Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M. T.  
NIP. 195608311984032002


(  )

3. Dr. Fitri Hadiah, S. T., M. T.  
NIP. 197808222002122001

(  )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



  
Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810061986031003

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Firdaus  
NIM : 03031281419075  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Litium Karbonat  
Kapasitas 27.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Khorim Ahmed Nazer** 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.



Palembang, Mei 2018

  
**Dian Firdaus**  
NIM. 03031281419075

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Khorim Ahmed Nazer  
NIM : 03031281419101  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Litium Karbonat  
Kapasitas 27.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Dian Firdaus 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.



Palembang, Mei 2018

  
Khorim Ahmed Nazer  
NIM. 03031281419101

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah swt, karena berkat limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Pra Rencana Pabrik Pembuatan Litium Karbonat dengan Kapasitas 27.000 Ton/Tahun**” dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya sebagai salah satu syarat kurikulum tingkat Sarjana Strata Satu (S1).

Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan atas bimbingan dan bantuan yang diberikan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, terima kasih diberikan kepada:

1. Bapak Ir. Tamzil Aziz, MPL, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Ir. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S. T., M. T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
4. Ibu Ir. Rosdiana Moeksin, M. T., dan Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S. T., M. T., selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Para bapak dan ibu dosen yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan doa dan dukungan sehingga Tugas Akhir dapat berjalan dengan lancar.

Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca sebagaimana mestinya.

Inderalaya, Mei 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERBAIKAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxvii
<b>ABSTRAK DAN RINGKASAN</b> .....	xxviii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan .....	3
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Litium Karbonat .....	4
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia.....	8
<b>BAB 2 PERENCANAAN PABRIK</b> .....	11
2.1. Alasan Pendirian Pabrik .....	11
2.2. Pemilihan Kapasitas .....	12
2.3. Pemilihan Bahan Baku .....	16
2.4. Pemilihan Proses .....	16
2.5. Uraian Proses.....	16
2.6. Flowsheet Proses Pembuatan Litium Karbonat .....	20



<b>BAB 3 LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK</b> .....	21
3.1. Lokasi Pabrik.....	21
3.2. Tata Letak Pabrik .....	24
3.3. Estimasi Luas Area yang Digunakan .....	26
<b>BAB 4 NERACA MASSA DAN NERACA PANAS</b> .....	30
4.1. Neraca Massa .....	30
4.2. Neraca Panas .....	36
<b>BAB 5 UTILITAS</b> .....	44
5.1. Unit Penyediaan Steam .....	44
5.2. Unit Penyediaan Air .....	46
5.3. Unit Penyediaan Refrigerant .....	50
5.4. Unit Penyediaan Tenaga Listrik.....	52
5.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	54
<b>BAB 6 SPESIFIKASI PERALATAN</b> .....	57
6.1. Absorber-01 (AB-01).....	57
6.2. Absorber-02 (AB-02).....	58
6.3. Ball Mill-01 (BM-01).....	58
6.4. Belt Filter Spray COnveyor-01 (BFSC-01) .....	59
6.5. Centrifuge-01 (CF-01) .....	59
6.6. Chiller-01 (CH-01).....	60
6.7. Cooler-01 (C-01) .....	61
6.8. Cooler-02 (C-02).....	62
6.9. Cooler-03 (C-03).....	63
6.10. Crusher-01 (CR-01) .....	64
6.11. Decanter-01 (DC-01) .....	64
6.12. Fired Rotary Dryer-01 (FRD-01).....	65
6.13. Furnace-01 (F-01) .....	66
6.14. Heater-01 (H-01).....	67
6.15. Heater-02 (H-02).....	68

6.16. Heater-03 (H-03).....	69
6.17. Kompresor-01 (K-01).....	70
6.18. Kompresor-02 (K-02).....	70
6.19. Mixing Tank-01 (MX-01).....	71
6.20. Pompa-01 (P-01).....	72
6.21. Pompa-02 (P-02).....	72
6.22. Pompa-03 (P-03).....	73
6.23. Pompa-04 (P-04).....	73
6.24. Pompa-05 (P-05).....	74
6.25. Pompa-06 (P-06).....	74
6.26. Reaktor-01 (R-01).....	75
6.27. Rotary Cooler-01 (RC-01).....	76
6.28. Screw Conveyor-01 (SC-01).....	76
6.29. Screw Conveyor-02 (SC-02).....	77
6.30. Silo-01 (S-01).....	77
6.31. Tangki-01 (T-01).....	78
6.32. Tangki-02 (T-02).....	78
6.33. Tangki-03 (T-03).....	79
6.34. Tangki-04 (T-04).....	79
6.35. Tangki-05 (T-05).....	80
6.36. Vibrating Screen-01 (VS-01).....	80
6.37. Warehouse-01 (WH-01).....	81
<b>BAB 7 ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>	<b>82</b>
7.1. Bentuk Perusahaan .....	82
7.2. Pola Hubungan Kerja .....	83
7.3. Struktur Organisasi dan Manajemen Perusahaan.....	84
7.4. Tugas dan Wewenang .....	85
7.5. Kepegawaian .....	87
7.6. Penentuan Jumlah Karyawan .....	89

<b>BAB 8 ANALISA EKONOMI .....</b>	<b>94</b>
8.1. Keuntungan (Profitabilitas) .....	95
8.2. Lama Waktu Pengembalian Pinjaman .....	96
8.3. Total Modal Akhir .....	98
8.4. Laju Pengembalian Modal .....	101
8.5. Break Even Point (BEP).....	104
 <b>BAB 9 KESIMPULAN .....</b>	 <b>105</b>

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Sejarah dan Perkembangan Produksi Litium Karbonat .....	3
Tabel 2.1. Kebutuhan Litium Karbonat di Indonesia 2012-2016 .....	12
Tabel 2.2. Kebutuhan Litium Karbonat di Thailand 2012-2016.....	13
Tabel 2.3. Kebutuhan Litium Karbonat di China 2012-2016 .....	15
Tabel 7.1. Jadwal Kerja Karyawan Shift pada Masing-masing Regu.....	87
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	89
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Pinjaman .....	95

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram Alir Produksi Litium Karbonat.....	6
Gambar 1.2.	Diagram Alir Metode Produksi Litium Karbonat .....	7
Gambar 2.1.	Kapasitas Produksi <i>Netweight</i> (kg) Kebutuhan Litium Karbonat di Indonesia.....	12
Gambar 2.2.	Kapasitas Produksi <i>Netweight</i> (kg) Kebutuhan Litium Karbonat di Thailand.....	14
Gambar 2.3.	Kapasitas Produksi <i>Netweight</i> (kg) Kebutuhan Litium Karbonat di China .....	15
Gambar 2.4.	<i>Flowsheet</i> Proses Pembuatan Litium Karbonat.....	20
Gambar 3.1.	Tata Letak Peralatan .....	27
Gambar 3.2.	Tata Letak Pabrik .....	28
Gambar 3.3.	Lokasi Pabrik Berdasarkan <i>Google Earth</i> .....	29
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	91
Gambar 8.1.	Grafik <i>Break Event Point</i> .....	102

## DAFTAR NOTASI

### 1. ABSORBER

$C$	=	Tebal korosi yang diizinkan, m
$E$	=	Effisiensi pengelasan, dimensionless
$D_g$	=	Difusivitas gas, $m^2/s$
$D_L$	=	Difusivitas liquid, $m^2/s$
$ID, OD$	=	Inside diameter, Outside diameter, m
$H_{AB}$	=	Tinggi absorber, m
$H_{tOG}$	=	Heights of transfer unit, dimensionless
$F_{Ga}$	=	Koefisien volumetrik gas, $Kmol/m^3s$
$F_{La}$	=	Koefisien volumetrik liquid, $Kmol/m^3s$
$G$	=	Laju alir massa gas, $Kg/h$
$L$	=	Laju alir massa liquid, $Kg/h$
$N_{toG}$	=	Number of transfer unit, dimensionless
$P$	=	Tekanan operasi, atm
$Q_v$	=	Volumeter gas, $m^3/s$
$S$	=	Working stress yang diizinkan, psi
$T$	=	Temperatur Operasi, $^{\circ}C$
$t$	=	Tebal dinding kolom, m
$\rho_G$	=	Densitas gas, $Kg/m^3$
$\mu_G$	=	Viskositas gas, $Kg/m s$
$\rho_L$	=	Densitas liquid, $Kg/m^3$
$\mu_L$	=	Viskositas liquid, $Kg/m s$
$\sigma$	=	Surface tension, $N/m$
$\alpha_A$	=	Interfacial Area, $m^2/m^3$
$\phi_{Lt}$	=	Hold up liquid total, dimensionless

## 2. BALL MILL

D	=	Diameter, m
L	=	Panjang, m
P	=	Tekanan operasi, atm
T	=	Temperatur operasi, °C
Up	=	Kecepatan putaran, rpm
W	=	Laju alir massa, Kg/h
Hp	=	Daya, Hp

## 3. BELT FILTER SPRAY CONVEYOR

T	=	Temperatur, °C
P	=	Tekanan, atm
W	=	Laju alir, ton/jam
B <sub>w</sub>	=	Lebar <i>belt</i> , cm
P	=	Daya, hp
T	=	<i>thickness</i> , mm
L	=	Panjang <i>belt</i> , m
N	=	Jumlah <i>shower</i>
V	=	Volume <i>solvent</i> , L/menit
Q	=	Kapasitas, ton/jam

## 4. CENTRIFUGE

D	=	Diameter, m
Hp	=	Daya, Hp
L	=	Panjang, m
P	=	Tekanan operasi, atm
T	=	Temperatur operasi, °C
Up	=	Kecepatan putaran, rpm
V	=	Volumetrik, m <sup>3</sup> /h

$W$  = Laju alir massa, Kg/h

$\rho$  = Densitas, Kg/m<sup>3</sup>

## 5. CHILLER, COOLER, DAN HEATER

$A$  = Area perpindahan panas, ft<sup>2</sup>

$a_a, a_p$  = Area pada annulus, inner pipe, ft<sup>2</sup>

$a_s, a_t$  = 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

$D_e$  = Diameter ekivalen, in

$f$  = Faktor friksi, ft<sup>2</sup>/in<sup>2</sup>

$G_a$  = Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam.ft<sup>2</sup>

$G_p$  = Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam.ft<sup>2</sup>

$G_s$  = Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft<sup>2</sup>

$G_t$  = 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

$h_i, h_{io}$  = 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

$N_t$  = Jumlah tube

$P_T$  = Tube pitch, in

$\Delta P_r$  = 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

## 6. DECANTER

$A_p$	=	Luas area pipa, m <sup>2</sup>
$a_i$	=	Luas interpase, m <sup>2</sup>
ID, OD	=	Diameter inside dan outside decanter, m
$D_d$	=	Diameter droplet face, $\mu$ m
$D_p$	=	Diameter pipa, m
H	=	Tinggi decanter, m
I	=	Dipersi band, m
L	=	Panjang, m

$L_C$	=	Volumetrik fase kontinyu, $m^3/h$
$P$	=	Tekanan operasi, atm
$Q_C$	=	Volumetrik fase kontinyu, $m^3/h$
$Q_D$	=	Volumetrik fase terdispersi, $m^3/h$
$T$	=	Temperatur operasi, $^{\circ}C$
$t$	=	Tebal dinding decanter, m
$t_r$	=	Waktu tinggal droplet dispersion band, s
$U_d$	=	Kecepatan pengendapan, m/s
$V$	=	Volumetrik, $m^3/h$
$W_C$	=	Laju alir massa fase kontinyu, Kg/h
$W_D$	=	Laju alir massa fase terdispersi, Kg/h
$Z_t$	=	Kedalam zat cair, m
$Z_{a2}$	=	Tinggi interface, m
$Z_m$	=	Kedalam aliran limpan, m
$\rho_C$	=	Densitas fase kontinyu, $Kg/m^3$
$\rho_D$	=	Densitas fase terdispersi, $Kg/m^3$
$\mu_C$	=	Viscositas fase kontinyu, cp
$\mu_D$	=	Viscositas fase terdispersi, cp
$\theta$	=	Koreksi fase terdispersi, dimensionless

## 7. FIRED ROTARY DRYER DAN ROTARY COOLER

$A$	=	Luas penampang, $m^2$
$B$	=	Konstanta, dimensionless
$C$	=	tebal korosi, in
$ID, OD$	=	Inside dan outside diameter, m
$G^{\prime}g$	=	Kecepatan superficial udara, $lb/h\ ft^2$
$mG$	=	Laju alir massa udara, Kg/h
$N$	=	Kecepatan putaran, rpm
$p$	=	Tekanan operasi, atm

P	=	Daya. Hp
Q	=	Beban panas, KJ/h
S	=	Slope, cm/m
t	=	tebal dinding, m
W	=	Laju alir massa, Kg/h
$\Delta T_m$	=	LMTD, °F
L	=	Panjang, m
T	=	Temperatur padatan, °C
TG	=	Temperatur padatan udara, °C
$\theta$	=	Waktu tinggal, menit

## 8. FURNACE

qn	=	<i>Neat heat release</i> , Btu/jam
qr	=	Radiant duty, Btu/jam
$t_f, t_t$	=	Temperatur fluida, temperatur dinding, °F
Art,a	=	Luas area radiant section, luas tube, ft <sup>2</sup>
OD	=	Diameter luar tube, in
L	=	Panjang tube, ft
Nt	=	Jumlah tube
Acp	=	<i>Cold plane surface</i> , ft <sup>2</sup>
V	=	Volume furnace, ft <sup>3</sup>
$L_{beam}$	=	<i>Mean beam Length</i> , ft
Eg	=	Gas emisivitas
qs	=	<i>Heat loss fuel gas</i> , 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
Acw	=	<i>Wall area per row</i> , ft <sup>2</sup>

f	=	Factor seksi konveksi
Uc	=	<i>Overall transfer coefisient</i> dalam seksi konveksi, Btu/jam.ft <sup>2</sup> °F
$\rho_g$	=	Densitas <i>fuel gas</i> , lb/ft <sup>3</sup>
G	=	<i>Mass velocity</i> pada minimum <i>cross section</i> , lb/s.ft <sup>2</sup>

## 9. JAW CHRUSHER

DO	=	<i>Discharge opening</i> , mm
FO	=	<i>Feed Opening</i> , in
FZ	=	Ukuran umpan, mm
H	=	Tinggi, m
L	=	Panjang, m
MP	=	Daya motor, kW
N	=	Kecepatan putaran, rpm
W	=	Aliran massa, ton/h
w	=	Lebar, m

## 10. KOMPRESSOR

k	=	$C_v / C_p$
n	=	Jumlah Stage
P <sub>i</sub>	=	Tekanan input, atm
P <sub>o</sub>	=	Tekanan output, atm
P	=	Power kompresor (HP)
Q	=	Kapasitas kompresor
T <sub>i</sub>	=	Temperatur input, K
T <sub>o</sub>	=	Temperatur output, K
$\eta$	=	Efisiensi
V	=	Volumetrik gas masuk
$\rho$	=	Densitas, kg/m <sup>3</sup>

$R_c$	=	Rasio Kompresi
$W$	=	Laju alir massa, lb/jam

## 11. MIXER TANK

$D_i$	=	Diameter impeller, m
$H$	=	Tinggi tangki, m
$H_i$	=	Tinggi impeller, m
$HL$	=	Tinggi liquid, m
$L_b$	=	Panjang blade penaduk, m
$N$	=	Kecepatan pengaduk, rpm
$P$	=	Tenaga pengaduk, Hp
$T$	=	Temoeratur, °C
$t$	=	Residence time, h
$P$	=	Tekanan, atm
$Q$	=	Volumetrik, m <sup>3</sup> /h
$V$	=	Volum mixer, m <sup>3</sup>
$W$	=	Laju alir massa, Kg/h
$w_i$	=	Lebar impeller, m
$\rho$	=	Denasitas, Kg/m <sup>3</sup>
$\mu$	=	Viskositas, cp

## 12. POMPA

$A$	=	Area alir pipa, in <sup>2</sup>
$BHP$	=	<i>Brake Horse Power</i> , HP
$D_i \text{ opt}$	=	Diameter optimum pipa, in
$E$	=	<i>Equivalent roughness</i>
$f$	=	Faktor friksi
$FK$	=	Faktor keamanan

$g_c$	=	Percepatan gravitasi, $\text{ft/s}^2$
Gpm	=	Gallon per menit
$H_{f \text{ suc}}$	=	Total friksi pada <i>suction</i> , ft
$H_{f \text{ dis}}$	=	Total friksi pada <i>discharge</i> , ft
$H_{fs}$	=	<i>Skin friction loss</i>
$H_{fsuc}$	=	<i>Total suction friction loss</i>
$H_{fc}$	=	<i>Sudden contraction friction loss</i> ( $\text{ft lb}_m/\text{lb}_f$ )
$H_{fe}$	=	<i>Sudden expansion friction loss</i> ( $\text{ft lb}_m/\text{lb}_f$ )
ID	=	<i>Inside diameter</i> pipa, in
$K_C, K_S$	=	<i>Contraction, expansion loss</i> <i>contraction</i> , ft
L	=	Panjang pipa, ft
$L_e$	=	Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	=	<i>Net positive suction head</i> (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
$\Delta P$	=	Beda tekanan, Psi

### 13. REAKTOR

T	=	Temperatur, $^{\circ}\text{C}$
P	=	Tekanan, atm
$\tau$	=	Waktu reaksi, jam
$W_{A,B}$	=	Laju alir massa A dan B, kg/jam
BM	=	Berat molekul, kg/kmol
$F_{A0,B0}$	=	Laju alir mol A0 dan B0, kmol/jam
$\rho$	=	Densitas, $\text{kg/m}^3$

$V_{A,B}$	=	Laju alir volume, $m^3/\text{jam}$
$Mrf$	=	Laju alir massa <i>feed</i> , $\text{kg}/\text{jam}$
$Q_f$	=	Volumetrik laju reaksi, $m^3/\text{jam}$
$\rho_c$	=	Densitas campuran, $m^3/\text{jam}$
$C_{A0,B0}$	=	Konsentrasi umpan awal A0 dan B0, $\text{kmol}/m^3$
$C_{A,B}$	=	Konsentrasi umpan setimbang A dan B, $\text{kmol}/m^3$
$-r_A$	=	Laju reaksi, $\text{kmol}/m^3 \cdot \text{jam}$
$k$	=	Konstanta laju reaksi, $m^3/\text{kmol} \cdot \text{s}$
$V$	=	Volume reaktor, $m^3$
$H_L$	=	Tinggi liquid, m
$H_T$	=	Tinggi tangki, m
$D_i$	=	Diameter <i>impeller</i> , m
$D_T$	=	Diameter tangki, m
$W_b$	=	Lebar <i>baffle</i> , m
$H_i$	=	Tinggi <i>impeller</i> , m
$g$	=	Lebar pengaduk, m
$rb$	=	Panjang <i>baffle</i>
$r$	=	Jari-jari <i>vessel</i> , m
$S$	=	<i>Working stress allowable</i> , psi
$E$	=	<i>Joint efficiency</i>
$C$	=	Korosi maksimum, in
$t$	=	Tebal tangki, m
$OD$	=	<i>Outside diameter</i> , m
$N$	=	Kecepatan putaran pengaduk, rps
$\mu L$	=	Viskositas liquid, $\text{kg}/m \cdot \text{s}$
$N_{Re}$	=	Reynold Number
$P$	=	Daya, hp
$D$	=	Diameter reaktor beserta jaket, m

**14. SCREW CONVEYOR**

Df	=	Diameter <i>flights</i> , m
Dp	=	Diameter pipa, m
Ds	=	Diameter <i>shaft</i> , m
L	=	Panjang, m
N	=	Kecepatan, rpm
P	=	Daya, Hp
Q	=	Volumetrik, m <sup>3</sup> /h
T	=	Temperatur operasi, °C
W	=	Laju alir massa. Kg/h
$\rho$	=	Densitas, Kg/m <sup>3</sup>

**15. SILO TANK**

D	=	Diameter shell, m
d	=	Diameter ujung konis, m
H	=	Tinggi, m
L	=	Panjang, m
N	=	Kecepatan, rpm
p	=	Tekanan operasi, atm
P	=	Daya, Hp
Q	=	Volumetrik, m <sup>3</sup> /h
T	=	Temperatur operasi, °C
t	=	Tebal dinding, m
W	=	Laju alir massa. Kg/h
$\rho$	=	Densitas, Kg/m <sup>3</sup>
$\theta$	=	Sudut Silo



**16. TANGKI**

C	=	Tebal korosi yang diizinkan
D	=	Diameter tangki, m
E	=	Efisiensi penyambungan, dimensionless
h	=	Tinggi <i>head</i> , m
H	=	Tinggi silinder, m
H <sub>T</sub>	=	Tinggi total tangki, m
P	=	Tekanan Operasi, atm
S	=	<i>Working stress</i> yang diizinkan, Psia
T	=	Temperatur Operasi, K
t	=	Lama persediaan/penyimpanan, hari
V <sub>h</sub>	=	Volume elipsoid head, m <sup>3</sup>
V <sub>s</sub>	=	Volume silinder, m <sup>3</sup>
V <sub>t</sub>	=	Volume tangki, m <sup>3</sup>
W	=	Laju alir massa, kg/jam
ρ	=	Densitas, kg/m <sup>3</sup>

**17. VIBRATING SCREEN**

A	=	Luas <i>screen</i> , m <sup>2</sup>
p	=	Tekanan operasi, atm
Q	=	Volumetrik, m <sup>3</sup> /h
T	=	Temperatur operasi, °C
Φ	=	<i>aperture</i> , mesh

**18. WAREHOUSE**

T	=	Temperatur, °C
P	=	Tekanan, atm
W <sub>a</sub>	=	Kapasitas, kg/jam

W	=	Kapasitas, kg/minggu
$\rho$	=	Densitas campuran, kg/m <sup>3</sup>
$\rho_i$	=	Densitas senyawa, kg/m <sup>3</sup>
V	=	Volume desain, ft <sup>3</sup>
W	=	Lebar <i>warehouse</i> , ft
L	=	Panjang <i>warehouse</i> , ft
H	=	Tinggi <i>warehouse</i> , ft
V <sub>D</sub>	=	Volume drum, L/drum
m <sub>D</sub>	=	Massa drum, kg/drum
N	=	Jumlah drum
D	=	Diameter, m
r	=	Jari-jari, m
L <sub>min</sub>	=	Luas minimum, m <sup>2</sup>

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1.** Perhitungan Neraca Massa
- Lampiran 2.** Perhitungan Neraca Panas
- Lampiran 3.** Perhitungan Spesifikasi Peralatan
- Lampiran 4.** Perhitungan Ekonomi
- Lampiran 5.** Tugas Khusus

## RINGKASAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN LITIMUM KARBONAT KAPASITAS  
27.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Mei 2018

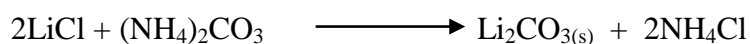
Dian Firdaus dan Khorim Ahmed Nazer;

Dibimbing oleh Ir. Tamzil Aziz, MPL

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

## ABSTRAK

Pabrik Pembuatan Litium Karbonat dengan kapasitas 27.000 ton/tahun ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2022 di Tanjung Api-api, Palembang, Sumatera Selatan yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 8,69 Ha. Proses pembuatan litium karbonat menggunakan proses karbonasi, dimana reaktan yang direaksikan adalah litium klorida dengan ammonium karbonat di dalam reaktor jenis *Continuous Stirred Tank Reactor* (R-01). Kondisi operasi pembuatan litium karbonat dilakukan pada temperatur 50 °C dan tekanan 1,3 atm dengan reaksi:



Produk litium karbonat hasil reaktor berupa *slurry*, kemudian dilakukan proses separasi solid-liquid menggunakan *Centrifuge* (CF-01) dan *Belt Filter Spray Conveyor* (BFSC-01). Setelah itu, dilakukan proses purifikasi dengan sistem *drying* menggunakan *Fired Rotary Dryer* (FRD-01) dan dilanjutkan dengan proses pendinginan produk menggunakan *Rotary Cooler* (RC-01).

Pabrik Litium Karbonat merupakan perusahaan dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT) dan pola hubungan kerja *line and staff*, dimana pemilik perusahaan merupakan pemegang saham yang proses pelaksanaan tugasnya diwakili oleh Dewan Komisaris dan pelaksanaan tugas perusahaan dijalankan oleh Direktur Utama. Jumlah karyawan pada Pabrik Litium Karbonat sebanyak 102 orang.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, Pabrik Pembuatan Litium Karbonat ini layak didirikan dengan perincian sebagai berikut:

- *Total Capital Investment* = US \$ 135.716.797,9448
- *Selling Price per Year* = US \$ 744.096.112,9149
- *Total Production Cost* = US \$ 640.667.271,5827
- *Annual Cash Flow* = US \$ 82.280.371,8229
- *Pay Out time* = 1,9 tahun
- *Rate of Return* = 66,68 %
- *Discounted Cash Flow* = 60,36 %
- *Break Even Point* = 38,6133 %
- *Service Life* = 11 tahun

# **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 2012 sampai dengan tahun 2016, dimana pada tahun 2016 kegiatan impor tertinggi litium karbonat mencapai 16.094 kg/tahun, dan diperkirakan kebutuhan lithium karbonat pada tahun 2022 adalah 200 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 Thailand pada tahun 2015 sebesar 1.039.067 kg/tahun. Sementara negara Asia lainnya yang melakukan kegiatan impor litium karbonat dalam jumlah yang besar adalah negara China, yaitu pada tahun 2016 sebesar 32.149.554 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, karbon dioksida, dan amonia.

## 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 <sub>2</sub> .
1980	Patrick M. Brown dan Charles E. Falletta	Melakukan proses yang terpadu dan berkesinambungan, dimana melakukan produksi litium hidroksida monohidrat dan litium karbonat kermunian tinggi. Terjadi tiga proses reaksi: (i) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Li}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{CaCO}_3$ (ii) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Li}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{CaCO}_3$ (iii) $2\text{LiOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
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, electrodialysis step</i> . Penemuan ini memperoleh CO <sub>2</sub> dari kalsinasi <i>limestone</i> . Reaksi: $2\text{LiCl} + 2\text{NH}_4\text{OH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
2017	Masanobu Kawata, Kohei Mitsuhashi, Akemitsu Iida, Yutaka Yamaguchi, dan Atsushi Moriya	Memproduksi litium karbonat dari <i>brine</i> yang mengandung litium dengan proses yang sangat baik tanpa membentuk hal-hal yang memerlukan prosedur rumit untuk dikeluarkan dalam peralatan reaksi.



### 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 hidroksida dengan karbon dioksida
3. Proses karbonasi litium klorida dengan larutan amonia dan karbon dioksida
4. Proses karbonasi litium klorida dengan amonium karbonat.

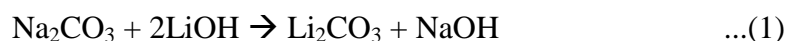
#### 1.3.1. Proses Karbonasi Litium Hidroksida dengan Logam Alkali Karbonat

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<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 22,5%. Setelah penambahan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 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.

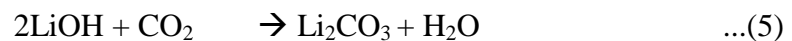
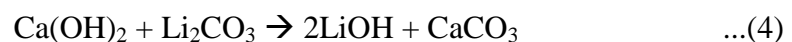
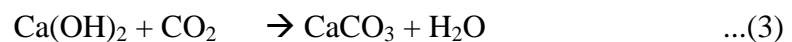
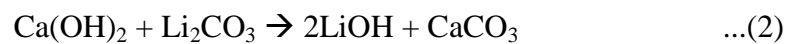
Litium karbonat (padatan basah) kemudian dipisahkan dari cairan yang tersisa dengan cara disentrifugasi. Operasi ini dilakukan pada sekitar 80 sampai 90°C. Padatan dicuci dengan air dan air pencuci dikombinasikan dengan filtrat. Filtrat yang diencerkan digunakan untuk karbonat *batch* berikutnya. Padatan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



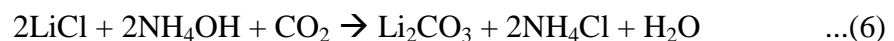
### 1.3.2. Proses Karbonasi Litium Hidroksida dengan Karbon Dioksida

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah litium hidroksida, dimana senyawa tersebut akan direaksikan dengan karbon dioksida untuk menghasilkan litium karbonat. Prosesnya terdiri dari tiga tahap reaksi yang penting, yaitu pembuatan kaustik dari larutan lithium karbonat yang tidak murni untuk menghasilkan litium hidroksida dengan pengendapan kalsium karbonat, perlakuan terhadap larutan litium hidroksida supernatan setelah penghilangan kalsium karbonat dengan karbon dioksida atau litium karbonat untuk mengurangi konsentrasi ion kalsium, dan produksi litium karbonat kemurnian tinggi dengan proses reaksi litium hidroksida dengan karbon dioksida. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



### 1.3.3. Proses Karbonasi (LiCl dengan NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub>)

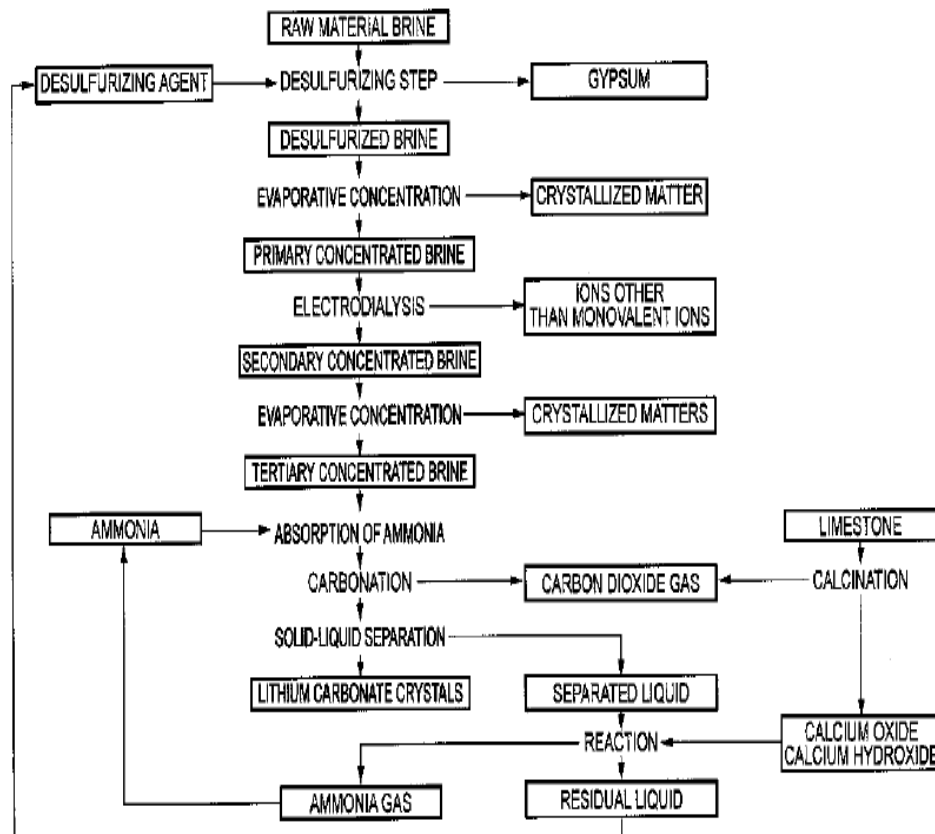
Pada proses ini digunakan bahan baku berupa larutan litium klorida yang berasal dari *brine* (yang mengandung litium). Proses tersebut terdiri dari tahapan *pretreatment*, tahapan karbonasi, *recovery*, separasi, dan purifikasi. Metode produksi litium karbonat ini memiliki reaksi utama sebagai berikut.



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.

Berikut ini diagram alir yang terjadi pada proses karbonasi (LiCl dengan NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub>).

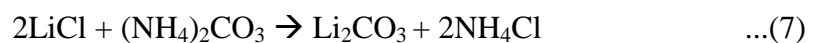


**Gambar 1.1.** Diagram Alir Produksi Litium Karbonat

(Sumber: Kawata dkk., 2016)

#### 1.3.4. Proses Karbonasi Litium Klorida dengan Amonium Karbonat

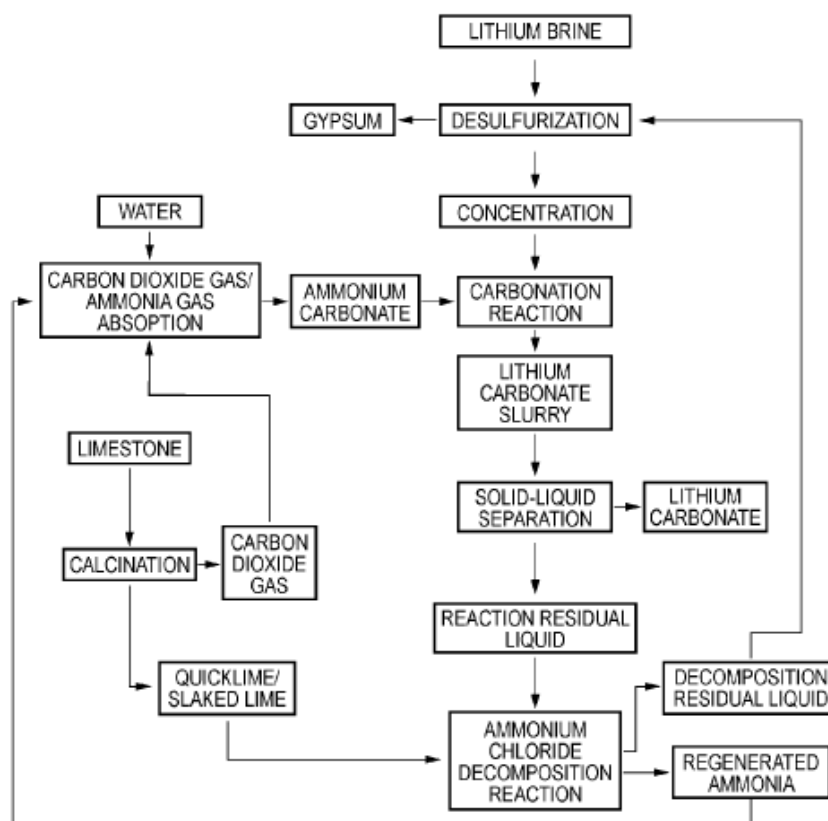
Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah larutan litium klorida. Litium klorida berasal dari *brine resources*. Metode produksi litium karbonat ini memiliki waktu produksi yang lebih singkat, efisien, dan sangat baik dibandingkan proses-proses sebelumnya. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah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



Proses ini juga melakukan proses kalsinasi untuk menghasilkan gas karbon dioksida. Selain itu, proses ini memiliki dua tahapan absorpsi yaitu absorpsi gas amonia dengan pelarut air untuk menghasilkan larutan amonia dan absorpsi karbon dioksida dengan larutan amonia sebagai *solvent*-nya untuk menghasilkan larutan amonium karbonat. Amonium karbonat yang terbentuk akan digunakan sebagai reaktan yang akan direaksikan dengan bahan baku utama yaitu litium klorida.

Pada proses ini, reaksi karbonasi pada reaktor terjadi pada temperatur  $50^{\circ}\text{C}$  dengan waktu operasi pembentukan litium karbonat selama 0,06 jam. Sementara itu, lama waktu absorpsi amonia pembentukan amonium karbonat adalah 0,5 jam. Berdasarkan penjelasan tersebut, waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk memproduksi litium karbonat adalah 1,06 jam.

Berikut ini merupakan diagram alir metode produksi litium karbonat.



**Gambar 1.2.** Diagram Alir Metode Produksi Litium Karbonat

(Sumber: Kawata dkk., 2017)

#### 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. Karbon Dioksida

Rumus molekul	: CO <sub>2</sub>
Massa molar	: 44,0095 g/mol
Penampilan	: Gas tidak berwarna
Densitas	: 1.600 g/L (padat) dan 1,98 g/L (gas)
Titik lebur	: -57°C (216 K) (di bawah tekanan)
Titik didih	: -78°C (195 K) (menyublim)
Kelarutan dalam air	: 1,45 g/L
Keasaman	: 6,35 dan 10,33
Viskositas	: 0,07 cP pada -78°C
Bentuk molekul	: Linear

2. Air

Rumus Molekul	: H <sub>2</sub> O
Fase	: Liquid pada suhu kamar
Titik didih	: 100°C
Titik beku	: -0°C
Titik leleh (Solid)	: 0°C
Temperatur Kritis (T <sub>c</sub> )	: 647 K (374°C)
Tekanan Kritis (P <sub>c</sub> )	: 22,1 MPa
Volume Kritis (V <sub>c</sub> )	: 56 cm <sup>3</sup> /mol
<i>Acentricity</i> (ω)	: 0,344
Faktor Kompresibilitas (Z)	: 0,229
Densitas	: 1 gr/cm <sup>3</sup> atau 1000 kg/m <sup>3</sup>

3. Amonia

Rumus molekul	: NH <sub>3</sub>
Fase	: Gas
Titik didih	: -33,4°C
Titik leleh (solid)	: -77,7°C

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| Temperatur kritis ( $T_c$ )    | : 405,5 K                    |
| Tekanan kritis ( $P_c$ )       | : 112,78 bar                 |
| Volume kritis ( $V_c$ )        | : 72,47 cm <sup>3</sup> /mol |
| <i>Acentricity</i>             | : 0,252                      |
| Faktor kompresibilitas ( $Z$ ) | : 0,242                      |
| <i>Heat capacity</i>           | : 35,06 J/mol.K              |
| Densitas                       | : 0,8763 g/L                 |
| <i>Vapor pressure</i>          | : 400 mmHg (-45,4°C)         |
4. Ammonium Karbonat
- |                     |   |
|---------------------|---|
| Rumus kimia         | : (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>     |
| Massa molar         | : 96,09 g/mol   |
| Penampilan          | : Bubuk putih   |
| Densitas            | : 1,50 g/cm <sup>3</sup>                              |
| Titik leleh         | : 58°C (136°F, 331 K)                                 |
| Titik didih         | : Terdekomposisi                                      |
| Kelarutan dalam air | : 100 g/100 mL (20°C), terdekomposisi dalam air panas |
5. Litium Klorida
- |                     |   |
|---------------------|---|
| Rumus kimia         | : LiCl                                    |
| Massa molar         | : 42,39 g/mol                             |
| Penampilan          | : <i>white solid hygroscopic, sharp</i>   |
| Densitas            | : 2,068 g/cm <sup>3</sup>                 |
| Titik lebur         | : 605°C                                   |
| Titik didih         | : 1.328°C                                 |
| Kelarutan dalam air | : 84,25 g/100 mL (25°C)                   |
| Kelarutan           | : Larut dalam hidrazin, butanol, propanol |
6. Amonium Klorida
- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Rumus kimia           | : NH <sub>4</sub> Cl |
| Massa molar           | : 53,5 g/mol         |
| <i>Boiling Point</i>  | : 612 K              |
| <i>Freezing Point</i> | : 793.20 K           |

Temperatur Kritis ( $T_c$ )	: 882 K
Tekanan Kritis ( $P_c$ )	: 16.4 bar
Volume Kritis ( $V_c$ )	: 1341,5 cm <sup>3</sup> /mol
<i>Acentricity</i> ( $\omega$ )	: 3.92
Faktor Kompresibilitas ( $Z$ )	: 0.3

#### 7. Litium Karbonat

Rumus kimia	: Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Massa molar	: 73,89 g/mol
Penampilan	: Bubuk putih
Bau	: Tidak berbau
Densitas	: 2,11 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	: 720°C (1.328°F)
Titik didih	: 1.310°C (2.390°F)
Kelarutan dalam Air	: *1,54 g/100 mL (0°C) *1,32 g/100 mL (20°C) *1,27 g/100 mL (25°C) *1,00 g/100 mL (60°C) *0,72 g/100 mL (100°C)
Kelarutan	: Tidak larut di aseton, amonia, dan etanol
Indeks Bias	: 1,428
Entalpi Pembentukan ( $\Delta H_f$ )	: -16,46 kJ/g atau -1.215,6 kJ/mol
Entropi Molar Standar	: 90,37 J/mol.K
Kapasitas Kalor	: 1.341 J/g.K atau 97,4 J/mol.K
Energi Bebas Gibbs ( $\Delta G_f$ )	: -1.132,4 kJ/mol
Bahaya Utama	: Irritant
Titik Nyala	: Tidak mudah terbakar

## DAFTAR PUSTAKA

- [RISKESDAS] Riset Kesehatan Dasar. 2007. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta: Departemen Kesehatan, Republik Indonesia.
- 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". 25 Januari 2018. [https://www.alibaba.com/product-detail/Lithium-Chloride-Powder-99-5-LiCl\\_1348425469.html?spm=a2700.7724857.main07.37.5c842467CMF LYq&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Lithium-Chloride-Powder-99-5-LiCl_1348425469.html?spm=a2700.7724857.main07.37.5c842467CMF LYq&s=p)
- Anonim. "Lithium Carbonate". 25 Januari 2018. <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>
- Anonim. "Lampu Linear Halogen". 12 April 2018. <https://www.philips.co.id/id/c-p/8727900808575/lampu-linier-halogen/spesifikasi>
- Anonim. "LED Bohlam Lampu". 12 April 2018. <https://www.philips.co.id/id/c-p/8718696715185/led-bohlam-lampu/spesifikasi>
- Austin, D. G. 1979. *Chemical Engineering Drawing Symbols*. New York: John Wiley & Sons.
- 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.
- Brown, P. M., dan Falletta, C. E. 1980. *Process for Producing High Purity Lithium Carbonate*. United States Patent. US 4 207297.
- Dean, J. A. 1968. *Lange's Handbook of Chemistry 11th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang.



- Kawata, M., Tanaka, H., Mitsuhashi, K., Kawaraburi, R., Yamamoto, Y., Kamiyama, K., Moriya, A., dan Sakai, N. 2016. *Method for Producing Lithium Carbonate*. United States Patent. US 9 255 011 B2.
- Kawata, M., Mitsuhashi, K., Iida, A., Yamaguchi, Y., dan Moriya, A. 2017. *Method for Producing Lithium Carbonate*. United States Patent. US 2017/0113942 A1.
- 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.
- 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.
- MSDS. "Material Safety Data Sheet Listing". 2 Desember 2017. <https://www.sciencelab.com/msdsList.php>
- 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
- 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". 16 Desember 2017. [energizer.asia/id-id/home/articles/?type=battery](http://energizer.asia/id-id/home/articles/?type=battery).
- 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.
- Treyball, R.E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- UN Comtrade. “International Trade Statistics Database”. 16 Desember 2017.  
<https://comtrade.un.org>.
- Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth-Heinemann: New York.
- Wikipedia Ensiklopedia Bebas. “Litium Karbonat”. 28 Desember 2017.  
[https://id.wikipedia.org/wiki/Litium\\_karbonat](https://id.wikipedia.org/wiki/Litium_karbonat).
- World Health Organization. “Definisi Sehat WHO”. 17 Desember 2017.  
[www.who.int](http://www.who.int)
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.