

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* ^[1].

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 ditempati oleh ikatan hidrogen ^[1].

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 mordan dalam pewarnaan tekstil, dalam persiapan pewarna azo dan formazan, sebagai pigmen dalam cat, untuk mengawetkan kulit dan penyamakan kulit ^[2].

Kebutuhannya cukup besar dari tahun ke tahun. Guna melengkapi kebutuhan itu, Indonesia harus mendatangkan dari 20 negara. Nilai impor terbesar antara lain dari negara Jepang, China, Brazil, Taiwan, Korea Selatan, Meksiko, dan Thailand ^[3].

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 ^[4].

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Tembaga sulfat pentahidrat ini sendiri awal mula dioptimalkan dari tahun 1885 untuk salah satu campuran *bordeaux mixture* (sejenis fungisida) dan kategori produk yang penting dari beberapa produk yang lain. Sebanyak ± 20 hingga 30 persen tembaga sulfat yang dipasarkan dibuat dengan metode konvensional yakni kristalisasi larutan^[5].

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

1.3. Kegunaan Produk

Tembaga (II) sulfat pentahidrat banyak digunakan dan diaplikasikan sebagai berikut^[2]:

- 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, dipakai untuk aktivator flotasi untuk bijih timbal, seng, dan kobalt.
- Larutan tembaga sulfat dipakai 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_2SO_4) 60%

a. Sifat Fisika^[7]

- Nama : Asam Sulfat, *Sulfuric Acid*
- Rumus molekul : H_2SO_4
- 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 : 1840 kg/m³ (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)₂)^[5]

- Kelarutan : Asam sulfat dapat larut dalam air, alkohol, eter

- Reaksi : Reaksi eksotermik dengan oksidator kuat, hydroxylamine, magnesium

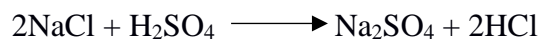
- Asam sulfat adalah zat pengoksida yang kuat.

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^[8]

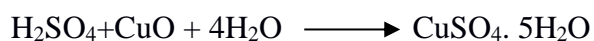
- Nama : Tembaga (II) oksida, *Copper (II) Oxide*
- Rumus molekul : CuO
- Kemurnian : 99%
- Bau : Tidak berbau
- Bentuk : Padat
- Warna : Hitam

- pH : 7 pada 50g/L; 20°C
 - Berat molekul : 79,55 g/mol
 - Densitas : 6.48 g/cm³ pada 25°C
 - Titik lebur : 1.326 °C
 - Suhu penguraian : > 1.026 °C
- b. Sifat Kimia
- Kelarutan ^[9] : Tidak larut dalam air, larut dalam asam
 - Reaksi yang terjadi



1.4.1.3. Air (H₂O)

- a. Sifat Fisik ^[10]
- Nama : Air , *Water*
 - Rumus molekul : H₂O
 - 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 ^[10] : 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

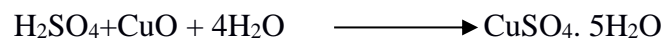
1.4.2.1. Tembaga Sulfat Pentahidrat (CuSO₄.5H₂O)

a. Sifat kimia^[11]

- Nama : Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat,
Copper (II) Sulfate Pentahydrate
- Rumus molekul : CuSO₄.5H₂O
- Kemurnian : 99%
- Bau : Tidak berbau
- Bentuk : Padatan
- Warna : Biru
- Berat molekul : 249,6 g/mol
- Densitas : 2,284 g/cm³ pada 20 °C
- pH : 3,5-4,5 pada 50 g/L; 20°C
- Titik lebur : 147°C
- titik didih : 250°C (-5H₂O)
- Flamabilitas : Tidak mudah terbakar/menyalakan

b. Sifat Kimia

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

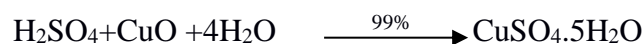


1.5. Analisis Pasar

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 ₂ SO ₄	1.83
H ₂ O	0.1046
CuSO ₄ . 5H ₂ 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 ₂ SO ₄	98	1.83	-1	-179.34
H ₂ O	18.02	0.1046	-4	-7.53
CuSO ₄ . 5H ₂ O	249.6	3.2	1 x 99%	790.73
Total Profit				365.20

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

Didasarkan pada Tabel 1.2 tersebut diatas, diketahui Pabrik Tembaga Sulfat Pentahidrat mendapatkan laba sebanyak \$365.20/ kgmol dan dapat dikembangkan.

Nilai tukar dollar di tanggal 25 Agustus 2023, menurut BI = Rp. 15.297,00. Didasarkan hasil perhitungan tersebut, maka dari itu dapat ditarik kesimpulan bahwa Pabrik Tembaga Sulfat Pentahidrat bisa dibangun pada tahun 2028.

1.5.2. Penentuan Kapasitas Berdasarkan Peluang Pasar

Ketika membangun 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.

Sesuai rencana, pabrik ini akan didirikan pada tahun 2028. Pada produksi ini, data yang dipakai merupakan 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 (%)
2015	15,350,892	
2016	15,539,188	1.23%
2017	18,962,441	22.03%
2018	17,288,448	-8.83%
2019	18,644,864	7.85%
2020	20,656,857	10.79%
2021	23,265,818	12.63%
Rata - rata pertumbuhan / tahun		7.62%

Berdasarkan data tabel 1.3, data yang paling akhir diperoleh pada tahun 2021 sebesar 23,265,818 kg dengan rerata pertumbuhan pertahun sebesar 7.62 %. Dengan demikian taksiran konsumsi produksi pada tahun 2028 yaitu :

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

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 :

$$m_1 = \text{Nilai impor tahun 2028 (0 kg)}$$

$$m_2 = \text{Produksi pabrik dalam negeri (0 kg)}$$

$$m_3 = \text{Kapasitas pabrik yang akan didirikan tahun 2028 (kg/tahun)}$$

$$m_4 = \text{Nilai ekspor tahun 2028 (kg/tahun)}$$

$$m_5 = \text{Jumlah perkiraan/konsumsi dalam negeri tahun 2028 (kg/tahun)}$$

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 membutuhkan perhatian dalam penyediaan bahan baku:

- Lokasi 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.

- Seberapa banyak sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku
- Mekanisme cara memperoleh bahan baku dan proses distribusinya

B. Pemasaran

Beberapa hal yang membutuhkan perhatian dalam pemasaran:

- Wilayah pemasaran
- Kebutuhan pasar sasaran dan peluang pemasaran pada masa mendatang
- Adanya pesaing
- Jauh-tidaknya wilayah pemasaran dan langkah menjangkau daerah tersebut

C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Beberapa hal yang membutuhkan perhatian di tenaga listrik dan bahan bakar:

- Ketersediaan dan banyaknya tenaga listrik
- Pasokan listrik dan ketersediaan bahan bakar
- Asumsi harga dari listrik dan bahan bakar
- Pasokan listrik PLN

D. Persediaan air

Persediaan air bisa didapat dari beberapa sumber yaitu:

- Berasal dari sumber air/sumber air sungai
- Berasal dari air kawasan industri
- Berasal dari PDAM

Dalam pemilihan persediaan sumber air perlu diperhatikan beberapa hal:

- Kemampuan ketersediaan sumber air guna pemenuhan kebutuhan pabrik

- Musim yang dapat mempengaruhi ketersediaan sumber air
- Nilai terjangkau atau ekonomis

E. Iklim

Hal yang harus dicermati terkait iklim dalam penentuan lokasi pabrik yaitu:

- Kondisi alam yang berpengaruh pada tinggi-rendahnya biaya modal perihal konstruksi pabrik
- Kelembaban dan suhu udara
- Kemungkinan bencana alam seperti badai, topan dan gempa bumi

2. Faktor khusus

A. Transportasi

Terdapat hal-hal yang perlu dicermati dalam proses distribusi bahan baku, bahan bakar, serta hasil *output*, dan keterkaitannya dengan sarana-prasarana sebagai berikut:

- *Main road* yang dapat dilintasi kendaraan berat
- Sungai dan laut yang dapat dilintasi oleh kapal pengangkut
- Lokasi yang dekat dengan pelabuhan

B. Tenaga kerja

SDM terbagi menjadi dua macam, yaitu tenaga kerja ahli dan tenaga kerja non ahli. Dalam pemilihan SDM terdapat beberapa hal yang dicermati:

- Kemudahan memperoleh SDM yang dekat dengan lokasi pabrik
- Tinggi-rendahnya pendapatan SDM di wilayah tersebut
- Perburuhan dan serikat buruh
- Keahlian atau tingkat pendidikan tenaga kerja yang ada

C. Peraturan dan perundang-undangan

Terdapat beberapa hal yang diperhatikan dalam peraturan dan perundang-undangan yaitu:

- Peraturan-peraturan mengenai daerah industri
- Peraturan-peraturan perihal jalan umum bagi industri yang ada
- Peraturan-peraturan lain yang ditujukan untuk industri di daerah lokasi pabrik

D. Karakteristik lokasi

Ada beberapa hal yang butuh perhatian dalam karakteristik pemilihan lokasi yaitu:

- Komposisi tanah, dukungan lokasi pondasi pembangunan pabrik
- Keadaan jalan, keadaan pabrik dan pemenuhan air
- Ketersediaan tanah guna memperluas wilayah atau unit baru

E. Faktor lingkungan

Terdapat beberapa hal yang membutuhkan perhatian di faktor lingkungan yaitu:

- Budaya dan adat masyarakat dilokasi sekitaran pabrik
- Ada-tidaknya perumahan, sekolah, puskesmas dan tempat peribadahan
- Ada-tidaknya fasilitas hiburan dan biaya penunjang

F. Pembuangan limbah

Pembuangan limbah yang benar merupakan salah satu bentuk usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan. Suatu pabrik perlu memperhatikan aspek pembuangan limbah pabrik yaitu limbah gas, cair, dan padat dengan mentaati serta mengikuti aturan pihak yang berwenang.

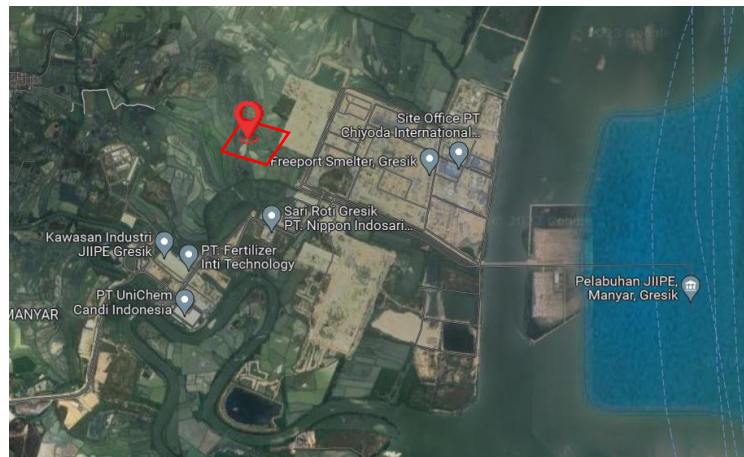
Didasarkan pada berbagai hal yang telah disebutkan, maka wilayah yang dijadikan alternatif wilayah pendirian Pabrik Tembaga Sulfat Pentahidrat ialah di daerah Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Dengan mempertimbangkan pengolahan limbah dan sarana utilitas yang memadai, oleh karenanya wilayah yang dijadikan pilihan tempat pendirian Pabrik Tembaga Sulfat Pentahidrat adalah Kawasan Industri JIPE, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.



Gambar 1.1. Peta Indonesia



Gambar 1.2. Peta Gresik, Jawa Timur



Gambar 1.3. Rencana Lokasi Pendirian Pabrik Tembaga Sulfat Pentahidrat

