

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku

a. Amonium Sulfat

Menurut MSDS, spesifikasi amonium sulfat, sebagai berikut:

Rumus molekul	: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Berat molekul	: 132,14 gr/mol
Bentuk	: Padat, Tidak berwarna
Titik lebur	: 235°C
Densitas	: $1,77 \text{ g/cm}^3$
Sifat	: Tidak mudah terbakar
Kemurnian	: Amonium Sulfat 44,6%
Kelarutan	: Larut dalam air
Impuritas (air)	: $\text{H}_2\text{O} = 1\%$ $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,1\%$

b. Natrium Klorida

Menurut MSDS, spesifikasi amonium sulfat, sebagai berikut:

Rumus molekul	: NaCl
Berat molekul	: 59,45 gr/mol
Bentuk	: Kristal/padat putih
Titik didih	: $1,461^\circ\text{C}$
Titik lebur	: 801°C
Densitas	: $1,769 \text{ g/cm}^3$
Sifat	: Higroskopis dan tidak mudah terbakar
Kemurnian	: 99,78%
Kelarutan	: Larut dalam air dan gliserol
Impuritas (air)	: $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 0,14\%$ Yang tidak larut dalam air = 0,8%

2.1.2. Spesifikasi Produk

a. Amonium Klorida

Menurut MSDS, spesifikasi amonium sulfat, sebagai berikut:

Rumus molekul	: NH_4Cl
Berat molekul	: 53,49 gr/mol
Titik didih (pada 1 atm)	: 520°C
Titik Sublimasi	: 350°C
Titik lebur	: 338°C
Bentuk	: Kristak berwarna putih (25°C , 1 atm)
Sifat	: Higroskopis, cenderung asam dan korosif
Kemurnian	: 99,5%
Kelarutan	: Air, gliserol dan amonium cair
Impuritas (air)	: $\text{H}_2\text{O} = 0,2\%$ (maks) $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,08\%$ (maks)

2.1.3. Spesifikasi Produk Samping

a. Natrium Sulfat

Menurut MSDS, spesifikasi amonium sulfat, sebagai berikut:

Rumus molekul	: NH_2SO_4
Berat molekul	: 142,04 gr/mol
Bentuk	: Kristal berwarna putih (25°C , 1 atm)
Titik lebur	: 884°C
Titik didih (pada 1 atm)	: 1.429°C
Densitas	: $1,77 \text{ g/cm}^3$
Kemurnian	: 99,3%
Kelarutan	: Gliserol dan <i>hydrogen iodide</i>
Impuritas (air)	: $\text{H}_2\text{O} = 0,19\%$ $\text{NH}_4\text{Cl} = 0,17\%$ $\text{NaCl} = 0,11\%$

2.2. Sifat Fisika dan Kimia

2.2.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

1. Amonium Sulfat

a. Sifat Fisika

Menurut Perry (1997) dalam bukunya menjelaskan bahwa sifat fisika amonium sulfat, sebagai berikut:

Rumus kimia	: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Berat molekul	: 132,14 gr/mol
Titik leleh	: Terdekomposisi pada suhu 235°C
Warna	: Abu-abu kecoklatan sampai putih
Wujud	: Kristal padat
Kelarutan dalam air	: 70,6 gram/100 ml air pada suhu 0°C : 103,3 gram/100 ml air pada suhu 100°C
<i>Spesific Gravity</i>	: 1,769

Tidak larut pada pelarut organik, kelarutan menurun ketika ditambahkan amonia

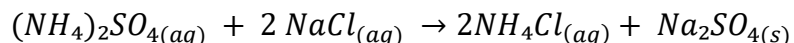
b. Sifat Kimia

Menurut Gowariker (2009) sifat kimia amonium klorida, sebagai berikut:

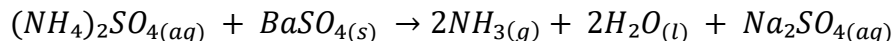
- Pada suhu 280°C dapat terdekomposisi menjadi amonium bisulfat dan amonia. Reaksi yang terjadi adalah:



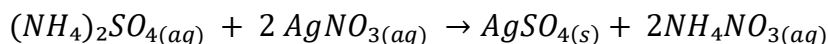
- Bereaksi dengan sodium klorida membentuk amonium klorida dan sodium sulfat. Reaksi yang terjadi adalah:



- Amonium sulfat direaksikan dengan larutan sodium hidroksida akan menghasilkan gas amonia. Reaksi ini berlangsung dengan adanya pemanasan. Reaksi yang terjadi adalah:



- Amonium sulfat direaksikan dengan larutan perak nitrat akan menghasilkan endapan putih perak sulfat. Reaksi yang terjadi adalah:



2. Natrium Klorida

a. Sifat Fisika

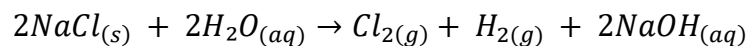
Menurut Perry (1997) dalam bukunya menjelaskan bahwa sifat fisika natrium klorida, sebagai berikut:

Rumus kimia	: NaCl
Berat molekul	: 58,45 gr/mol
Titik didih	: 1413 °C
Titik leleh	: 800,4 °C
Warna	: Tidak berwarna
Wujud	: Kristal padat
<i>Spesific Gravity</i>	: 2,163
Kelarutan dalam air	: 35,7 gram/100 ml air pada suhu 0°C
	: 39,8 gram/100 ml air pada suhu 100°C

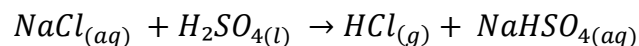
b. Sifat Kimia

Menurut Vogel (1989) sifat kimia natrium klorida, sebagai berikut:

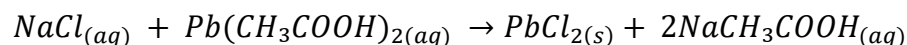
- Melalui proses elektrolisis sodium klorida dilarutkan dengan air akan menghasilkan gas klorin, gas hydrogen dan sodium hidroksida. Reaksi yang terjadi adalah:



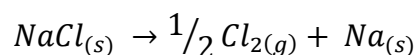
- Sodium klorida direaksikan dengan larutan asam sulfat pekat disertai dengan pemanasan akan terurai sempurna menghasilkan gas asam klorida. Reaksi yang terjadi adalah:



- Sodium klorida direaksikan dengan larutan timbal asetat akan menghasilkan endapan putih timbal klorida. Reaksi yang terjadi adalah:



- Amonium sulfat direaksikan dengan larutan perak nitrat akan menghasilkan endapan putih perak sulfat. Reaksi yang terjadi adalah:



2.2.2. Sifat Fisika dan Kimia Produk

1. Amonium Klorida

a. Sifat Fisika

Menurut Ullman (2003) sifat fisika amonium klorida, sebagai berikut:

Rumus kimia	: NH ₄ Cl
-------------	----------------------

Berat molekul	: 53,49 gr/mol
Titik didih	: 520°C
Titik leleh	: Terdekomposisi pada 350°C
Warna	: Putih
Wujud	: Padat
<i>Spesific Gravity</i>	: 1,53 pada 17°C
Panas pelarutan	: -15,99 kJ/mol
Panas pembentukan	: -298,10 kJ/mol
Panas integral larutan	: +15,7 kJ/mol
NH ₄ Cl pada kondisi jenuh	
Panas differensial larutan	: +15,2 kJ/mol
NH ₄ Cl pada kondisi jenuh	
Kelarutan dalam air	: 29,7 gram/100 ml air pada suhu 0°C
	: 77,3 gram/100 ml air pada suhu 100°C
Sedikit larut dalam alkohol	
Larut dalam gliserol dan amonia cair	
Tidak larut dalam <i>acetone</i> dan <i>pyridine</i>	

Tekanan parsial larutan NH_4Cl jenuh memperlihatkan bahwa amonia

Tabel 2.1. Kelarutan Amonium Klorida dalam Air (Ullman,2003)

Temperatur (°C)	Dalam 100 gr air (gram)
0	29,4
20	34,6
40	45,8
60	55,3
80	65,6
100	77,3
115,6	87,3

Tekanan parsial larutan NH_4Cl jenuh menunjukkan bahwa amonium klorida sedikit higroskopis.

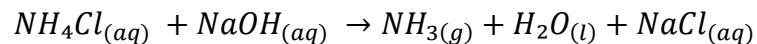
Tabel 2.2. Tekanan parsial larutan amonium klorida jenuh (Ullman, 2003)

Temperatur (°C)	Tekanan (kPa)
10	1,0
20	1,9
30	3,3
40	5,4
50	8,8
60	101,3

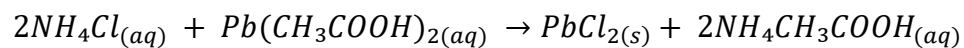
b. Sifat Kimia

Menurut Vogel (1979) sifat kimia amonium klorida, sebagai berikut:

- Larutan amonium klorida bersifat asam dan cenderung menyerang logam besi dan permukaan logam lainnya (korosif) diantaranya adalah tembaga, perunggu dan kuningan.
- Amonium klorida direaksikan dengan larutan NaOH akan menghasilkan gas amonia, reaksi ini berlangsung dengan adanya pemanasan. Reaksi yang terjadi adalah:



- Amonium klorida direaksikan dengan larutan timbal asetat akan menghasilkan endapan putih timbal klorida. Reaksi yang terjadi adalah:



- Pada suhu 338°C dapat terdekomposisi menjadi amonia dan asam klorida. Reaksi yang terjadi adalah:



2. Natrium Sulfat

a. Sifat Fisika

Menurut Nahania (2024) sifat fisika Natrium Sulfat, sebagai berikut:

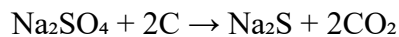
Rumus kimia	:	Na ₂ SO ₄
Berat molekul	:	142,02 gr/mol
Titik didih	:	340°C
Titik leleh	:	Terdekomposisi pada 884°C
Warna	:	Putih

Wujud	:	Padat
<i>Spesific Gravity</i>	:	2,698 g/cm ³
Kelarutan dalam air	:	48,8 gram/100 ml air pada suhu 0°C
	:	49,7 gram/100 ml air pada suhu 32,38°C

b. Sifat Kimia

Menurut Nathania (2024) sifat Natrium Sulfat, sebagai berikut:

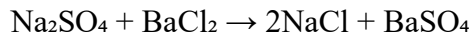
- Natrium Sulfat merupakan tipikal sulfat berikatan ionik elektrostatis
- Tidak reaktif terhadap sebagian besar oksidator maupun reduktor
- Pada suhu tinggi, dapat diubah menjadi Natrium Sulfida melalui reduksi kabotermal



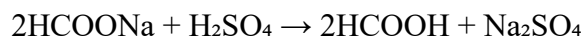
- Bereaksi dengan Asam Sulfat menghasilkan garam asam Natrium Bisulfat



- Menunjukkan kecenderungan membentuk garam rangkap, contohnya dengan Kalium Sulfat membentuk Aphthitalite $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{K}_2\text{SO}_4$
- Reaksi dengan Barium Klorida menghasilkan endapan Barium Sulfat



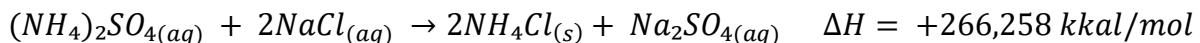
- Jika direaksikan dengan Asam Sulfat akan menghasilkan Asam Format dan Natrium Sulfat



2.3. Konsep Reaksi

2.3.1. Dasar Reaksi

Reaksi pembentukan amonium klorida merupakan reaksi yang terjadi antara amonium sulfat dengan natrium klorida atau biasa dinamakan proses amonium sulfat-natrium klorida (Krik Othmer, 1977). Reaksi yang terjadi, sebagai berikut:



Reaksi pembentukan amonium klorida berlangsung dalam kondisi operasi reaktor, sebagai berikut:

Temperatur : 100°C

Tekanan : 1 atm

Fase : cair-cair

Sifat reaksi : searah

2.3.2. Sifat Reaksi

Menurut Faith, Keyes, and Clark's (1975) dalam bukunya menjelaskan bahwa sifat reaksi pembentukan amonium klorida adalah *irreversible* (searah). Besarnya harga panas reaksi yang terjadi pada suhu 25°C adalah $\Delta H_f^\circ = +0,758$ kcal/gmol, yang artinya reaksi tersebut searah dan membutuhkan panas. Dari harga ΔH_f° yang menunjukkan positif dapat disimpulkan reaksi yang terjadi adalah endotermis (penyerapan panas), hal tersebut mengakibatkan suhu reaktor akan mengalami penurunan terus menerus sehingga diperlukan adanya jaket pemanas untuk mempertahankan suhu reaktor.

2.3.3. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika merupakan suatu tinjauan yang bertujuan untuk mengetahui reaksi itu memerlukan panas atau melepaskan panas. Secara termodinamika reaksi pembentukan amonium klorida dapat dilihat dari harga enthalpi dan konstanta kesetimbangannya. (Yaws, 1999).

Diketahui pada suhu 25°C	=	298	°K
$\Delta H_f^\circ \text{ NH}_4\text{Cl}$	=	-71,2	Kkal/mol
$\Delta H_f^\circ \text{ Na}_2\text{SO}_4$	=	-330,82	Kkal/mol
$\Delta H_f^\circ (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	=	-279,33	Kkal/mol
$\Delta H_f^\circ \text{ NaCl}$	=	-97,324	Kkal/mol

Menurut data ΔH Tabel 2-178 (perry chemical engineering handbook, 2008)

$$\begin{aligned}\Delta H_{r298} &= \sum \Delta H_{\text{produk}} - \sum \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= (2\Delta H_f^\circ \text{ NH}_4\text{Cl} + \Delta H_f^\circ \text{ Na}_2\text{SO}_4) - (\Delta H_f^\circ (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\Delta H_f^\circ \text{ NaCl}) \\ &= ((2 \times (-71,2)) + (-330,82)) - ((-279,33) + (2 \times (-97,324))) \\ &= 0,758 \text{ Kkal/mol}\end{aligned}$$

Menghitung ΔH_r pada suhu reaksi = 100°C = 373°K

$C_p \text{ NH}_4\text{Cl}$	=	23,53	Kkal/mol.K
$C_p \text{ Na}_2\text{SO}_4$	=	32,8	Kkal/mol.K
$C_p (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	=	51,6	Kkal/mol.K
$C_p \text{ NaCl}$	=	12,36	Kkal/mol.K
$\Delta H_{\text{reaktan } 373}$	=	$\sum C_p \cdot \Delta T$	

$$\begin{aligned}
&= 51,6 \times (373-298) + 2 \\
&\quad \times 12,36 (373-298) \\
&= 5724 \quad \text{Kkal/kmol} \\
\Delta H_{produk\ 373} &= \sum C_p \Delta T \\
&= 32,8 \times (373-298) + 2 \\
&\quad \times 23,53 (373-298) \\
&= 5989,5 \quad \text{Kkal/kmol} \\
\Delta H_{r\ 373} &= \Delta H_{produk\ 373} + \Delta H_{r298} - \Delta H_{reaktan\ 373} \\
&= 5989,5 + 758 - 5724 \\
&= 1023,5 \quad \text{Kkal/kmol}
\end{aligned}$$

$\Delta H_{r\ 373}$ bernilai positif sehingga reaksi pembentukan amonium klorida bersifat endotermis (memerlukan panas)

Pada suhu 25°C diperoleh data ΔG sebagai berikut: (perry handbook,1997)

$$\begin{aligned}
\Delta G_f^\circ \text{NH}_4\text{Cl} &= -48,59 \quad \text{Kkal/mol} \\
\Delta G_f^\circ \text{Na}_2\text{SO}_4 &= -381,28 \quad \text{Kkal/mol} \\
\Delta G_f^\circ (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= -274,02 \quad \text{Kkal/mol} \\
\Delta G_f^\circ \text{NaCl} &= -93,92 \quad \text{Kkal/mol} \\
\Delta G_r &= \sum \Delta G_{produk} - \sum \Delta G_{reaktan} \\
&= (2 \Delta G_f^\circ \text{NH}_4\text{Cl} + \Delta G_f^\circ \text{Na}_2\text{SO}_4) - (\Delta G_f^\circ (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2 \Delta G_f^\circ \text{NaCl}) \\
&= (2 \times (-71,2) + (-330,8)) - (-279,3 + 2 \times (-97,32)) \\
&= -16,6 \quad \text{Kkal/mol}
\end{aligned}$$

Dari harga $\Delta H_{r\ 373}$ tersebut dapat dilihat bahwa reaksi pembentukan amonium klorida adalah endotermis (memerlukan panas), dan reaksi ini dapat berlangsung karena mempunyai harga $\Delta G_r < 0$

Menghitung harga konstanta keseimbangan pada suhu 25°C (298°K)

$$\begin{aligned}
\ln K_{298} &= \frac{\Delta G}{-RT} \\
\ln K_{298} &= \frac{-16600}{-1,987 \times 298} \\
\ln K_{298} &= 28,034 \\
K_{298} &= 1,49 \times 10^{12}
\end{aligned}$$

Menghitung harga konstanta keseimbangan pada suhu 100°C (373°K)

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{k_{373}}{k_{298}}\right) &= \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_{298}} - \frac{1}{T_{373}} \right) \\ \ln\left(\frac{k_{373}}{1,49 \cdot 10^{12}}\right) &= \frac{758}{1,987} \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{373} \right) \\ \left(\frac{k_{373}}{1,49 \cdot 10^{12}}\right) &= \exp(0,257) \\ \left(\frac{k_{373}}{1,49 \cdot 10^{12}}\right) &= 1,293562 \\ k_{373} &= 1,92 \times 10^{12} \end{aligned}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan sangat besar maka dapat disimpulkan bahwa reaksi berjalan *irreversible* (searah) ke arah produk (ke kanan)

2.3.4. Tinjauan Kinetika

Menurut Mon *et al.* (2012), reaksi amonium klorida merupakan reaksi orde dua sehingga persamaan kecepatan reaksinya dinyatakan dengan persamaan:

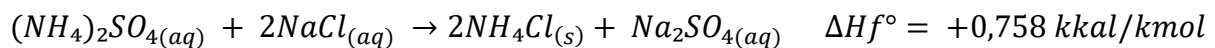
$$r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} r_A &= \text{Kecepatan reaksi} \\ C_A &= \text{Konsentrasi amonium sulfat} \\ &\quad (\text{kmol/m}^3) \\ C_B &= \text{Konsentrasi natrium klorida} \\ &\quad (\text{kmol/m}^3) \end{aligned}$$

2.3.5. Perbandingan Mol Reaktan

Pada proses pembuatan amonium klorida reaksi yang terjadi, sebagai berikut:



Diketahui perbandingan mol reaktan dari koefisien reaksi masing-masing reaktan secara stoikiometri adalah 1:2 dimana 1 mol amonium sulfat bereaksi dengan 2 mol natrium klorida. Untuk menghasilkan 1 ton amonium klorida dibutuhkan amonium sulfat 1300 kg dan natrium klorida 1250 kg, sehingga perbandingan mol reaktan sesungguhnya adalah 1:2,17. Pada reaksi ini amonium sulfat merupakan pereaksi pembatas. Natrium klorida dibuat berlebih dimaksudkan

untuk menggeser kesetimbangan reaksi ke arah pembentukan produk (Faith, Keyes, and Clark's, 1975).

2.4. Langkah Proses

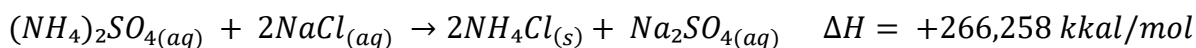
Pada proses pembuatan amonium klorida dengan bahan baku amonium sulfat dan sodium klorida secara garis besar dapat dibagi menjadi empat tahapan, antara lain:

2.4.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Penyiapan bahan baku dimaksudkan untuk mengangkut bahan baku amonium sulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ dan natrium klorida (NaCl) dari gudang penyimpanan pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 30°C . Kemudian diumpankan ke mixer melalui *belt conveyor* tertutup karena amonium sulfat dan natrium klorida bersifat higroskopis, setelah diumpankan pada mixer air diumpankan pada mixer untuk menghomogenkan amonium sulfat hingga terbentuk larutan jenuh, proses yang sama berlaku pada natrium klorida. Setelah proses mixing bahan baku masing-masing, bahan baku akan melalui HE yang berjenis *double pipe* untuk dinaikkan suhunya hingga 100°C .

2.4.2. Tahap Pembentukan Produk

Pembentukan produk terjadi dalam reaktor CSTR. Reaktor ini dilengkapi dengan jaket pemanas yang dialiri steam untuk menjaga kondisi operasi pada temperatur 100°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 95%. Pengaduk dalam reaktor berfungsi untuk menjaga agar komposisi larutan dalam reaktor selalu sama dengan komposisi aliran keluar reaktor dan untuk menjaga distribusi suhu larutan dalam reaktor tetap seragam. Reaktor ini digunakan untuk mereaksikan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan NaCl dengan menggunakan proses kontinyu, sehingga membentuk produk utama berupa NH_4Cl dan Na_2SO_4 sebagai produk samping. Reaksi yang terjadi dalam reaktor, sebagai berikut:



2.4.3. Tahap Pemurnian Produk

Pemurnian produk dimaksudkan untuk memisahkan padatan natrium sulfat dari amonium klorida melalui *rotary filter* jenis drum ($P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 85^\circ\text{C}$), keluaran dari *rotary filter* berupa *cake* Na_2SO_4 dan larutan NH_4Cl . Kemudian *cake* Na_2SO_4 masuk ke *rotary dryer* jenis *direct hit counter current* (RD-01) yang memiliki kemiringan sebesar 12° ($P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 100^\circ\text{C}$) untuk mengurangi kandungan airnya hingga menjadi kristal kering. Sedangkan filtrat dari *rotary filter* berupa larutan NH_4Cl yang ditampung pada mixer (M-03) kemudian dipekatkan menggunakan *evaporator* tipe tabung vertikal dimana *tube*-nya akan berada pada posisi vertikal, dan *feed* masuk

melalui *shell evaporator*, kemudian *steam* akan masuk ke dalam tube melalui bagian atas ($P = 0,5$ atm dan $T = 120^{\circ}\text{C}$). Larutan jenuh dari *evaporator* dialirkan ke kristaliser untuk membentuk kristal amonium klorida pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu 30°C . Untuk mempertahankan suhu pada kristaliser dialirkan air pendingin yang dimasukkan lewat jaket kristaliser, jenis kristaliser yang digunakan adalah *single stage*. Kemudian kristal dan *mother liquor* dari kristaliser dialirkan ke *centrifuge* pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu 40°C , melalui *screw pump*, dalam *centrifuge* kristal dan *mother liquor* akan dipisahkan dan *mother liquor* akan dikembalikan atau di *recycle* ke mixer (M-03) menggunakan pompa untuk digunakan kembali. Sedangkan kristal amonium klorida melalui *screw conveyor* dikeringkan ke dalam *rotary dryer* (RD-02) untuk mengurangi kadar airnya sehingga sesuai dengan spesifikasi produk yang diharapkan.

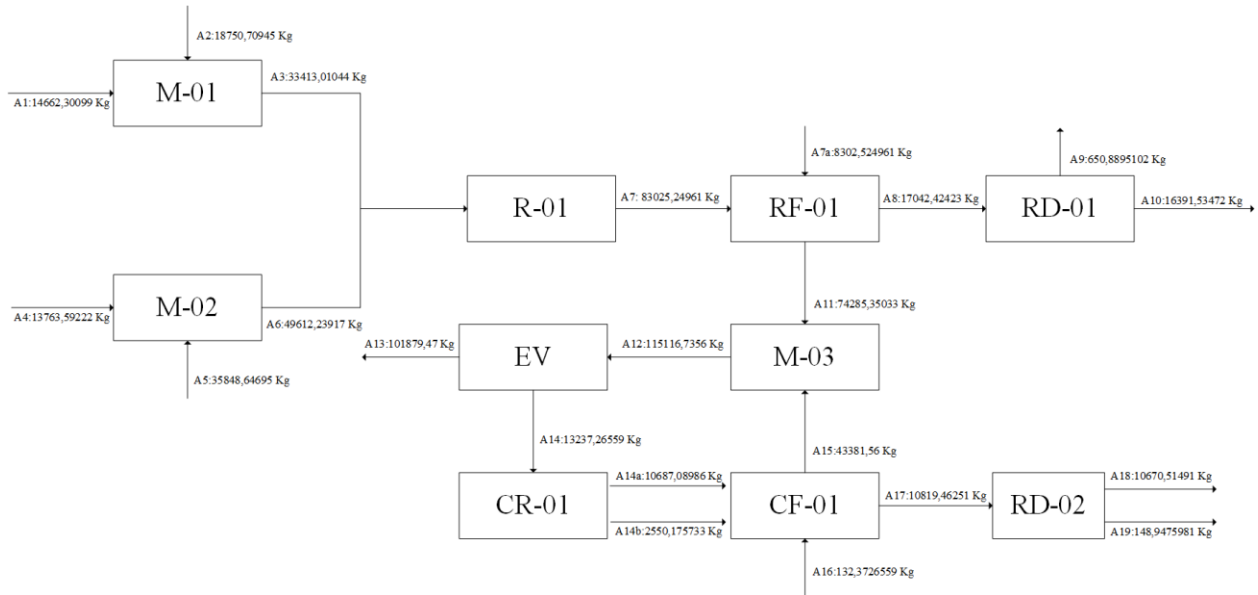
2.4.4. Tahap Penyimpanan Produk

- Penyimpanan produk pada silo 1
- Penyimpanan produk pada silo 2

Kristal natrium sulfat dari *rotary dryer* (RD-01) dan kristal amonium klorida dari *rotary dryer* (RD-02) masing-masing akan dimasukkan ke dalam silo 1 dan 2 melalui *belt conveyor* yang kemudian menuju *screener* agar ukuran kristal sesuai dengan spesifikasi produk pasaran, kemudian diangkut dengan *bucket elevator* untuk ditampung pada silo dan dimasukkan ke unit pengemasan.

2.5. Neraca Massa dan Neraca Panas

2.5.1. Neraca Massa



Gambar 2.1. Neraca Massa Overall

Keterangan Gambar :

M-01	=	Tangki Pelarut $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	RD-01	=	<i>Rotary Dryer 1</i>
M-02	=	Tangki Pelarut NaCl	RD-02	=	<i>Rotary Dryer 2</i>
M-03	=	Tangki <i>Recycle</i>	EV-01	=	Evaporator
R-01	=	Reaktor	CR-01	=	Kristaliser
RF-01	=	<i>Rotary Filter</i>	CF-01	=	<i>Centrifuge</i>

Keterangan Arus :

Arus 1	=	Feed $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Arus 2	=	H_2O pelarut
Arus 3	=	Larutan jenuh $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Arus 4	=	Feed NaCl
Arus 5	=	H_2O pelarut
Arus 6	=	Larutan jenuh NaCl
Arus 7	=	Larutan Produk
Arus 7a	=	Air siraman <i>Rotary filter</i>
Arus 8	=	Padatan terpisah

Arus 9	=	H ₂ O menguap
Arus 10	=	Padatan kering keluar (produk samping Na ₂ SO ₄)
Arus 11	=	Filtrat (NH ₄ Cl)
Arus 12	=	Larutan pekat NH ₄ Cl
Arus 13	=	H ₂ O menguap
Arus 14	=	Larutan jenuh NH ₄ Cl
Arus 14 a	=	Kristal terbentuk
Arus 14 b	=	<i>Mother liquor</i>
Arus 15	=	<i>Recycle</i>
Arus 16	=	Air pencuci
Arus 17	=	Padatan terpisah
Arus 18	=	Produk amonium klorida
Arus 19	=	H ₂ O menguap

a) Mixer (M-01)

Tabel 2.3. Nermas Mixer (M-01)

Komponen	Masuk (Kg)		Keluar (Kg)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
(NH ₄) ₂ SO ₄	14788,0595		14788,05952
H ₂ SO ₄	14,8623714		14,86237137
H ₂ O	22,2935571	18959,05066	18981,34422
	14825,2154	18959,05066	
Total	33784,26611		33784,26611
Selisih	0		

b) Mixer (M-02)

Tabel 2.4. Nermas Mixer (M-02)

Komponen	Masuk (Kg)		Keluar (Kg)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
NaCl	13081,52976		13081,53
CaSO ₄	97,41564714		97,41565

H₂O	737,5756141	36246,96525	36984,54
	13916,52102	36246,96525	
Total	50163,49		50163,49
Selisih		0	

c) **Reaktor (R-01)**

Tabel 2.5. Nermas Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk (Kg)		Keluar (Kg)
	Arus 3	Arus 6	Arus 7
(NH₄)₂SO₄	14788,0595	0	739,4029759
NaCl	0	13081,52976	654,0764879
NH₄Cl	0	0	11375
Na₂SO₄	0	0	15101,10981
H₂SO₄	14,8623714	0	14,86237137
H₂O	18981,3442	36984,54086	55965,88509
CaSO₄	0	97,41564714	97,41564714
	33784,2661	50163,48627	
Total	83947,75238		83947,75238
Sisa		0	

d) **Rotary Vakum Filter (RF-01)**

Tabel 2.6. Nermas Rotary Vakum Filter (RF-01)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar(kg)	
	Arus 7	Arus 7a	Arus 8	Arus 11
(NH₄)₂SO₄	739,4029759	0	713,479	25,9240045
NaCl	654,0764879	0	646,5378	7,5386529
NH₄Cl	11375	0	23,85262	11351,1474
Na₂SO₄	15101,10981	0	15087,99	13,1187799
H₂SO₄	14,86237137	0	0	14,8623714
H₂O	55965,88509	8394,775238	662,771	63697,8893

CaSO₄	97,41564714	0	97,41565	0
	83947,75238	83947,75238	17232,05	75110,4805
Total	92342,52762		92342,52762	
Sisa		0		

e) Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 2.7. Nermas Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Masuk (kg)	Keluar(kg)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
(NH₄)₂SO₄	713,478971	0	713,479
NaCl	646,537835	0	646,5378
NH₄Cl	23,8526166	0	23,85262
Na₂SO₄	15087,991	0	15087,99
H₂O	662,771044	658,1316	4,639397
CaSO₄	97,4156471	0	97,41565
	17232,0471	658,1316	16573,92
Total	17232,0471	17232,04715	
Sisa		0	

f) Mixer (M-03)

Tabel 2.8. Nermas Mixer (M-03)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar(kg)
	Arus 11	Arus R(15 b)	Arus 12
(NH₄)₂SO₄	25,9240045	23,16569044	49,08969496
NaCl	7,5386529	3,313237949	10,85189085
NH₄Cl	11351,1474	597,0703524	11948,21774
Na₂SO₄	13,1187799	6,78503295	19,90381282
H₂SO₄	14,8623714	2,37797942	17,24035079
H₂O	63697,8893	40651,99294	104349,8822
	75110,4805	41284,70523	

Total	116395,1857	116395,1857
Sisa	0	

g) Evaporator

Tabel 2.9. Nermas Evaporator 1

Komponen	Input		Output	
	x	m	x	m
(NH₄)₂SO₄	0,00042175	49,08969	0,00042175	49,08969496
NaCl	9,3233E-05	10,85189	9,32332E-05	10,85189085
NH₄Cl	0,10265216	11948,22	0,102652164	11948,21774
Na₂SO₄	0,000171	19,90381	0,000171002	19,90381282
H₂SO₄	0,00014812	17,24035	0,000148119	17,24035079
H₂O	0,89651373	104349,9	0,601508646	70012,7105
Uap air	0	0	0,295005086	34337,17172
Jumlah	1	116395,2	1	116395,1857

Tabel 2.10. Nermas Evaporator 2

Komponen	Input		Output	
	x	m	x	m
(NH₄)₂SO₄	0,00042175	49,08969	0,00042175	49,08969496
NaCl	9,3233E-05	10,85189	9,32332E-05	10,85189085
NH₄Cl	0,10265216	11948,22	0,102652164	11948,21774
Na₂SO₄	0,000171	19,90381	0,000171002	19,90381282
H₂SO₄	0,00014812	17,24035	0,000148119	17,24035079
H₂O	0,60150865	70012,71	0,30650356	35675,53878
uap air	0	0	0,295005086	34337,17172
Jumlah	0,70499491	82058,01	0,704994914	82058,01398

Tabel 2.11. Nermas Evaporator 3

Komponen	Input		Output	
	x	m	x	m
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,00042175	49,08969	0,00042175	49,08969496
NaCl	9,3233E-05	10,85189	9,32332E-05	10,85189085
NH ₄ Cl	0,10265216	11948,22	0,102652164	11948,21774
Na ₂ SO ₄	0,000171	19,90381	0,000171002	19,90381282
H ₂ SO ₄	0,00014812	17,24035	0,000148119	17,24035079
H ₂ O	0,30650356	35675,54	0,011498474	1338,367054
uap air	0	0	0,295005086	34337,17172
Jumlah	0,40998983	47720,84	0,409989829	47720,84226

Tabel 2.12. Nermas Evaporator Overall

Komponen	Masuk (kg)	Keluar(kg)	
	Arus 12	Arus 13	Arus 14
(NH ₄) ₂ SO ₄	49,08969496	0	49,08969
NaCl	10,85189085	0	10,85189
NH ₄ Cl	11948,21774	0	11948,22
Na ₂ SO ₄	19,90381282	0	19,90381
H ₂ SO ₄	17,24035079	0	17,24035
H ₂ O	104349,8822	103011,5152	1338,367
	116395,1857	103011,5152	13383,67
Total	116395,1857	116395,1857	
Sisa		0	

h) Crystalizer (CR-01)

Tabel 2.13. Nermas Kristaliser (CR-01)

Komponen	Masuk (kg)	Keluar(kg)	
	Arus 14	Arus 14a	Arus 14b
(NH ₄) ₂ SO ₄	49,089695	6,452037577	42,64
NaCl	10,8518908	9,678056366	1,174
NH ₄ Cl	11948,2177	0	1195
NH ₄ Cl Kristal	0	10753,39596	0
Na ₂ SO ₄	19,9038128	13,97941475	5,924
H ₂ SO ₄	17,2403508	4,301358385	12,94
H ₂ O	1338,36705	18,28077314	1320
	13383,6705	10806,0876	2578
Total	13383,6705	13383,6705	
Sisa		0	

i) Centrifuge (CF-01)

Tabel 2.14. Nermas Centrifuge (CF-01)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar(kg)		
	Arus 14a	Arus 14b	Arus 16	Arus 15 (R)	Arus 17
(NH ₄) ₂ SO ₄	6,45203758	42,63765739	0	42,64	6,452038
NaCl	9,67805637	1,173834482	0	1,174	9,678056
NH ₄ Cl	10753,396	1194,821774	0	1195	10753,4
Na ₂ SO ₄	13,9794148	5,924398072	0	5,924	13,97941
H ₂ SO ₄	4,30135838	12,93899241	0	12,94	4,301358
H ₂ O	18,2807731	1320,086281	133,8367054	1320	152,1175
	10806,0876	2577,582937	133,8367054	2578	10939,92
Total	13517,5072		13517,5072		
Sisa			0		

j) Rotary Dryer (RD-02)

Tabel 2.15. Nermas Rotary Dryer (RD-02)

Komponen	Masuk (kg)	Keluar(kg)	
	Arus 17	Arus 18	Arus 19
(NH ₄) ₂ SO ₄	6,452037577	6,452037577	0
NaCl	9,678056366	9,678056366	0
NH ₄ Cl Kristal	10753,39596	10753,39596	0
Na ₂ SO ₄	13,97941475	13,97941475	0
H ₂ SO ₄	4,301358385	4,301358385	0
H ₂ O	152,1174785	1,521174785	150,5963
	10939,92431	10789,328	150,5963
Total	10939,92431	10939,92431	
Sisa		0	

Neraca Massa Overall

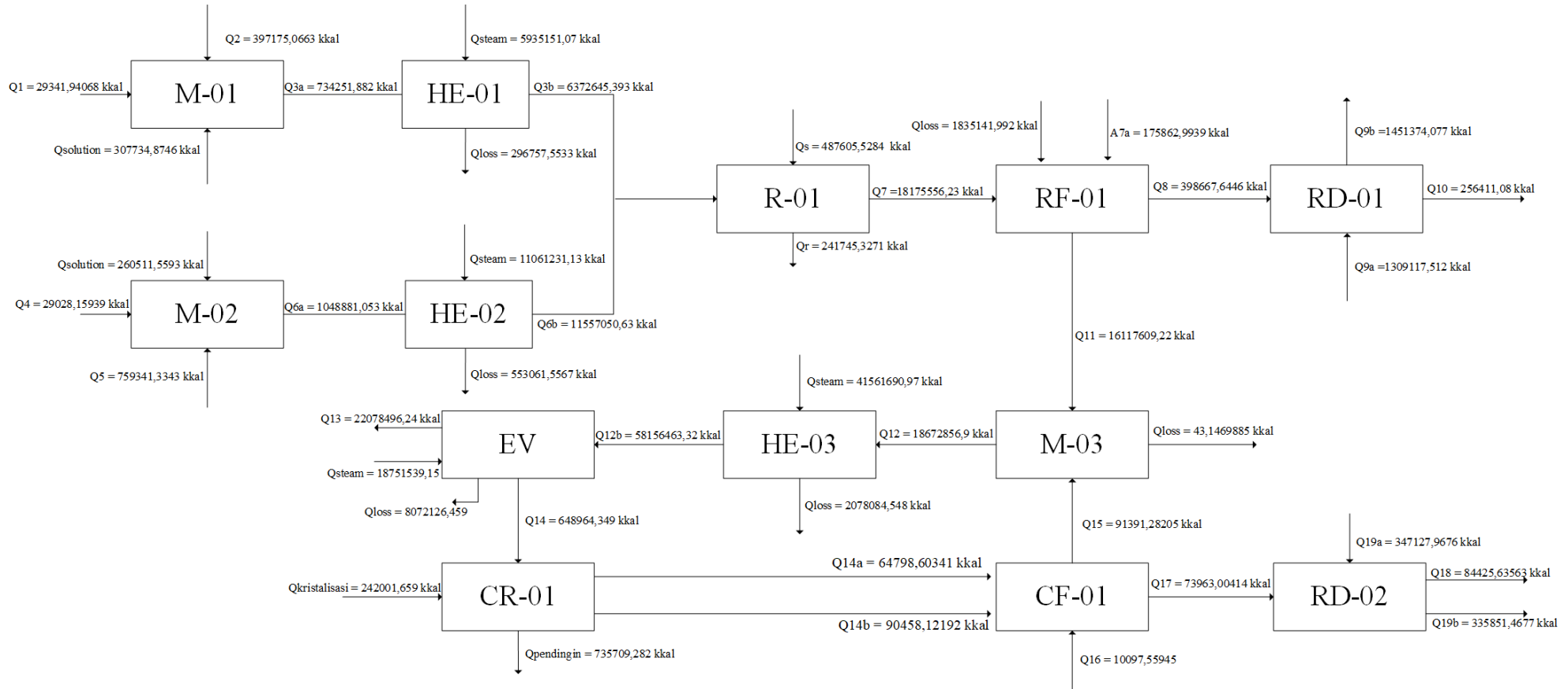
Tabel 2.16. Neraca Massa Overall

Komponen	Input	Output
Aliran 1	14825,21545	
Aliran 2	18959,05066	
Aliran 3	33784,26611	33784,26611
Aliran 4	13916,52102	
Aliran 5	36246,96525	
Aliran 6	50163,48627	50163,48627
Aliran 7	83947,75238	83947,75238
Aliran 7a	8394,775238	
Aliran 8	17232,04715	17232,04715
Aliran 9		658,1316468
Aliran 10		16573,9155
Aliran 11	75110,48047	75110,48047
Aliran 12	116395,1857	116395,1857
Aliran 13		103011,5152

Aliran 14	13383,67054	13383,67054
Aliran 14a	10806,0876	10806,0876
Aliran 14b	2577,582937	2577,582937
Aliran 15	41284,70523	2577,582937
Aliran 16	133,8367054	
Aliran 17	10939,92431	10939,92431
Aliran 18		10789,328
Aliran 19		150,5963037
Total	548101,553	548101,553
Selisih		0

$$\begin{aligned}
\text{Efisiensi Produksi} &= (\text{Produk/Bahan Baku}) \times 100\% \\
&= ((16573+10789,328)/(14788+13081)) \times 100\% \\
&= 98,18316 \quad \%
\end{aligned}$$

2.5.2. Neraca Panas



Gambar 2.2. Neraca Panas Overall

Keterangan Gambar :

M-01	=	Tangki Pelarut $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	RF-01	=	<i>Rotary filter</i>
M-02	=	Tangki Pelarut NaCl	RD-01	=	<i>Rotary Dryer 1</i>
M-03	=	Tangki <i>Recycle</i>	RD-02	=	<i>Rotary Dryer 2</i>
HE-01	=	<i>Heat Exchanger</i> $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	EV-01	=	Evaporator
HE-02	=	<i>Heat Exchanger</i> NaCl	CR-01	=	Kristaliser
HE-03	=	<i>Heat Exchanger</i> NH_4Cl	CF-01	=	<i>Centrifuge</i>
R-01	=	Reaktor			

Keterangan**Arus :**

Arus 1	=	Panas $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ masuk
Arus 2	=	Panas air pelarut untuk membuat larutan jenuh $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Arus 3a	=	Panas larutan jenuh $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ masuk <i>heat exchanger</i>
Arus 3b	=	Panas larutan jenuh $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ masuk reaktor
Arus 4	=	Panas NaCl masuk
Arus 5	=	Panas air pelarut untuk membuat larutan jenuh NaCl
Arus 6a	=	Panas larutan jenuh NaCl masuk <i>heat exchanger</i>
Arus 6b	=	Panas larutan jenuh NaCl masuk reaktor
Arus 7	=	Panas larutan keluar dari reaktor
Arus 7a	=	Panas air siraman masuk <i>rotary filter</i>
Arus 8	=	Panas <i>cake</i> /padatan yang terpisah
Arus 9a	=	Panas udara kering masuk <i>rotary dryer</i>
Arus 9b	=	Panas uap air yang keluar dari <i>rotary dryer</i>
Arus 10	=	Panas padatan kering produk samping (Na_2SO_4)
Arus 11	=	Panas larutan filtrat <i>rotary filter</i>
Arus 12	=	Panas larutan NH_4Cl masuk <i>heat exchanger</i>
Arus 12 b	=	Panas larutan NH_4Cl masuk evaporator
Arus 13	=	Panas uap air yang keluar dari evaporator
Arus 14	=	Panas larutan jenuh NH_4Cl masuk kristaliser
Arus 14 a	=	Panas yang dibawa larutan masuk ke <i>centrifuge</i>

Arus 14 b	=	Panas yang dibawa kristal dan <i>mother liquor</i> masuk <i>centrifuge</i>
Arus 15	=	Panas larutan <i>recycle</i>
Arus 16	=	Panas yang dibawa air pencucian kristal masuk
Arus 17	=	Panas yang dibawa kristal keluar
Arus 18	=	Panas yang dibawa keluar kristal NH_4Cl kering
Arus 19a	=	Panas udara kering masuk <i>rotary dryer</i>
Arus 19b	=	Panas uap air yang keluar dari <i>rotary dryer</i>

a) Mixer (M-01)

Tabel 2.17. Nerpan Mixer (M-01)

Panas	Q input (kkal)	Qoutput (kkal)
Q1	29341,94068	
Q2	397175,0663	
Qsolt	307734,8746	
Q3		734251,8816
Jumlah	734251,8816	734251,8816
Selisih		0

b) Mixer (M-02)

Tabel 2.18. Nerpan Mixer (M-02)

Panas	Q input (kkal)	Qoutput (kkal)
Q1	29028,15939	
Q2	759341,3343	
Qsolt	260511,5593	
Q3		1048881,053
Jumlah	1048881,053	1048881,053
Selisih		0

c) Heat Exchanger (HE-01)

Tabel 2.19. Nerpan Heat Exchanger (HE-01)

Panas	Qinput(kkal)	Qoutput(kkal)
Q3a	734251,882	
Q3b		6372645,393
Qsteam	5935151,07	
Qloss		296757,5533
Jumlah	6669402,95	6669402,947
Selisih		0

d) Heat Exchanger (HE-02)

Tabel 2.20. Nerpan Heat Exchanger (HE-02)

Panas	Qinput(kkal)	Qoutput(kkal)
Q3a	734251,882	
Q3b		6372645,393
Qsteam	5935151,07	
Qloss		296757,5533
Jumlah	6669402,95	6669402,947
Selisih		0

e) Reaktor (R-01)

Tabel 2.21. Nerpan Reaktor (R-01)

Panas	Q input (kkal)	Q Output (kkal)
Q3b	6372645,393	
Q6b	11557050,63	
Q7		18175556,23
Qs	487605,5284	
Qr		241745,3271
Jumlah	18417301,55	18417301,55
Selisih		0

f) Rotary Vakum Filter (RF-01)

Tabel 2.22. Nerpan Rotary Vakum Filter (RF-01)

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q8	398667,6446	
Q9a	1309117,512	
Q9b		1451374,077
Q10		256411,08
Jumlah	1707785,157	1707785,157
Selisih		0

g) Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 2.23. Nerpan Rotary Dryer (RD-01)

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q8	398667,6446	
Q9a	1309117,512	
Q9b		1451374,077
Q10		256411,08
Jumlah	1707785,157	1707785,157
Selisih		0

h) Mixer (M-03)

Tabel 2.24. Nerpan Mixer (M-03)

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q11	16117610,34	
Q15	2555289,705	
Q12		18672856,9
Qloss		43,1469885
Jumlah	18672900	18672900
Selisih		0

i) Heat Exchanger (HE-03)

Tabel 2.25. Nerpan Heat Exchanger (HE-03)

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q12	18467670,97	
Q12b		57793267,87
Qsteam	41395365,16	
Qloss		2069768,258
Jumlah	59863036,13	59863036,13
Selisih		0

j) Evaporator

Tabel 2.26. Nerpan Badan Evaporator 01

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q12x	41944649,93	
Qs	17669772,86	
Q13x		22135643,05
Q14x		26483754,39
QL		10995025,35
Jumlah	59614422,79	59614422,79
Selisih		0

Tabel 2.27. Nerpan Badan Evaporator 02

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q12y	26364933,56	
Qs	18225492,51	
Q13y		22357745,88
Q14y		12179181,97
QL		10053498,22
Jumlah	44590426,07	44590426,07
Selisih		0

Tabel 2.28. Nerpan Badan Evaporator 03

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q12z	12048047,9	
Qs	18751539,15	
Q13z		22078496,24
Q14z		648964,349
QL		8072126,459
Jumlah	30799587,05	30799587,05
Selisih		0

k) Crystalizer (CR-01)**Tabel 2.29.** Nerpan Kristaliser (CR-01)

Panas	Input	Output
Q14	641860,7324	
Panas kristalisasi	239.336,712	
Q14a		64085,03453
Q14b		89472,4267
Qpendingin		727.639,983
Jumlah	881197,4439	881197,4439
Selisih		0

l) Centrifuge (CF-01)

Tabel 2.30. Nerpan Centrifuge (CF-01)

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q14a	64798,60341	
Q14b	90458,12192	
Q15		91391,28205
Q16	10097,55945	
Q17		73963,00414
Jumlah	165354,2848	165354,2848
Selisih		0

m) Rotary Dryer (RD-02)

Tabel 2.31. Nerpan Rotary Dryer (RD-02)

Panas	Qinput (kkal)	Qoutput (kkal)
Q17	73149,13574	
Q19a	347127,9676	
Q19b		335851,4677
Q18		84425,63563
Jumlah	420277,1033	420277,1033
Selisih		0

Neraca Panas Overall

Tabel 2.32. Neraca Panas Overall

Komponen	Input	Output
M-01		
Q1	29341,9407	
Q2	397175,066	
Qsolt	307734,875	
Q3		734251,882
HE-01		

Q3a	734251,882	
Q3b		6372645,39
Qsteam	5935151,07	
QL		296757,553
M-02		
Q4	29028,1594	
Q5	759341,334	
Qsolt	260511,559	
Q6		1048881,05
HE-02		
Q6a	1048881,05	
Q6b		11557050,6
Qsteam	11061231,1	
QL		553061,557
R-01		
Q3b	6372645,39	
Q6b	11557050,6	
Q7		18175556,2
Qsteam	487605,528	
Qr		241745,327
RF-01		
Q7	18175556,2	
Q7a	175862,994	
Q8		1835141,92
Q11		398667,645
QL		16117609,7
RD-01		
Q8	398667,645	
Q10		256411,08
Q9a	1309117,51	
Q9b		1451374,08

M-03

Q11	16117610,3	
Q15	2555289,7	
Q12		18672856,9
Qloss		43,1469885

HE-03

Q12a	18672856,9	
Q12b		58156463,3
Qsteam	41561691	
QL		2078084,55

EV1

Q12x	41944649,9	
Qs	17669772,9	
Q13x		22135643
Q14x		26483754,4
QL		10995025,3

EV2

Q12y	26364933,6	
Qs	18225492,5	
Q13y		22357745,9
Q14y		12179182
QL		10053498,2

EV3

Q12z	12048047,9	
Qs	18751539,1	
Q13z		22078496,2
Q14z		648964,349
QL		8072126,46

CR

Q14	648964,349	
Qkristalisasi	242001,659	

Q14a		64798,6034
Q14b		90458,1219
Q pendingin		735709,282
CF		
Q14a	64798,6034	
Q14b	90458,1219	
Q15		91391,282
Q16	10097,5594	
Q17		73963,0027
RD-02		
Q17	73963,0041	
Q18		85365,6831
Q19a	350971,697	
Q19b		339569,018
Jumlah	274432293	274432293
Selisih		0

Panas Hilang

Panas Hilang = (Total Panas Hilang/Total Panas) X 100%

Panas Hilang= 17,5512167 %

Efisiensi Panas

Efisiensi Panas = 100% - Panas Hilang

Efisiensi Panas = 82,4487833 %

2.6. Flowsheet

2.7. Lay Out Pabrik dan Peralatan Proses

2.7.1. Layout Pabrik

James A Moore (2000) mengungkapkan *layout* pabrik merupakan rencana dari keseluruhan tata letak fasilitas dalam industri yang termasuk penempatan personil, pemindahan material, alat-alat proses operasi, dan alat pendukung lainnya, sehingga dengan menggunakan fasilitas-fasilitas yang ada dalam perusahaan dapat menciptakan suatu kegiatan yang optimum. Sedangkan menurut Yamit (1996) perencanaan *layout* adalah rencana pengaturan semua fasilitas produksi guna memperlancar produksi yang efektif dan efisien. Sehingga *layout* pabrik sangat diperlukan dalam keberjalanan pabrik sehingga penggunaan area pabrik dan kelancaran proses produksi terjamin.

Layout pabrik biasanya meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan, baik bahan baku maupun produk. Tata letak pabrik harus memperkirakan penentuan penempatan alat-alat produksi, sehingga alur proses produksi dapat berjalan dengan lancar serta faktor keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dapat terjamin. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu, ditinjau dari segi lalu lintas barang, control dan keamanan.

Dalam perancangan tata letak pabrik amonium klorida, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan. Menurut Weliza (2022) adapun faktor tersebut, sebagai berikut:

a) Kemungkinan perluasan di masa depan

Perluasan pabrik harus sudah diperhitungkan sejak awal agar tidak terjadi masalah terkait kebutuhan tempat tidak timbul di waktu yang akan datang. Sejumlah area khusus sudah disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik maupun mengolah produknya sendiri ke produk yang lain. Salah satu kendala yang dapat terjadi adalah terkait harga, sehingga dapat membatasi kemampuan penyediaan area. Jika harga tanah tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan dan penempatan peralatan sehingga menghemat tempat.

b) Keselamatan pekerja dan letak alat

Keselamatan pekerja perlu diperhatikan untuk menjaga kelancaran pabrik, sehingga letak setiap alat produksi harus disusun secara urut dari segi teknis sesuai dengan urutan setiap proses kerja. Selain itu penerapan ruangan dan ventilasi yang baik juga perlu diperhatikan agar tidak terjadi kecelakaan kerja bagi pekerja.

c) Bentuk pondasi, kerangka, atap dan tembok bangunan

Bentuk bangunan, jarak antar bangunan yang satu dengan bangunan yang lain, pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, *steam* dan listrik akan memudahkan kerja dan perawatannya.

d) Kemungkinan timbulnya bahaya seperti kebakaran dan ledakan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan dan asap/gas beracun harus benar-benar diperhatikan dalam prarancangan taat letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengaman seperti *hydrant*, penampung air yang cukup, penahan ledakan. Tangki penyimpan bahan baku atau produk berbahaya harus diletakkan di area yang khusus.

e) Kemudahan akses dan alternatif

Operator harus memiliki akses yang mudah ke lokasi alat ukur dan peralatan kontrol untuk mengurangi kecelakaan kerja. Selain itu dibutuhkan adanya jalan pintas guna memberikan pertolongan dan menyediakan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

f) Lokasi kantor

Lokasi perkantoran mudah dijangkau dari jalan utama untuk efisiensi waktu. Secara umum *layout* pabrik ini dapat dibagi menjadi beberapa daerah denah utama, yaitu:

1) Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol.

- a. Daerah administrasi merupakan kegiatan administrasi pabrik
- b. Daerah laboratorium dan ruang *control* merupakan pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual

2) Daerah proses

Daerah proses merupakan tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung

3) Daerah pergudangan dan bengkel

Gudang merupakan tempat penyimpanan bahan kimia pendukung proses, barang dan suku cadang alat proses. Bengkel digunakan untuk perbaikan alat-alat dan pembuatan alat-alat penunjang proses

4) Daerah utilitas

Utilitas merupakan tempat dimana terjadi kegiatan penyediaan sarana pendukung proses

5) Daerah fasilitas umum

Merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja seperti tempat parkir, masjid dan kantin.

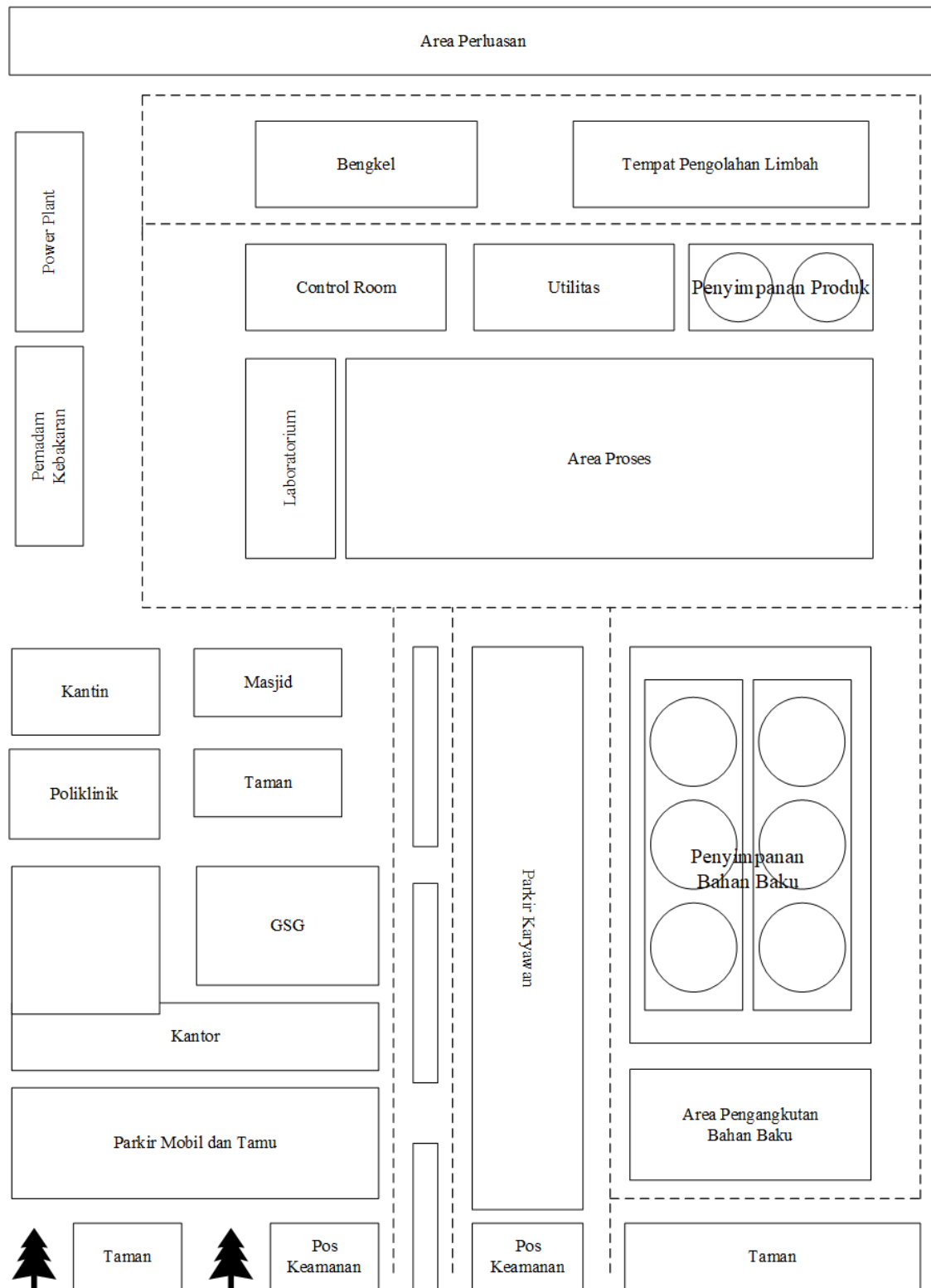
6) Daerah pengolahan limbah

Pengolahan limbah merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah yang berasal dari aktivitas pabrik. Daerah ini ditempatkan di tempat yang jauh dari bangunan kantin, poliklinik, masjid dan daerah administrasi.

Tabel 2.33. Perincian luas tanah sebagai Bangunan Pabrik

Bangunan	Luas (m²)
Pos Keamanan	50
Masjid	400
Laboratorium	400
Kantor	1000
Bengkel	300
Gudang Penyimpanan	1500
Kantin	300
Poliklinik	300
Gedung Serbaguna	800
Power Plant	300
Utilitas	900
Jalan	3000
Area Produksi	3000
Taman dan lahan parkir	1500
Pemadam Kebakaran	300
<i>Control Room</i>	400
Pengolahan Limbah	800
Daerah Perluasan Pabrik	3000
Total	18250

Adapun *layout* pabrik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.3. Layout Pabrik

2.7.2. Layout Proses

Menurut Suprpti (2009) menjelaskan bahwa *layout* proses merupakan pengaturan letak fasilitas berdasarkan fungsi kerja setiap alat produksi. Dalam menentukan *layout* proses pada pabrik amonium klorida terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Pengaliran bahan baku yang baik akan menunjang kelancaran dan keamanan proses produksi. Diperhatikan juga elevasi pipa dimana untuk pipa diatas tanah sebaiknya pemasangan dilakukan diketinggian 3 meter atau lebih sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah perlu diatur sedemikian sehingga tidak akan mengganggu lalu lintas pekerja.

2. Pencahayaann

Penerangan pada area pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya dan beresiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

3. Aliran Udara

Aliran udara didalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan agar lancar. Hal tersebut bertujuan menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya sehingga dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

4. Jarak Antar Proses

Penentuan jarak antar alat proses perlu diperhatikan temperature serta tekanan pada setiap alat. Untuk alat proses dengan temperature dan tekanan tinggi dipisahkan dari alat-alat proses lainnua sehingga apabila terjadi hal yang tidak diinginkan seperti ledakan atau kebakaran tidak membahayakan alat proses yang lain.

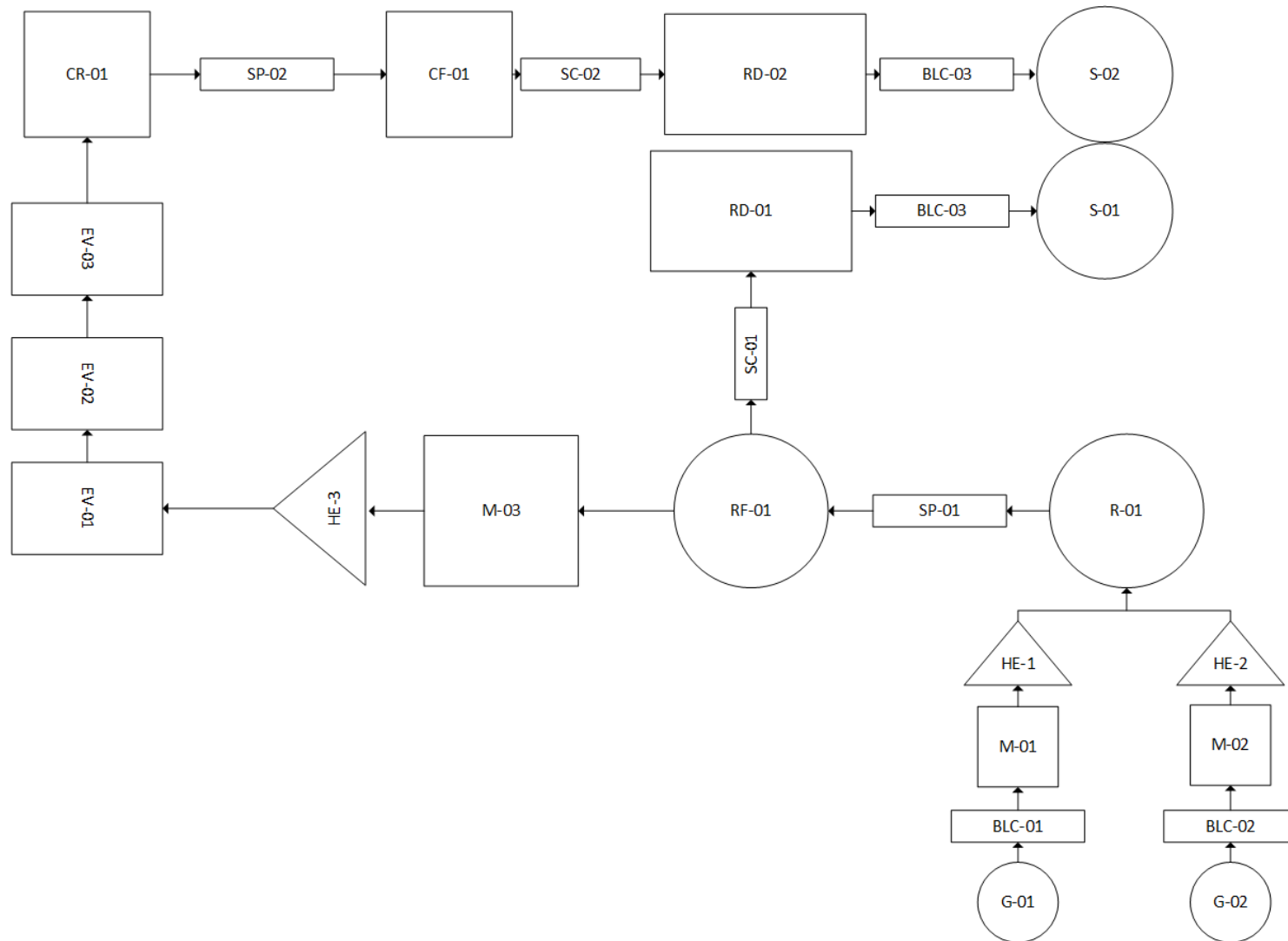
5. Pertimbangan Ekonomi

Penempatan alat-alat proses pada pabrik diupayakan dapat menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga akan menguntungkan dalam segi ekonomi.

6. Lalu Lintas Manusia

Dalam perancangan *layout* proses pabrik, perlu diperhatikan agar para pekerja dalam mencapai seluruh alat proses dapat dengan mudah dan tepat supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki, dan keamanan pekerja selama menjalankan pekerjaan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan.

Adapun *Layout* proses dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.4. Layout Proses