

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tembaga sulfat pentahidrat atau *Copper(II) Sulphate Pentahydrate* adalah padatan kristal biru dengan rumus kimia  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Tembaga sulfat pentahidrat memiliki nama lain *blue vitriol* <sup>[1]</sup>.

Tembaga sulfat pentahidrat ini disiapkan dengan mereaksikan tembaga(II) oksida atau tembaga(II) karbonat dengan asam sulfat encer. Larutan campuran ini dipanaskan hingga jenuh dan tembaga sulfat pentahidrat biru mengkristal saat mendingin (biasanya beberapa tetes asam sulfat encer ditambahkan untuk mencegah hidrolisis). Dalam tembaga sulfat pentahidrat, setiap ion tembaga(II) dikelilingi oleh empat molekul air disudut segi empat, posisi oktahedral kelima dan keenam diisi oleh atom oksigen dari anion sulfat, dan molekul air kelima dipegang di tempat oleh ikatan hidrogen <sup>[1]</sup>.

Dalam banyak kondisi, tembaga sulfat pentahidrat digunakan sebagai perantara, misalnya, untuk menghasilkan fungisida tanaman untuk campuran seperti *Bordeaux*, tembaga(II) sulfat tribasik, atau tembaga(II) hidroksida. Jumlah yang signifikan dari tembaga sulfat pentahidrat digunakan dalam kombinasi dengan natrium dikromat dan asam arsenik untuk pengawetan kayu. Tembaga sulfat pentahidrat adalah algasida yang efektif dan ekonomis untuk danau dan kolam. Dalam industri pertambangan, digunakan sebagai aktivator flotasi untuk bijih timbal, seng, dan kobalt. Larutan tembaga sulfat sering digunakan dalam industri elektroplating. Senyawa ini juga digunakan sebagai mordant dalam pewarnaan tekstil, dalam persiapan pewarna azo dan formazan, sebagai pigmen dalam cat, untuk mengawetkan kulit dan penyamakan kulit <sup>[2]</sup>.

Kebutuhan cukup besar dari tahun ke tahun. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Indonesia harus mengimpor dari 20 negara. Nilai Impor terbesar antara lain dari negara Jepang, China, Brazil, Taiwan, Korea Selatan, Meksiko, dan Thailand <sup>[3]</sup>.

Salah satu industri yang menggunakan kristal  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ini adalah PT Petrokimia yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Pada industri ini, kristal  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  digunakan sebagai bahan aditif dalam pembuatan pupuk NPK <sup>[4]</sup>.

## 1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Tembaga sulfat pentahidrat ini sendiri mulai dikembangkan sejak tahun 1885 sebagai salah satu campuran *bordeaux mixture* (sejenis fungisida) dan merupakan produk yang penting dari sejumlah produk yang lain. Kurang lebih 20 hingga 30 persen tembaga sulfat yang dipasarkan diproduksi dengan cara yang sederhana yakni kristalisasi larutan <sup>[5]</sup>.

Pada 2022, tercatat konsumsi tembaga sulfat pentahidrat sekitar 320.000 ton. Jumlah ini merupakan total nilai impor oleh 136 negara diseluruh dunia<sup>[6]</sup>.

## 1.3. Kegunaan Produk

Tembaga(II) sulfat pentahidrat banyak digunakan dan di aplikasikan sebagai berikut<sup>[2]</sup>:

- Digunakan untuk pengawetan kayu, dengan cara dikombinasikan dengan natrium dikromat dan asam arsenik
- Tembaga sulfat pentahidrat adalah algasida yang efektif dan ekonomis untuk danau dan kolam.
- Dalam industri pertambangan, digunakan sebagai aktivator flotasi untuk bijih timbal, seng, dan kobalt.
- Larutan tembaga sulfat digunakan dalam industri elektroplating.
- Digunakan sebagai mordan dalam pewarnaan tekstil, dalam persiapan pewarna azo dan formazan, sebagai pigmen dalam cat, untuk mengawetkan kulit dan penyamakan kulit.

## 1.4. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

### 1.4.1. Spesifikasi Bahan Baku

#### 1.4.1.1. Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 60%

##### a. Sifat Fisika <sup>[7]</sup>

- Nama : Asam Sulfat, *Sulfuric Acid*
- Rumus molekul : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Kemurnian : 60%
- Bau : Tidak berbau
- Wujud : Cair

- Warna : larutan murni Tidak berwarna
- Berat molekul : 98,08 g/gmol
- pH : < 1
- Titik didih : 288 °C
- Titik leleh : 10°C
- Tekanan uap : <1 hPa (20 °C)
- Massa jenis uap relatif : 3.4 (pada 20 °C)
- Densitas relatif : 1.8
- Densitas : 1840kg/m<sup>3</sup> (pada 25°C)

b. Sifat Kimia [7]

- Asam sulfat (sulfuric acid) adalah asam kuat. Asam sulfat dapat membentuk garam yang sedikit larut atau endapan dengan kalsium oksida (CaO) atau hidroksida kalsium (Ca(OH)<sub>2</sub>) [5]
- Kelarutan : Asam sulfat dapat larut dalam air, alkohol, eter
- Reaksi : Reaksi eksotermik dengan Oksidator kuat, hydroxylamine, magnesium

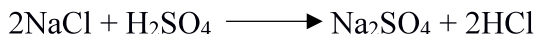
- Asam sulfat adalah zat pengoksida yang kuat.

Reaksi yang terjadi adalah :

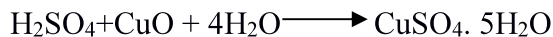


- Asam sulfat dapat bereaksi dengan Natrium klorida.

Reaksi yang terjadi adalah :



- Reaksi yang terjadi Pada proses ini adalah



#### 1.4.1.2. Tembaga (II) Oksida (CuO)

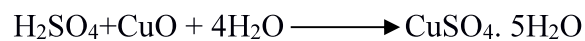
a. Sifat Fisika<sup>[8]</sup>

- Nama : Tembaga (II) oksida, *Copper (II) Oxide*
- Rumus molekul : CuO
- Kemurnian : 99%
- Bau : Tidak berbau

- Bentuk : Padat
- Warna : hitam
- pH : 7 pada 50g/L; 20°C
- Berat molekul : 79,55 g/mol
- Densitas : 6.48 g/cm<sup>3</sup> pada 25°C
- Titik lebur : 1.326 °C
- Suhu penguraian : > 1.026 °C

b. Sifat Kimia

- Kelarutan <sup>[9]</sup> : Tidak Larut dalam air, larut dalam asam
- Reaksi yang terjadi



**1.4.1.3. Air (H<sub>2</sub>O)**

a. Sifat Fisik <sup>[10]</sup>

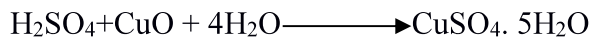
- Nama : Air , *Water*
- Rumus molekul : H<sub>2</sub>O
- Bau : Tidak berbau
- Bentuk : Cair
- Warna : Tidak Berwarna
- pH : 7
- Berat molekul : 18.02 g/mol
- Densitas : 0.99823 g/ml
- Titik lebur : 0 °C
- Titik didih : 100 °C
- Temperatur Kritis : 374.1 °C
- Tekanan Kritis : 218.3 atm

b. Sifat Kimia

- Kelarutan <sup>[10]</sup> : Larut dalam asam asetat, aseton, ammonia, etanol, gliserol. asam klorida, metanol, asam nitrat, asam sulfat, natrium hidroksida,

propilen glikol.

- Reaksi yang terjadi



#### 1.4.2. Produk Utama

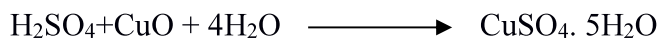
##### 1.4.2.1. Tembaga Sulfat Pentahidrat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

###### a. Sifat kimia<sup>[11]</sup>

- Nama : Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat,  
*Copper (II) Sulfate Pentahydrate*
- Rumus molekul :  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- Kemurnian : 99%
- Bau : tidak berbau
- Bentuk : padatan
- Warna : biru
- Berat molekul : 249,6 g/mol
- Densitas : 2,284 g/cm<sup>3</sup> pada 20 °C
- pH : 3,5-4,5 pada 50g/L; 20°C
- Titik lebur : 147°C
- titik didih : 250°C (-5H<sub>2</sub>O)
- Flamabilitas : tidak mudah terbakar/menyal

###### b. Sifat Kimia

- Kelarutan dalam air 317 g/l pada 20 °C
- Reaksi yang terjadi

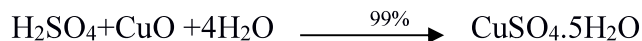


#### 1.5. Analisis Pasar

##### 1.5.1. Analisa Ekonomi Berdasarkan Reaksi

Untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar, perlu ditentukan proses yang digunakan berdasarkan reaksi bahan dan harga produk yang dihasilkan. harga bahan dan produk serta dari Pabrik Tembaga Sulfat Pentahidrat adalah sebagai berikut

**Reaksi Pembentukan:**



Tabel 1.1. Harga bahan dan produk[3]

| Komponen                              | Harga (\$/kg) |
|---------------------------------------|---------------|
| CuO                                   | 3             |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>        | 1.83          |
| H <sub>2</sub> O                      | 0.1046        |
| CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O | 3.2           |

Tabel 1.2. Perhitungan *Economic Potential*

| Komponen                              | BM (kg/kgmol) | Harga (\$ /kg) | Koefisien | Harga (\$) |
|---------------------------------------|---------------|----------------|-----------|------------|
| CuO                                   | 79.55         | 3              | -1        | -238.65    |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>        | 98            | 1.83           | -1        | -179.34    |
| H <sub>2</sub> O                      | 18.02         | 0.1046         | -4        | -7.53      |
| CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O | 249.6         | 3.2            | 1 x 99%   | 790.73     |
| Total Profit                          |               |                |           | 365.20     |

*Economic Potential* = Produk – Reaktan

$$\begin{aligned}
 &= [(0.99 \times 249,6 \times 3.2)] - [(1 \times 79.55 \times 3) + (1 \times 98 \times 1.83) + \\
 &\quad (4 \times 18.02 \times 0.1046)] \\
 &= \$365.20/ \text{kgmol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik tembaga sulfat pentahidrat memperoleh keuntungan sebesar \$365.20/ kgmol dan dapat didirikan.

Kurs dollar per tanggal 25 Agustus 2023, Bank Indonesia = Rp. 15.297,0,-. Berdasarkan hasil perihitungan tersebut, maka dari itu dapat ditarik kesimpulan bahwa pabrik tembaga sulfat pentahidrat dapat didirikan pada tahun 2028.

### 1.5.2. Penentuan Kapasitas Berdasarkan Peluang Pasar

Dalam mendirikan suatu pabrik dibutuhkan suatu penentuan kapasitas agar produksi yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan pasar. Perkiraan kapasitas pabrik dapat ditentukan dari nilai impor produk yang dijadikan dasar estimasi konsumsi setiap tahun.

Direncanakan pabrik ini akan didirikan pada tahun 2028. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor ekspor pada tahun 2015-2021.

Tabel 1.3. Data Import Tembaga Sulfat Pentahidrat Tahun 2015–2021 di Indonesia[3]

| Tahun                           | Jumlah Import (kg) | Pertumbuhan (%) |
|---------------------------------|--------------------|-----------------|
| <b>2015</b>                     | 15,350,892         |                 |
| <b>2016</b>                     | 15,539,188         | 1.23%           |
| <b>2017</b>                     | 18,962,441         | 22.03%          |
| <b>2018</b>                     | 17,288,448         | -8.83%          |
| <b>2019</b>                     | 18,644,864         | 7.85%           |
| <b>2020</b>                     | 20,656,857         | 10.79%          |
| <b>2021</b>                     | 23,265,818         | 12.63%          |
| Rata - rata pertumbuhan / tahun |                    | 7.62%           |

Berdasarkan data tabel 1.3, data terakhir diperoleh pada tahun 2021 sebesar 23,265,818 kg dengan rerata pertumbuhan pertahun sebesar 7.62%. Maka perkiraan konsumsi produksi pada tahun 2028 adalah :

$$m = P ( 1 + i )^n$$

Dimana : m = nilai kebutuhan perkiraan tahun 2028

P = nilai impor tahun 2021

i = parameter kenaikan impor tiap tahun

n = jumlah selisih tahun pendirian pabrik dan tahun data terakhir (7)

Nilai Impor merupakan proyeksi kebutuhan dalam negeri. Maka prediksi kebutuhan dalam negeri tahun 2028:

$$m = P \times (1 + i)^n$$

$$m = 23265818 \times (1 + (7.28\%))^7$$

$$m = 38891389 \quad \text{kg/tahun}$$

$$m = 38891,4 \quad \text{ton/tahun}$$

$$m = m_5 = 38891,4 \quad \text{ton/tahun}$$

Pada 2022, tercatat nilai impor tembaga sulfat pentahidrat oleh 136 negara diseluruh dunia lebih dari 320.000 ton[6]. Maka ekspor diperkirakan 60% dari kapasitas pabrik baru:

$$m_4 = 0.6 \text{ kapasitas pabrik baru}$$

Menghitung kapasitas tembaga sulfat pentahydrate ( $m_3$ ) pada tahun 2028

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

Dimana :

$m_1$  = Nilai impor tahun 2028 (0 kg)

$m_2$  = Produksi Pabrik dalam negeri (0 kg)

$m_3$  = Kapasitas pabrik yang akan didirikan tahun 2028(kg/tahun)

$m_4$  = Nilai ekspor tahun 2028 (kg/tahun)

$m_5$  = Jumlah perkiraan/konsumsi dalam negeri tahun 2028 (kg/tahun)

Sehingga didapatkan perhitungan berikut

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = ((0.6 m_3) + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = ((0.6 m_3) + 38891389) - (0 + 0)$$

$$(1 - 0.6) m_3 = 38891389$$

$$(0.4) m_3 = 38891389$$

$$m_3 = 97228473 \text{ kg/tahun}$$

$$m_3 = 97228.5 \text{ ton/tahun}$$

Dari perhitungan, diperoleh bahwa untuk memenuhi kebutuhan tembaga sulfat pentahidrat dalam negeri dan global, maka kapasitas pabrik yang akan kami bangun pada tahun 2028 adalah sebesar 100.000 ton/tahun.

## 1.6. Lokasi Pabrik

Dalam menentukan lokasi pendirian suatu pabrik, perlu dipertimbangkan kondisi secara keseluruhan sehingga menjamin keberlangsungan pabrik di masa sekarang atau



mendatang. Pemilihan lokasi perlu mengevaluasi biaya produksi dan distribusi serta ketersediaan bahan baku agar pabrik yang didirikan memenuhi persyaratan.

Sedangkan tata letak pabrik dan peralatan proses merupakan faktor penting dalam berjalannya suatu pabrik maka dari itu pemilihan lokasi, tata letak dan tata peralatan tidak dapat dipisahkan untuk mendapatkan biaya yang ekonomis dan menguntungkan. Adapun beberapa faktor penentuan pemilihan lokasi pabrik yaitu:

#### 1. Faktor utama

##### A. Penyediaan bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan bahan baku yaitu :

- Letak sumber bahan baku

Bahan Baku utama adalah tembaga oksida di impor dari luar negeri dan  $H_2SO_4$  didapat dari pabrik PT. Liku Telaga dan PT Petrokimia di Gresik.

- Kapasitas sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku
- Mekanisme cara mendapatkan bahan baku dan proses pengangkutannya

##### B. Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasaran yaitu :

- Daerah hasil produksi akan dipasarkan
- Daya serap pasar dan prospek pemasaran pada masa yang akan mendatang
- Pengaruh persaingan
- Jarak daerah pemasaran dan langkah mencapai daerah tersebut

##### C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tenaga listrik dan bahan bakar yaitu :

- Ketersediaan dan jumlah tenaga listrik
- Pengadaan listrik dan ketersediaan bahan bakar
- Asumsi harga dari listrik dan bahan bakar
- Kemudian pengadaan listrik dari PLN

##### D. Persediaan air

Persediaan air dapat diperoleh dari beberapa sumber yaitu :

- Berasal dari sumber air/sumber air sungai