

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN NATRIUM BIKARBONAT
KAPASITAS 129.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

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

OLEH :

**M. ADZIM AL FATHAN 03031381823079
M. ADAM AL FITRAH 03031381823083**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN NATRIUM BIKARBONAT
KAPASITAS 129.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

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

Oleh:

M. Adzim Al Fathan 03031381823079

M. Adam Al Fitrah 03031381823083

Palembang, 2 Maret 2023

Pembimbing,



Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng

NIP. 1671046701900003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Natrium Bikarbonat Kapasitas 129.000 Ton Per Tahun" telah dipertahankan M. Adzim Al Fathan dan M. Adam Al Fitrah di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Maret 2023.

Palembang, Maret 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA.
NIP. 195805141984031001
2. Novia, ST, MT, Ph. D.
NIP. 197311052000032003
3. Enggal Nurisman, ST, MT.
NIP. 198106022008011010

()
()
()

Mengetahui,


Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

Maret 2023

Dosen Pembimbing



Bazlina Dawami A, S.T., M.T., M.Eng
NIP. 1671046701900003

**PERNYATAAN KEASLIAN DAN KEBENARAN DOKUMEN
PERSYARATAN UJIAN TUGAS AKHIR PRA RENCANA PABRIK**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya:

Nama : M. Adzim Al Fathan
NIM 03031381823079
No.KTP 1607102409000005
No.HP/email : 081379336829/adzimal@yahoo.com

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa dokumen syarat mengikuti Ujian Tugas Akhir yang saya tunjukkan dan unggah adalah asli dan benar. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya ketidaksesuaian atau indikasi pemalsuan atau bentuk pelanggaran lainnya, maka saya bersedia menerima konsekuensi, baik dalam bentuk sanksi administrasi dan atau sanksi hukum sesuai aturan yang berlaku.

Dinyatakan di : Palembang
Tanggal : 02 Maret 2023

Yang Menyatakan,


M. Adzim Al Fathan

NIM. 03031381823079

PERNYATAAN KEASLIAN DAN KEBENARAN DOKUMEN
PERSYARATAN UJIAN TUGAS AKHIR PRA RENCANA PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya:

Nama : M. Adam Al Fitrah
NIM : 03031381823083
No.KTP : 1607101310990009
No.HP/email : 082186360306 / yuzurihaadam@yahoo.com

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa dokumen syarat mengikuti Ujian Tugas Akhir yang saya tunjukkan dan unggah adalah asli dan benar. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya ketidaksesuaian atau indikasi pemalsuan atau bentuk pelanggaran lainnya, maka saya bersedia menerima konsekuensi, baik dalam bentuk sanksi administrasi dan atau sanksi hukum sesuai aturan yang berlaku.

Dinyatakan di : Palembang
Tanggal : 02 Maret 2023

Yang Menyatakan,


M. Adam Al Fitrah

NIM. 03031381823083

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Natrium Bikarbonat Kapasitas 129.000 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) Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 2) Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T., IPM. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Ibu Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng. 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, keluarga 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, Maret 2023

Penulis

RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN NATRIUM BIKARBONAT KAPASITAS 129.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 2 Maret 2023

M. Adzim Al Fathan dan M. Adam Al Fitrah

Dibimbing oleh Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik pembuatan natrium bikarbonat kapasitas produksi 129.000 ton/tahun direncanakan akan berdiri pada tahun 2026 di Kawasan Industri Deltamas, Provinsi Jawa Barat. Natrium bikarbonat pada pabrik ini dibuat melalui proses reaksi metatesis dari bahan baku natrium klorida dan ammonium bikarbonat melalui reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) berdasarkan Patent CN110282638A. Pabrik ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line* dan *staff* yang dipimpin oleh seorang direktur dengan karyawan sebanyak 141 orang. Pabrik natrium bikarbonat layak untuk didirikan karena telah memenuhi parameter kelayakan ekonomi, yaitu sebagai berikut:

<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	= US\$ 44.507.811,20
<i>Total Penjualan</i>	= US\$ 151.194.808,31
<i>Total Production Cost (TPC)</i>	= US\$ 107.951.076,09
<i>Annual Cash Flow</i>	= US\$ 24.426.392,88
<i>Pay Out Time</i>	= 1,82 tahun
<i>Rate of Return on Investment (ROR)</i>	= 47,61%
<i>Discounted Cash Flow-ROR</i>	= 60,11%
<i>Break Even Point (BEP)</i>	= 29,61%
<i>Service Life</i>	= 11 tahun

Kata Kunci: Metatesis, Natrium Bikarbonat, Perseroan Terbatas, *Continuous Stirred Tank Reactor*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERBAIKAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan Proses Pembuatan Natrium Bikarbonat.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik Natrium Bikarbonat	2
1.4 Proses Pembuatan Natrium Bikarbonat	3
1.5 Data-Data Sifat Fisik dan Kimia.....	4
BAB II PERENCANAAN PABRIK	6
2.1 Alasan Pendirian Pabrik.....	6
2.2 Pemilihan Kapasitas Produksi.....	6
2.3 Pemilihan Proses	10
2.4 Pemilihan Bahan Baku.....	11
2.5 Uraian Proses	11
BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK	13
3.1 Lokasi Pabrik	13
3.2 Tata Letak Pabrik.....	18
3.3 Perkiraan Luas Tanah	20
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	21
4.1 Neraca Massa	21
4.2 Neraca Panas	24
BAB V UTILITAS.....	27

5.1	Unit Pengadaan Steam	27
5.2	Unit Pengadaan Air.....	27
5.3	Unit Pengadaan Listrik	32
5.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar	34
BAB VI SPESIFIKASI ALAT		36
6.1	Tangki-01 (T-01)	36
6.3	Silo-01 (S-01).....	36
6.4	Silo-02 (S-02).....	37
6.5	Silo-03 (S-03).....	38
6.6	Bucket Elevator-01 (BE-01)	39
6.7	Bucket Elevator-02 (BE-02)	39
6.8	Bucket Elevator-03 (BE-03)	40
6.9	Bucket Elevator-04 (BE-04)	41
6.11	Crusher-01 (CR-01)	41
6.12	Crusher-02 (CR-02)	41
6.13	Mixing Tank-01 (MT-01)	42
6.15	Pompa-01 (P-01).....	43
6.16	Pompa-02 (P-02).....	44
6.17	Reaktor-01 (R-01).....	45
6.18	Cooler-01 (C-01).....	46
6.20	Cooler-02 (C-02).....	47
6.21	Cooler-03 (C-03).....	47
6.22	Evaporator-01 (EV-01)	48
6.23	Crystallizer-01 (CRZ-01).....	50
6.24	Rotary Filter-01 (RF-01).....	51
6.25	Rotary Dryer-01 (RD-01)	52
6.26	Rotary Cooler-01 (RC-01)	52
6.27	Blower-01 (BL-01)	52
6.28	Blower-02 (BL-02)	53
6.29	Air Heater-01 (AH-01)	54
6.30	Belt Conveyor-01 (BC-01)	54
6.31.	Belt Conveyor-02 (BC-02)	55

6.32. Belt Conveyor-03 (BC-03)	55
6.33. Belt Conveyor-04 (BC-04)	56
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	57
7.1. Bentuk Perusahaan.....	57
7.2. Struktur Organisasi	57
7.3. Tugas dan Wewenang	58
7.4. Waktu Kerja	62
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan.....	63
BAB VIII ANALISA EKONOMI.....	69
8.1. Profitabilitas (Keuntungan).....	69
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal.....	70
8.3. Total Modal Akhir	72
8.4. Laju Pengembalian Modal	74
8.5. Break Even Point (BEP)	75
BAB IX KESIMPULAN	78
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN.....	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Impor Natrium Bikarbonat di ASEAN	7
Tabel 2.2. Data Ekspor Natrium Bikarbonat di ASEAN.....	7
Tabel 2.3. Data Konsumsi Natrium Bikarbonat	8
Tabel 2.4. Tingkat Pertumbuhan Rata-Rata	9
Tabel 2.5. Perbandingan Proses Solvay, dan Natrium Bikarbonat Murni.....	10
Tabel 5.1. Peralatan dengan Kebutuhan <i>Steam</i> 150°C.....	27
Tabel 5.2. Peralatan dengan Kebutuhan Air Pendingin	27
Tabel 5.3. Kebutuhan Air Domestik.....	30
Tabel 5.4. Kebutuhan Air Proses.....	31
Tabel 5.5. Total Kebutuhan Air dalam Pabrik	32
Tabel 5.6. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	32
Tabel 5.7. Kebutuhan Listrik Pabrik Natrium Bikarbonat	34
Tabel 5.8. Kebutuhan Bahan Bakar <i>Boiler</i>	35
Tabel 7.1. Pembagian Waktu Kerja Pekerja <i>Shift</i>	63
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Total Katyawan.....	65
Tabel 8.1. Tabel Penjualan Produk.....	69
Tabel 8.2. Rincian Angsuran Pengembalian Modal	72
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Peta Kabupaten Karawang.....	11
Gambar 3.2. Peta Kawasan Industri Kujang Cikampek.....	11
Gambar 3.3. Lokasi Suplai Bahan Ammonium Bikarbonat.....	11
Gambar 3.4. Lokasi Suplai Bahan Natrium Klorida	14
Gambar 3.5. Tata Letak Pabrik.....	17
Gambar 3.6. Tata Letak Peralatan	18
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	66
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP).....	74

DAFTAR NOTASI

TANGKI

C	=	Tebal korosi yang diizinkan, m
D_T	=	Diameter tanki, m
E	=	Efisiensi penyambungan, dimensionless
H_s	=	Tinggi silinder, m
H_T	=	Tinggi tanki, m
h	=	Tinggi <i>head</i> , m
P	=	Tekanan operasi, atm
S	=	<i>Working stress</i> yang diizinkan, atm
t	=	Tebal dinding tanki, m
V_s	=	Volume <i>silinder</i> , m^3
V_e	=	Volume <i>elipsoidal</i> , m^3
V_t	=	Volume tanki, m^3

MIXING TANK

T	=	Temperatur, °C
P	=	Tekanan, atm
W	=	Laju alir massa, kg/jam
ρ	=	Densitas campuran, kg/m^3
μ	=	Viskositas campuran, cP
f	=	Faktor keamanan, %
V_t	=	Kapasitas tangka, m^3/jam
V_s	=	Volume silinder, Dt^3
H_s	=	Tinggi silinder, Dt
V_h	=	Volume <i>ellipsoidal head</i> , Dt^3
Dt	=	Diameter tangka, m
H	=	Tinggi liquid, m
D_i	=	Diameter impeller, m
W	=	Tinggi blade pengaduk, m

L	=	Lebar blade pengaduk, m
J	=	Jarak baffle dari dinding tangka, m
E	=	Jarak impeller dari dasar tangka, m
Hs	=	Tinggi silinder, m
Ht	=	Tinggi <i>ellipsoidal head</i> , m
h	=	Tinggi tangki, m
t _h	=	Tebal dinding ellipsoidal head, m
D	=	Diameter tangka, <i>inch</i>
S	=	<i>Working Stress Allowabl</i> , psi
E	=	<i>Joint Efficiency</i> , 0,85
C	=	Korosi maksimum, <i>inch</i>
ID, OD	=	Diameter dalam, diameter luar, m
N	=	Kecepatan putaran pengaduk, m
Dt	=	Diameter tangka, m
Di	=	Diameter pengaduk, m
g	=	Kecepatan gravitasi, m/s ²
gc	=	Faktor konversi, kg.m/N.s ²
ρ	=	Densitas campuran, kg/m ³
σ	=	Tegangan permukaan, N/m
μ	=	Viskositas campuran, Cp
t _m	=	Waktu pencampuran, s

SILO

C	=	Tebal korosi yang diizinkan, m
DT	=	Diameter tangki, m
E	=	Efisiensi pengelasan, %
Hs	=	Tinggi silinder, m
HT	=	Tinggi total tangki, m
P	=	Tekanan operasi, atm
T	=	Temperatur operasi, K
S	=	Working stress yang diizinkan, atm
t	=	Tebal tangki, m

V_s	=	Volume silinder, m^3
V_k	=	Volume kerucut alat, m^3
V_t	=	Volume tangki, m^3

CRUSHER

P	=	Power yang dibutuhkan, kW
m	=	Laju umpan masuk, ton/jam
W_i	=	Work index
D_{pb}	=	Ukuran produk rata-rata, mm
D_{pa}	=	Ukuran feed, mm

POMPA

A	=	Area alir pipa, in^2
ID	=	Diameter optimum dalam pipa baja, in
$D_{i\ opt}$	=	Diameter optimum pipa, in
G_c	=	Percepatan gravitasi, ft
$H_{f\ suc}$	=	Total friksi pada <i>suction</i> , ft
$H_{f\ dis}$	=	Total friksi pada <i>Discharge</i> , ft
H_d	=	<i>Discharge head</i> , ft
H_s	=	<i>Suction head</i> , ft
H_{fs}	=	Friksi pada permukaan pipa, ft
H_{fc}	=	Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
K_c	=	<i>Contraction loss</i> , ft
K_e	=	<i>Expansion loss</i> , ft
L	=	Panjang pipa, m
L_e	=	Panjang ekivalen pipa, m
ΔP	=	Total <i>static head</i> , ft
V_L	=	Volume fluida, lb/jam
V	=	Kecepatan alir, ft/det
W_s	=	<i>Work shaft</i> , ft lbf/lbm
f	=	Faktor friksi
ρ	=	Densitas, lb/ft^3

μ	=	Viskositas, cP
ε	=	Ekivalen <i>roughness</i> , dimensionless
η	=	Efisiensi, dimensionless

REAKTOR

C_A	=	Konsentrasi reaktan, kmol/m ³
C_{A0}	=	Konsentrasi awal umpan A masuk, kmol/m ³
C_B	=	Konsentrasi reaktan, kmol/m ³
C_{B0}	=	Konsentrasi awal umpan B masuk, kmol/m ³
C_c	=	<i>Corrosion allowance</i> , in
C_p	=	<i>Specific heat capacity</i> , kJ/kg K
D_T	=	Diameter total reaktor, m
d_i	=	<i>Inside diameter</i> , m
E_j	=	<i>Joint efficiency</i>
F_{A0}	=	Laju alir umpan A, kmol/jam
F_{B0}	=	Laju alir umpan B, kmol/jam
g	=	Gravitasi, m/s ²
H_D	=	Tinggi tutup (<i>dish</i>), m
H_S	=	Tinggi <i>shell</i> , ft
H_R	=	Tinggi reaktor, m
k	=	Konstanta kecepatan reaksi
MHP	=	Motor horse power, Hp
n	=	Jumlah pengaduk
N_{Re}	=	<i>Reynold number</i>
OD	=	<i>Outside Diameter</i> , m
P	=	<i>Pressure Drop</i> , (N/m ²)
Q	=	Debit aliran masuk reaktor, m ³ /jam
Q_L	=	Laju alir volumetrik umpan liquid, m ³ /jam
r	=	Jari-jari tangki, m
R_g	=	Konstanta gas, KJ/kmol.K
$-r_a$	=	kecepatan reaksi, kmol/m ³ jam
S	=	<i>Working stress</i> yang diizinkan, psi

t	=	Tebal dinding reaktor, m
t_m	=	Waktu pencampuran, s
t	=	Residence time, s
V_R	=	Volume reaktor, m^3
W_L	=	Laju alir massa liquid, kg/jam
X_A	=	Konversi, %
ρ_L	=	Densitas campuran, kg/m^3
μ_L	=	Viskositas campuran, cP

CRYSTALLIZER

P	=	Tekanan desain, psi
R	=	-jari tangki, in
C	=	<i>Corrison allowance</i> , in
S	=	<i>stress</i> , psi
E	=	penyambungan
D_i	=	diameter impeller, in
N	=	Kecepatan putaran kritis (rps)
S	=	Shape factor
V	=	Kinematic viscosity, m^3/s
D_p	=	Diameter partikel rata-rata, m
B	=	Persen berat cairan per berat solid, %
g	=	Percepatan gravitasi, m/s^2
$\Delta\rho$	=	Selisih densitas solid-liquid, kg/m^3
ρ	=	Densitas campuran solid-liquid, kg/m^3

ROTARY FILTER

A	=	Luas permukaan filtrasi, ft^2
C	=	Konsentrasi. lb/ft^3
f	=	Fraksi filter yang tercelup, %
g_c	=	tahanan medium yang diabaikan, ft/s^2
H_p	=	Power motor, Hp
N_{Re}	=	Reynold Number

k	=	Konstanta ratio kapasitas panas udara, dimensionless
L_{avg}	=	Ketebalan cake rata-rata pada filter, cm
L	=	Panjang drum filter, m
m_c	=	Mass of dry solid filter cake, kg
m_f	=	Mass of wet filter cake, kg
P	=	Tekanan udara, psi
Q_{fm}	=	Cubic per minute udara masuk, ft ³ /min
R	=	Jari-jari drum filter, ft
V	=	Volumetric flowrate filtrate, ft ³ /dt
T_c	=	Cicle time, menit
VR	=	Volume filtrate per revolusi, ft ³
W	=	Berat jenis slurry, lb/ft ³
W_c	=	Berat cake, kg
W_f	=	Berat filtrate, kg
W_s	=	Berat slurry, kg
ΔP	=	Beda tekanan di dalam filter, lbf/ft ³
α_o	=	Specific cake resistance, ft/lb ^{xviii}
ρ_s	=	Densitas slurry, lb/ft ³
ρ_c	=	Densitas cake, lb/ft ³
ψ_a	=	Fraksi area drum filter untuk “air suction”, %
ψ_s	=	Fraksi area drum yang tercelup, %
μ_a	=	Viskositas udara, lb ft/hr
μ_s	=	Viskositas slurry, lb ft/hr

ROTARY DRYER/ ROTARY COOLER

P	=	Tekanan udara, psi
θ	=	Waktu tinggal, min
L	=	Panjang rotary drier, ft
S	=	<i>Slope</i> / kemiringan rotary drier, ft/ft
D	=	Diameter rotary drier, ft
N	=	Kecepatan putaran <i>Rotary Drier</i> , rpm
G	=	kecepatan <i>superficial</i> gas, lb/ h ft ²

M	=	Massa umpan, lb/h
B	=	Konstanta ($5 D_p^{0.5}$)
A	=	Luas penampang, ft ²
F	=	Laju alir massa solid masuk per satuan luas penampang
C	=	Konsentrasi. lb/ ft ³

BLOWER

cfm	=	cubic per minute, ft ³ /min
Hp	=	Power, Hp
m	=	Mass flow rate, lb/jam
P	=	Beda tekanan, psi
Q	=	Laju alir volumetric, ft ³ /min
ρ	=	Densitas fluida, lb/ft ³
η	=	Effisiensi, %

BELT CONVEYOR

C	=	Material factor, dimensionless
K	=	Kapasitas, ton/jam
THP	=	Ton per Hour, ton/jam
H	=	Panjang Belt, ft
W	=	Berat material, kg/jam
P	=	Power, Hp
V	=	Tinggi Belt, ft

EVAPORATOR/ COOLER/ AIR HEATER

A	=	Area perpindahan panas, ft ²
a_a, a_p	=	Area pada <i>annulus, inner pipe</i> , ft ²
a_s, a_t	=	Area pada <i>shell, tube</i> , ft ²
a''	=	<i>external surface</i> per 1 in, ft ² /in ft
B	=	<i>Baffle spacing</i> , in
C	=	<i>Clearence</i> antar <i>tube</i> , in
D	=	Diameter dalam <i>tube</i> , in
D_e	=	Diameter ekivalen, in

f	=	faktor friksi, ft^2/in^2
G_a	=	Laju alir massa fluida pada <i>annulus</i> , lb/jam . Ft^2
G_p	=	Laju alir massa fluida pada <i>inner pipe</i> , lb/jam . Ft^2
G_s	=	Laju alir massa fluida pada <i>shell</i> , lb/jam . Ft^2
G_t	=	Laju alir massa fluida pada <i>tube</i> , lb/jam . Ft^2
g	=	percepatan gravitasi
h	=	Koefisien perpindahan panas, $\text{Btu}/\text{jam ft}^2 \text{ F}$
$h_i h_o$	=	Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar <i>tube</i> ,
j_h	=	Faktor perpindahan panas
k	=	Konduktivitas termal, $\text{Btu}/\text{jam ft}^2 \text{ F}$
L	=	Panjang <i>tube</i> , pipa, ft
LMTD	=	Logaritmic Mean Temperature Difference, $^{\circ}\text{F}$
N	=	jumlah <i>Baffle</i>
N_t	=	jumlah <i>tube</i>
P_T	=	<i>Tube pitch</i> , in
ΔP_t	=	Penurunan tekanan pada <i>tube</i> , Psi
ΔP_s	=	Penurunan tekanan pada <i>shell</i> , Psi
ID	=	<i>Inside Diameter</i> , ft
OD	=	<i>Outside Diameter</i> , ft
ΔP_T	=	Penurunan tekanan total pada <i>tube</i> , Psi
Q	=	Beban panas pada <i>heat exchanger</i> , Btu/jam
R_d	=	<i>Dirt factor</i> , $\text{Btu}/\text{jam ft}^2 \text{ F}$
Re	=	Bilangan <i>Reynold</i>
s	=	<i>Specific gravity</i>
T_1, T_2	=	Temperatur fluida panas <i>inlet, outlet</i> , $^{\circ}\text{F}$
t_1, t_2	=	Temperatur fluida dingin <i>inlet, outlet</i> , $^{\circ}\text{F}$
T_c	=	Temperatur rata-rata fluida panas, $^{\circ}\text{F}$
t_c	=	Temperatur rata-rata fluida dingin, $^{\circ}\text{F}$
U_c, U_d	=	<i>Clean overall coefisient, design overall coefisient</i> , $\text{Btu}/\text{jam ft}^2 \text{ F}$
W	=	Laju alir massa fluida panas, lb/jam
W	=	Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	=	viskositas, cP

BAB 1 PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan di dunia telah mengalami kemajuan di setiap masanya khususnya pada bidang industri. Hingga saat ini, terjadi perkembangan pada sektor industri di setiap negara. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memiliki banyak sumberdaya manusia dan alam, karena hal tersebut negara Indonesia mampu untuk menjadi negara yang memiliki perekonomian yang kuat tanpa perlu bergantung kepada negara lain.

Indonesia merupakan negara yang mempunyai sumber daya alam yang melimpah. Letak geografis dan keadaan iklimnya yang sangat mendukung berkembangnya sektor pertanian, sumber daya mineral, minyak dan gas alam yang melimpah merupakan potensi bagi sektor industri dan lain sebagainya. Namun, walaupun memiliki tempat yang dapat dikatakan strategis kenyataan yang terjadi adalah Indonesia masih sangat tergantung dengan negara-negara maju seperti Amerika, Jepang dan Uni Eropa dalam mengelola sumber daya alamnya, bahkan Indonesia masih mengimpor bahan baku industri yang bahan mentahnya tersedia di negara ini sendiri.

Perkembangan industri memiliki peranan yang sangat besar dalam proses memajukan suatu negara karena industri sendiri memiliki nilai yang cukup besar terhadap ekspor dan impor. Ekspor dan impor dapat terjadi dikarenakan adanya kebutuhan dalam memajukan perekonomian dalam negeri serta memenuhi kebutuhan bahan dalam negeri. Contoh salah satu bahan kimia yang memiliki nilai impor yang tinggi di Indonesia adalah natrium bikarbonat yang memiliki peranan penting dalam industri hulu dan hilir.

Natrium bikarbonat atau yang dikenal juga sebagai *Baking soda*, merupakan senyawa kimia yang memiliki bentuk padatan serbuk yang mempunyai warna putih. Natrium bikarbonat merupakan jenis senyawa yang biasanya sering digunakan oleh berbagai macam industri. Industri yang menggunakan Natrium bikarbonat antara lain seperti industri makanan, kosmetik, plastik, karet, dan lain-lain. Tidak hanya digunakan untuk industri *Natrium bikarbonat* juga dapat digunakan untuk farmasi dalam pembuatan obat dan juga pemadam kebakaran.

1.2. Sejarah dan Perkembangan Proses Pembuatan Natrium Bikarbonat

Natrium bikarbonat atau yang dikenal juga dengan nama natrium bikarbonat merupakan senyawa dengan bentuk serbuk kristal berwarna putih. Natrium bikarbonat telah digunakan mulai dari ribuan tahun yang lalu. Pada zaman mesir kuno orang-orang mesir menggunakan garam endapan alami yang di sebut *natron* (campuran yang mengandung natrium hidrogen karbonat).

Menurut dugaan pada 370-an tahun yang lalu orang-orang di Eropa sudah menggunakan natrium karbonat dalam pembuatan roti dan kue. Pada akhir abad kedelapan belas sepasang tukang roti yang pada saat itu berada di *New York* membuat senyawa natrium karbonat dalam industri pertama kali di dunia. Natrium karbonat ini mereka buat untuk digunakan sebagai pengembang yang mereka gunakan untuk pembuatan roti yang mereka jual.

Pembuatan pabrik natrium karbonat menghasilkann produk lain seperti natrium bikarbonat dan karbon diokisa. Natrium bikarbonat dapat digunakan sebagai bahan baku utama industry. Pembuatan pabrik natrium bikarbonat pertama kali dibuat oleh Ernest Solvay di Brussels-Belgia pada Tahun 1861 produk utama dari pabrik yang dibuat oleh Ernest adalah soda abu, dengan menggunakan natrium bikarbonat yang nanti akan disaring dan di panaskan lalu menjadi soda abu.

Natrium bikarbonat setelah dilakukan penelitian lebih lanjut ternyata memiliki banyak fungsi dalam berbagai aplikasi. Saat ini, bahkan dapat ditemukan dalam daftar obat-obatan esensial Organisasi Kesehatan Dunia. Publikasi Program

Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP) 2002 menemukan bahwa sebagian besar aplikasi global natrium bikarbonat terdapat dalam makanan manusia dan hewan. Natrium bikarbonat merupakan bahan kimia yang banyak digunakan dalam industri-industri seperti industri makanan, sabun, detergen, keramik, industri plastik dan lain-lain.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik Natrium Bikarbonat

Jumlah permintaan natrium bikarbonat di negara Indonesia selalu mengalami peningkatan dari tahun 2017 hingga tahun 2018 dan pada tahun 2019 mengalami penurunan akan tetapi di tahun 2020 dari data yang di dapatkan dapat dilihat bahwa permintaan dari natrium bikarbonat mulai mengalami peningkatan lagi dari tahun 2019. Turunnya permintaan natrium bikarbonat ini mungkin

dikarenakan dampak pandemi yang terjadi pada tahun 2019 yang mempengaruhi segala sektor. Selama ini untuk memenuhi kebutuhan terhadap natrium bikarbonat beberapa perusahaan membeli natrium bikarbonat dari negara luar contohnya seperti China dan Jepang.

Dengan adanya pabrik natrium bikarbonat ini diharapkan dapat menambah kebutuhan sodium bikarbonat dalam negeri. Pabrik natrium bikarbonat ini juga dapat membantu pemerintah dalam membuka lapangan pekerjaan yang baru serta diharapkan dapat memberikan keuntungan finansial dan menambah devisa negara. Industri pabrik natrium bikarbonat dapat mendukung perkembangan industri yang ada di Indonesia.

1.4. Proses Pembuatan Natrium Bikarbonat

Dalam proses pembuatan natrium bikarbonat terdapat dua macam proses yang menjadi dasar pembuatannya, yaitu.

- 1) Proses Natrium Bikarbonat murni
- 2) Proses *Solvey* (Amonium-Soda)

1.4.1. Proses Natrium Bikarbonat murni

Proses pembuatan natrium bikarbonat murni merupakan proses pembuatan natrium bikarbonat atau soda kue dengan menggunakan natrium karbonat sebagai bahan baku yang akan direaksikan dengan menggunakan gas karbon dioksida secara berlawanan arah dalam suatu reaktor untuk menghasilkan natrium bikarbonat. Umumnya natrium bikarbonat yang dibuat menggunakan proses ini memiliki tingkat kemurnian yang tergolong tinggi yaitu 99,9%.

Reaksi proses pembuatan menggunakan metode natrium bikarbonat murni adalah sebagai berikut :

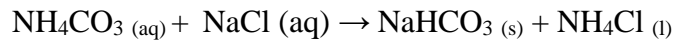
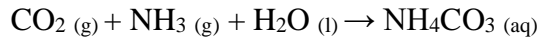


Proses natrium bikarbonat ini sendiri tidak memiliki hasil samping dan bisa dikatakan tidak menghasilkan limbah dari prosesnya. Karena tidak memiliki hasil samping proses ini dikenal sebagai proses yang ramah lingkungan.

1.4.2. Proses Solvey (Amonium-Soda)

Proses *solvey* atau bisa juga disebut sebagai proses amonium-soda merupakan suatu metode yang digunakan dalam proses pembuatan natrium bikarbonat dan natrium karbonat. Pada proses ini mula-mula dihasilkan ammonium

bikarbonat dengan cara mereaksikan amonia, karbon dioksida, dan air. Proses *solvey* merupakan proses yang paling tua dalam metode pembuatan natrium bikarbonat ataupun natrium karbonat. Proses ini merupakan pengembangan dari proses La Blace, dimana tahapan-tahapan proses ini adalah sebagai berikut :



Pada proses *solvey* didapatkan hasil samping berupa ammonium salt atau bisa juga disebut *amonium chlorida*. *Amonium chlorida* ini bisa dimurnikan dengan menggunakan cara sublimasi.

1.5. Data-Data Sifat Fisik dan Kimia

A. Bahan Baku

1. Natrium Klorida

a. Sifat Fisik

Rumus Molekul : NaCl

Wujud : Padatan serbuk putih

Berat Molekul : 58,44 g/mol

Titik Leleh : 810°C

Titik Didih : 1465°C

Densitas : 1,18614 g/cm³ (40°C) (Perry 7th p.2-105)

Kelarutan (air) : 35,8 g/100 g (20°C)

2. Ammonium bikarbonat

a. Sifat Fisik

Rumus Molekul : NH₄HCO₃

Berat molekul : 79,0554 g/mol

Rentuk : Kristal

Titik didih : 169°C

pH : 7,8

Kelarutan : 220 g/l

Specific gravity : 1,59

Kelarutan (air) : 21,22 g/100 mL (20°C)

3. Air

a. Sifat Fisik

Wujud : liquid
Rumus Molekul : H_2O
Berat Molekul : 18,00
Warna : Tidak Berwarna
Densitas : 998 kg/m³
Titik Didih : 100°C
Titik leleh : 0°C
Volome Kritis : 0,063494 m³/ kmol
Temperatur Kritis: 374,15°C
Tekanan Kritis : 220,5 atm
Energi penguapan: 40656,8 kJ/kmol

B. Produk

1. Natrium Bikarbonat

a. Sifat Fisik

Wujud : solid
Rumus Molekul : $NaHCO_3$
Berat Molekul : 84 kg/kmol
Bentuk Kristal : Monoklin
Warna : Putih
Specific Gravity : 2,16
Titik didih : 851°C
Densitas : 2164,33 kg/m³
Kelarutan (air) : 9,6 g/100 mL (20°C)

2. Amonium chlorida

a. Sifat Fisik

Rumus Molekul : NH_4Cl
Wujud : Padatan kristal putih
Berat Molekul : 53,49 g/mol (Perry 7th p.2-8)
Titik Leleh : 520°C (Keyes, p.95)
Titik Didih : 350°C (Keyes, p.95)
Densitas : 1,0564 g/cm³ (50°C) (Perry 7th p.2-99)
Kelarutan (air) : 48,5 g/100 mL (40°C) (Perry 7th p.2-121)

DAFTAR PUSTAKA

- Aerstin, F dan Street.G. 1982. *Applied Chemical Process Design*. New York : Plenum Press.
- Alibaba. 2022. Data Harga Bahan. (Online): Alibaba.com (Diakses pada 2 Oktober 2022).
- Coulson, J. M., dan Richardson, J. F. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition Volume VI*. Swansea: University Wales.
- Couper, J. R., Penney, W. R., James, dan Walas, S. M. 2010. *Chemical Process Equipment Selection and Design Edisi 2*. New York: Butterworth-Heinemann.
- E, Barnea dan J, Mizrahi. 1975. Separation Mechanism Of Liquid-Liquid Dispersions In a Deep Layer Gravity Settler: Part-IV Continuous Settler Characteristics. *Transactions Of The Institution Of Chemical Engineers*. Vol. 53 (2): 83-92.
- Felder, R. M. dan Rousseau, R. W. 2005. *Elementary Principles of Chemical Engineering 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Fogler, H. S. 2016. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. New Delhi: Prentice Hall International Series.
- Global Petrol Price. 2023. Indonesia Fuel Prices and Electricity Prices. (Online). www.globalpetrolprice.com. (Diakses pada 8 Januari 2023).
- Global Sources. 2023. Harga Bahan Baku. (Online): <http://www.globalsources.com>. (Diakses pada 10 Januari 2023).
- Google Maps. 2023. (Online). <http://google.maps.com>. (Diakses pada tanggal 10 Januari 2023).
- Green, D. W., & Perry, R. H. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook Eight Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Grimwood, G. C. 2014. *Aspects of the Design and Use of Sedimenting Centrifuges*. Huddersfield: Thomas Broadbent & Sons Ltd.

- Indiamart. 2023. Harga Bahan Baku. (Online): [http://:www.indiamart.com](http://www.indiamart.com).
(Diakses pada 10 Januari 2023).
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Kirk, R. E., dan Othmer, D. F. 1983. *Encyclopedia Of Chemical Technology. 3rd Edition*. New York: A Wiley Inter Science Publisher Inc.
- Kirk, R.E., dan Othmer, D.F. 1996. *Encyclopedia od Chemical Technology. 4th Edition*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Koretsky, M. D. 2013. *Engineering and Chemical Thermodynamics, 2nd Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering, 3rd Edition*. New Jersey: John Wiley & Sins, Inc.
- Ludwig, Ernest., 1997. *Applied Process Design, 3rd edition*. Gulf Profesional Publishing: Heinemann.
- Luyben, W. L. 2007. *Chemical Reactor Design and Control*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Matche. 2023. Data Harga Peralatan. (Online): [http://:www.matche.com](http://www.matche.com). (Diakses pada 10 Januari 2023).
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering, 5th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Othmer, & Kirk. 1991. *Encyclopedia Of Chemical Technology*. Wiley : New York.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. United States of America: The McGraw Hill Companies.
- Perry, R., & Green, D., 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.

- Sinnott, R. K. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M. 1982. *Chemical Engineering Kinetics 2nd Edition*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Smith, J.M. and Ness H.C., 2001. *Chemical Engineering Thermodynamics*. McGraw-Hill: New York.
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Welty, J. R., Rorrer, G. L., & Foster, D. G. 2015. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, 6th Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Winkle, V. 1967. *Distillation*. New York: McGraw Hill.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw Hill.