

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM SULFAT  
PROSES *DOUBLE CONTACT* KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



SKRIPSI PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
diploma empat (D-4) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan  
Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

OLEH :

MUH. IHSAN MALIK 431 20 042  
SITI NUR AFIFAH 431 20 044

PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2024

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Asam Sulfat Proses *Double Contact* Kapasitas 50.000 Ton/Tahun” oleh Muh. Ihsan Malik NIM 431 20 042 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 31 Oktober 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

  
**Ir. Hastami Murdiningsih, M.T.**  
NIP. 19600606 198803 2 002

  
**Ir. Irwan Sofia, M.Si.**  
NIP. 19620810 199103 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D-4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan,

  
  
**Yulianto HR, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19730409 200312 2 002

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Asam Sulfat Proses *Double Contact* Kapasitas 50.000 Ton/Tahun” oleh Siti Nur Afifah NIM 431 20 044 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 31 Oktober 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

**Ir. Hastami Murdiningsih, M.T.**  
NIP. 19600606 198803 2 002

**Ir. Irwan Sofia, M.Si.**  
NIP. 19620810 199103 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D-4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan,



**Zuliani H.R., S.T., M.Eng.**  
NIP. 19730409 200312 2 002

## DAFTAR ISI

Hlm.

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN SAMPUL .....</b>       | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>   | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENERIMAAN.....</b>    | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>       | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>            | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>      | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>          | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>        | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR SIMBOL .....</b>        | <b>xv</b>   |
| <b>SURAT PERNYATAAN.....</b>      | <b>xvii</b> |
| <b>RINGKASAN.....</b>             | <b>xix</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>    | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....           | 1           |
| 1.2 Kapasitas Rancangan.....      | 3           |
| 1.2.1 Produksi Asam Sulfat.....   | 3           |
| 1.2.2 Impor Asam Sulfat .....     | 4           |
| 1.2.3 Konsumsi Asam Sulfat .....  | 5           |
| 1.2.4 Ekspor Asam Sulfat .....    | 6           |
| 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik ..... | 7           |
| 1.4 Tinjauan Pustaka .....        | 11          |
| 1.4.1 Belerang (Sulfur).....      | 11          |

|                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.4.2 Kegunaan Produk Asam Sulfat .....                                                              | 12        |
| 1.4.3 Metode Pembuatan Asam Sulfat .....                                                             | 12        |
| <b>BAB II DESKRIPSI PROSES.....</b>                                                                  | <b>16</b> |
| 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....                                                          | 16        |
| 2.1.1 Spesifikasi Bahan baku .....                                                                   | 16        |
| 2.1.2 Spesifikasi Produk .....                                                                       | 17        |
| 2.2 Pertimbangan Pemilihan Proses .....                                                              | 17        |
| 2.3 Uraian Proses .....                                                                              | 19        |
| 2.3.1 Kadar Belerang Padat (Bahan Baku) .....                                                        | 19        |
| 2.3.2 Penanganan Belerang .....                                                                      | 19        |
| 2.3.3 Pembuatan Gas SO <sub>2</sub> .....                                                            | 20        |
| 2.3.4 Pengubah gas SO <sub>2</sub> menjadi SO <sub>3</sub> .....                                     | 20        |
| 2.3.5 Pengeringan Udara dan Penyerapan SO <sub>3</sub> .....                                         | 21        |
| 2.3.6 Penyimpanan dan Loading .....                                                                  | 21        |
| 2.4 Diagram Alir (Flowsheet) .....                                                                   | 22        |
| 2.4.1 Flowsheet Dasar .....                                                                          | 22        |
| 2.4.2 Diagram Alir Kualitatif .....                                                                  | 23        |
| 2.4.3 P&ID Prarancangan Pabrik Asam Sulfat Proses Double<br>Contact Kapasitas 50.000 Ton/Tahun ..... | 24        |
| <b>BAB III NERACA MASSA .....</b>                                                                    | <b>25</b> |
| <b>BAB IV NERACA PANAS .....</b>                                                                     | <b>30</b> |
| <b>BAB V SPESIFIKASI ALAT .....</b>                                                                  | <b>35</b> |
| <b>BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH .....</b>                                                   | <b>47</b> |

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....                       | 47         |
| 6.2 Unit Pengadaan Listrik.....                                    | 56         |
| 6.3 Unit Pengadaan Steam .....                                     | 59         |
| 6.4 Laboratorium.....                                              | 50         |
| 6.5 Unit Pengolahan Limbah DLL.....                                | 66         |
| <b>BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....</b>            | <b>92</b>  |
| 7.1 Instrumentasi .....                                            | 92         |
| 7.2 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup .....         | 95         |
| <b>BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI.....</b>                           | <b>102</b> |
| 8.1 Bentuk Badan Perusahaan.....                                   | 102        |
| 8.2 Sistem Organisasi Perusahaan.....                              | 103        |
| 8.3 Jumlah dan Kualifikasi Karyawan .....                          | 110        |
| 8.4 Jam Kerja Karyawan, Sistem Penggajian, Fasilitas Karyawan..... | 111        |
| <b>BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN .....</b>                 | <b>116</b> |
| 9.1 Deskripsi Tata Letak .....                                     | 116        |
| 9.2 Tata Letak Alat Proses .....                                   | 121        |
| <b>BAB X ANALISA EKONOMI.....</b>                                  | <b>122</b> |
| 10.1 Modal Investasi.....                                          | 122        |
| 10.2 Biaya Produksi.....                                           | 125        |
| 10.3 Total Penjualan .....                                         | 126        |
| 10.4 Perkiraan Laba .....                                          | 127        |
| 10.5 Analisis Ekonomi.....                                         | 127        |
| <b>BAB XI KESIMPULAN .....</b>                                     | <b>130</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                              | <b>131</b> |

## **PRA RANCANGAN PABRIK ASAM SULFAT PROSES *DOUBLE* CONTACT KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

### **RINGKASAN**

Asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) merupakan salah satu bahan penunjang yang sangat penting dan banyak dibutuhkan di industri kimia. Asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) banyak digunakan dalam proses produksi pupuk fosfat, penyulingan minyak bumi, deterjen dan plastik. Konsumsi asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dalam negeri cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, bahkan ekspor asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan. Prarancangan pabrik asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) bertujuan untuk menganalisis kelayakan pendirian pabrik asam sulfat dari berbagai aspek yang diawali dengan penentuan kapasitas produksi terlebih dahulu.

Pabrik asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) berbahan baku sulfur, akan didirikan di Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur dengan mempertimbangkan persediaan bahan baku, persediaan air, tenaga kerja, dan sarana transportasi. Pabrik tersebut direncanakan memproduksi asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) sebanyak 50.000 ton/tahun dengan waktu operasi selama 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah sulfur sebanyak 2.602,1432 kg/jam. Jumlah karyawan sebanyak 98 orang dengan bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan menggunakan struktur organisasi garis dan staf.

Hasil analisis ekonomi menunjukkan: *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar Rp920.692.646.003,30; *Working capital Investment* (WCI) sebesar Rp2.762.077.938.009,91; *Total Capital Investment* (TCI) sebesar Rp3.682.770.584.013,22; *Break Even Point* (BEP) sebesar 43%; *Pay Out Time After Taxes* (POT) selama 5 tahun 9 bulan; *Internal Rate Return* (IRR) sebesar 31%. Berdasarkan hasil kajian ini, maka perencanaan pendirian pabrik asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) layak untuk dilaksanakan karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

**PRE-DESIGN OF SULFURIC ACID FACTORY DOUBLE CONTACT  
PROCESS WITH A CAPACITY 50.000 TONS/YEAR**

**SUMMARY**

*Sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) is one of the most important supporting materials and is widely needed in the chemical industry. Sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) is widely used in the production process of phosphate fertilizers, petroleum refining, detergents and plastics. Domestic consumption of sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) tends to increase from year to year, even exports of sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) in Indonesia have increased significantly. The design of a sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) factory aims to analyze the feasibility of establishing a sulfuric acid plant from various aspects, starting with determining the production capacity first.*

*The sulfuric acid, using sulfur as raw material, was established in Bungah District, Gresik Regency, East Java Province, considering the availability of raw materials, water supply, labor, and transportation facilities. The factory was planned to produce 50,000 tons/year of sulfuric acid with an operational time of 24 hours/day for 330 days/year. The raw material used was sulfur at a rate of 2.602,1432 kg/hour. The number of employees was 98, and the company was structured as a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure.*

*The economic analysis results showed: Fixed Capital Investment (FCI) amounted to Rp920.692.646.003,30; Working Capital Investment (WCI) also amounted to Rp2.762.077.938.009,91; Total Capital Investment (TCI) amounted to Rp3.682.770.584.013,22; Break Even Point (BEP) stood at 43%; Pay Out Time After Taxes (POT) lasted 5 years 9 months; Internal Rate of Return (IRR) reached 31%. Based on the results of this study, the planning to establish a sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) factory is feasible to implement because it is a profitable factory and has a good future.*

# **BAB I**

## **PENDAHALUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara berkembang dengan tingkat pertumbuhan industri yang tinggi. Hal tersebut menyebabkan kebutuhan akan bahan baku dan bahan penunjang akan meningkat pula. Perkembangan industri kimia saat ini mengakibatkan semakin meningkatnya konsumsi masyarakat terhadap produk-produk industri kimia. Produk-produk industri kimia juga telah menjadi kebutuhan hampir di semua bidang kehidupan sehari-hari.

Salah satu produk industri kimia yang menjadi kebutuhan adalah asam sulfat. Asam sulfat merupakan salah satu bahan penunjang yang sangat penting dan banyak dibutuhkan di industri kimia. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dalam proses produksi pupuk fosfat, penyulingan, minyak bumi, baja, manufaktur bahan peledak, deterjen, plastik, tembaga, karet, dan kertas.

Semakin berkembangnya industri kimia di Indonesia, maka permintaan akan asam sulfat pada tahun berikutnya akan meningkat. Menurut data Badan Pusat Statistik, kebutuhan asam sulfat di Indonesia diperkirakan mencapai 1.000 hingga 2.000 ton per tahun. Data tersebut berarti Indonesia juga masih sangat bergantung pada negara lain, terutama di bidang impor karena lebih banyak mengimpor bahan kimia seperti asam sulfat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Bahan kimia seperti asam sulfat tersebut diimpor dari berbagai negara seperti Korea, Filipina, dan Jepang (UN Comtrade Database, 2016).

Penyediaan asam sulfat dalam negeri belum dapat mencukupi kebutuhan industri kimia. Hal tersebut sejalan dengan data produksi asam sulfat di Indonesia tahun 2019 - 2023. Data produksi asam sulfat tahun 2020 – 2024 disajikan dalam tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1.1 Data Produk Asam Sulfat di Indonesia 2020-2024

| <b>Tahun</b> | <b>Jumlah Produksi (ton/tahun)</b> |
|--------------|------------------------------------|
| 2020         | 853.112                            |
| 2021         | 881.600                            |
| 2022         | 905.042                            |
| 2023         | 1.100.702                          |
| 2024         | 1.341.312                          |

Sumber: Kompas.com

Jumlah produksi asam sulfat semakin menurun, sedangkan industri kimia di Indonesia semakin berkembang. Berkembangnya industri kimia tersebut berdampak pada kenaikan permintaan asam sulfat yang terus bertambah. Hal tersebut sejalan dengan data kapasitas pabrik asam sulfat yang ada di Indonesia. Data kapasitas asam sulfat tersebut disajikan dalam tabel 1.2 di bawah ini.

Tabel 1.2 Daftar Kapasitas Produksi Asam Sulfat di Indonesia

| <b>No.</b>   | <b>Pabrik Asam Sulfat di Indonesia</b> | <b>Kapasitas (ton/tahun)</b> |
|--------------|----------------------------------------|------------------------------|
| 1            | PT Mahkota Indonesia                   | 41.250                       |
| 2            | PT Utama Inti Hasil Kimia Industri     | 65.000                       |
| 3            | PT Indonesia Acid Industry             | 82.500                       |
| 4            | PT Petro Jordan Abadi                  | 600.000                      |
| 5            | PT Smelting                            | 920.000                      |
| 6            | PT Petrokimia Gresik                   | 310.000                      |
| <b>Total</b> |                                        | <b>2.878.750</b>             |

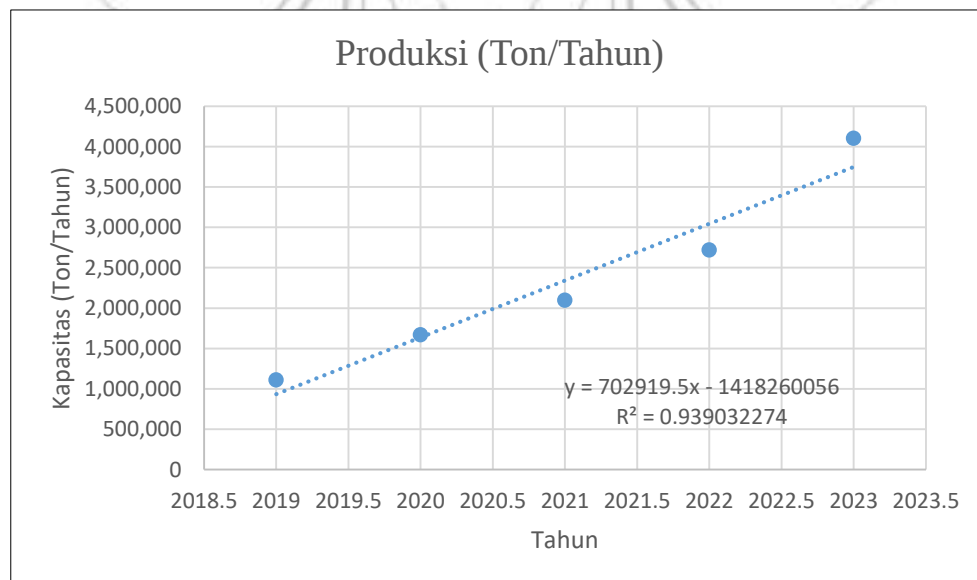
Sumber: [www.sulphuric-acid.com](http://www.sulphuric-acid.com)

Berdasarkan perbandingan antara data produksi dan daftar kapasitas produksi perusahaan di Indonesia, jumlah produksi asam sulfat di Indonesia masih kurang untuk memenuhi permintaan industri kimia lain. Hal tersebut mengakibatkan tingginya angka impor bahan kimia seperti asam sulfat. Oleh karena itu, perlu dibuat pra rancangan pabrik asam sulfat ini sehingga dengan adanya pabrik tersebut dapat memenuhi kebutuhan asam sulfat dalam negeri, menghemat devisa negara, mengurangi ketergantungan impor asam sulfat dari luar negeri dalam jangka waktu panjang, dapat mengakomodir permintaan yang semakin meningkat, dapat memproduksi asam sulfat yang berlebih sehingga bisa diekspor untuk dijual di negara lain, dan membuka lapangan pekerjaan untuk masyarakat Indonesia.

## 1.2 Kapasitas Rancangan

### 1.2.1 Produksi Asam Sulfat

Data pertumbuhan produksi pabrik asam sulfat di Indonesia dari tahun 2019-2023 ditunjukkan pada gambar berikut di bawah ini.



Sumber: BPS 2019

Gambar 1.1 Produksi Asam Sulfat di Indonesia

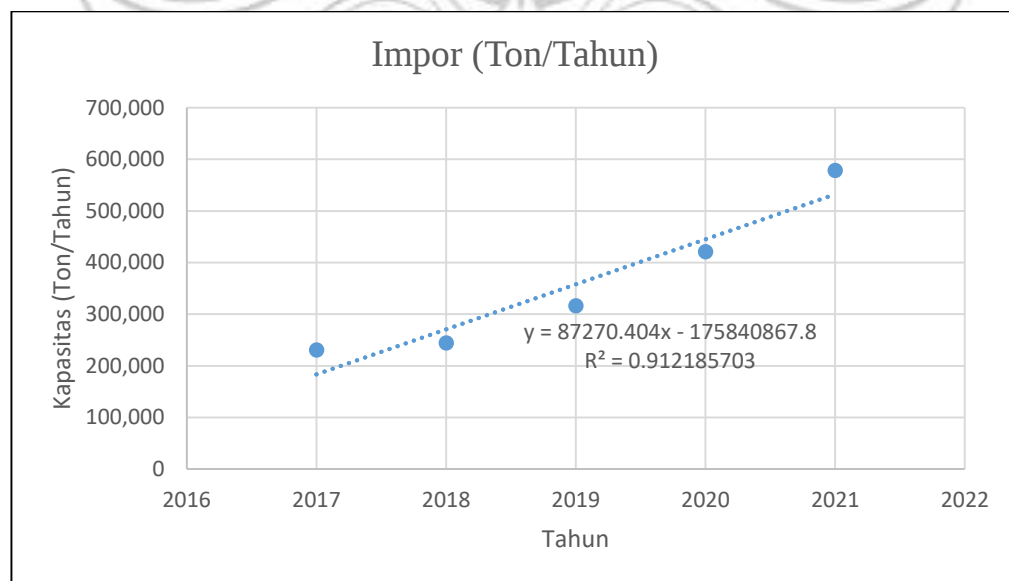
Berdasarkan Gambar 1.1 di atas diperoleh jumlah kapasitas pada tahun 2019 sebesar 1.111.887 ton/tahun, tahun 2020 sebesar 1.669.501 ton/tahun, tahun 2021 sebesar 2.098.201 ton/tahun, tahun 2022 sebesar 2.720.890 ton/tahun, dan tahun 2023 sebesar 4.100.790 ton/tahun, maka diperkirakan produksi asam sulfat pada tahun 2029 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total} &= 702.919,5 \times (2029) - 1.418.260.056 \\ &= 7.963.609,5 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

Data produksi asam sulfat di Indonesia pada tahun 2029 mencapai 7.963.609,5 ton/tahun.

### 1.2.2 Impor Asam Sulfat

Data pertumbuhan impor pabrik asam sulfat di Indonesia dari tahun 2017-2021 ditunjukkan pada gambar berikut di bawah ini:



Sumber Badan Pusat Statistik (BPS) 2021

Gambar 1.2 Impor Asam Sulfat di Indonesia

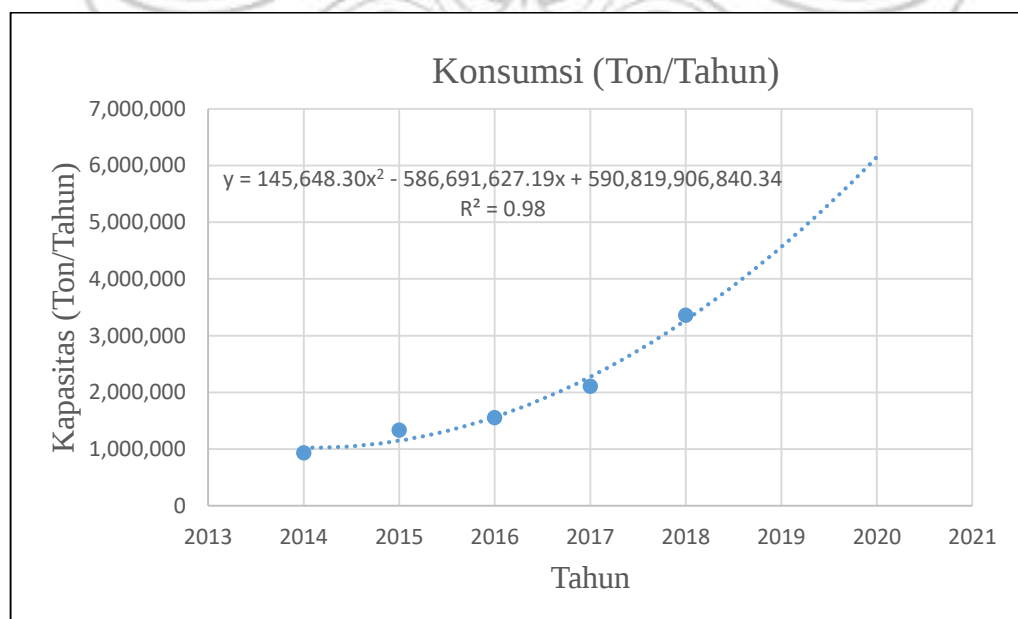
Berdasarkan Gambar 1.2 di atas diperoleh jumlah kapasitas pada tahun 2017 sebesar 230.467,11 ton/tahun, tahun 2018 sebesar 244.054,60 ton/tahun, tahun 2019 sebesar 316.548,58 ton/tahun, tahun 2020 sebesar 420.945 ton/tahun, dan tahun 2021 sebesar 578.374 ton/tahun. Dari hal tersebut diperkirakan impor asam sulfat pada tahun 2029 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total} &= 87.270,404 \times (2029) - 175.840.867,6 \\ &= 1.230.781,916 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

Data impor asam sulfat di Indonesia pada tahun 2029 mencapai 1.230.781,916 Ton/Tahun.

### 1.2.3 Konsumsi Asam Sulfat

Data pertumbuhan konsumsi pabrik asam sulfat di Indonesia dari tahun 2014-2018 ditunjukkan pada gambar berikut di bawah ini:



Sumber: BPS 2018

Gambar 1.3 Konsumsi Asam Sulfat di Indonesia

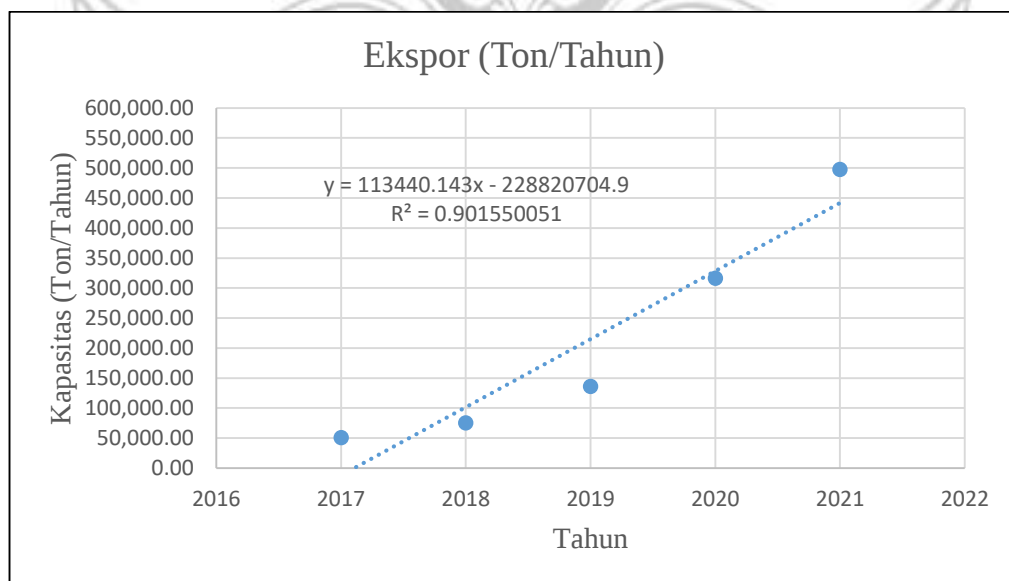
Berdasarkan Gambar 1.3 di atas diperoleh jumlah kapasitas pada tahun 2017 sebesar 230.467,11 ton/tahun, tahun 2018 sebesar 244.054,60 ton/tahun, tahun 2019 sebesar 316.548,58 ton/tahun, tahun 2020 sebesar 420.945 ton/tahun, dan tahun 2021 sebesar 578.374 ton/tahun. Dari hal tersebut diperkirakan impor asam sulfat pada tahun 2029 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total} &= 145.648,30 \times (2029)^2 - 586.691.627,19 \times (2029) + 590.819.906.840,34 \\ &= 1.349.345,247 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

Data konsumsi asam sulfat di Indonesia pada tahun 2029 mencapai 1.349.345,247 Ton/Tahun.

#### 1.2.4 Ekspor Asam Sulfat

Data pertumbuhan ekspor pabrik asam sulfat di Indonesia dari tahun 2017-2021 ditunjukkan pada gambar berikut di bawah ini:



Sumber: Badan Pusat Statistik, 2021

Gambar 1.4 Ekspor Asam Sulfat Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.4 di atas diperoleh jumlah kapasitas pada tahun 2017 sebesar 50.438,44 ton/tahun, tahun 2018 sebesar 80.152,91 ton/tahun, tahun 2019 sebesar 165.941,26 ton/tahun, tahun 2020 sebesar 259.941,38 ton/tahun, dan tahun 2021 sebesar 403.244,92 ton/tahun, maka diperkirakan ekspor asam sulfat pada tahun 2029 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total} &= 113.440,143 \times (2029) - 2.2882.0704,9 \\ &= 8.980.221,45 \text{ Ton/Tahun}\end{aligned}$$

Data ekspor asam sulfat di Indonesia pada tahun 2029 mencapai 8.980.221,45 Ton/Tahun.

Dari data diatas, dapat dihitung peluang pra prancangan asam sulfat di Indonesia pada tahun 2029 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Peluang} &= (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi}) \\ \text{Peluang} &= (8.980.221,45 + 1.349.345,247) - (1.230.781,916 + 7.963.609,5) \\ \text{Peluang} &= 1.135.175,28 \text{ Ton/Tahun}\end{aligned}$$

Dari data kebutuhan asam sulfat pada tahun 2029 diperoleh sebesar 1.135.175,28 Ton/Tahun. Dengan analisis potensi ketersediaan bahan baku sulfur di Jawa Timur sebanyak 61.500 Ton/Tahun dapat menghasilkan *sulfuric acid* 5% dari bahan baku yaitu sebesar 61.500 Ton/Tahun, maka dipilih kapasitas produksi yaitu 50.000 Ton/Tahun .

### 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat penting, karena dapat menentukan kemajuan dan keberlangsungan dari suatu industri baik pada masa kini dan masa yang akan datang. Penentuan lokasi pabrik tersebut sangat berpengaruh terhadap

faktor produksi dan distribusi serta mempertimbangkan faktor sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik yang telah ditentukan. Salah satu lokasi yang menjadi pembangunan pabrik asam sulfat berada di Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur.

Pembangunan pabrik di Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur harus sesuai dengan aturan pemerintah. Aturan tersebut sesuai dengan Peraturan Bupati (PERBUP) No. 16, Berita Daerah Kabupaten Gresik Tahun 2021 Nomor 16 tentang Rencana Detail Tata Ruang Bagian Wilayah Perencanaan Manyar Bungah Tahun 2020-2024. Kecamatan Bungah, kabupaten Gresik, terletak pada titik koordinat 7°01'29"S 112°36'37"E. Sebagian besar wilayahnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter diatas permukaan air laut.

Pemilihan lokasi pabrik yang terletak di Kabupaten Gresik, Jawa Timur, Indonesia memiliki beberapa faktor penunjang dan faktor pemilihan lokasi pabrik yakni:

#### 1. Faktor Penunjang

##### a) Aksesibilitas Transportasi

Lokasi yang dekat dengan jalan raya, pelabuhan, dan bandara memudahkan distribusi barang dan bahan baku. Gresik memiliki akses yang baik ke pelabuhan, yang sangat penting untuk pabrik yang bergantung pada pengiriman barang.

##### b) Ketersediaan Sumber Daya

Ketersediaan bahan baku yang diperlukan untuk proses produksi sangat penting. Jika pabrik memerlukan bahan baku tertentu, lokasi yang dekat

dengan sumber bahan baku akan mengurangi biaya transportasi.

c) Infrastruktur Pendukung

Infrastruktur seperti listrik, air, dan telekomunikasi yang memadai sangat penting untuk operasional pabrik. Ketersediaan fasilitas ini di Gresik dapat mendukung kegiatan industri.

d) Lingkungan dan Regulasi

Faktor lingkungan, termasuk peraturan pemerintah mengenai industri dan lingkungan, juga harus dipertimbangkan. Gresik memiliki regulasi yang mengatur kegiatan industri untuk menjaga keseimbangan lingkungan.

2. Faktor Pemilihan Lokasi Pabrik

a) Kebijakan Pemerintah

Insentif dari pemerintah daerah untuk investasi di sektor industri, seperti pajak yang lebih rendah atau kemudahan perizinan, dapat menjadi faktor penentu dalam pemilihan lokasi.

b) Fasilitas Kesehatan

Ketersediaan fasilitas kesehatan yang memadai untuk karyawan, termasuk rumah sakit dan klinik, penting untuk menjaga kesehatan dan keselamatan kerja.

c) Fasilitas Energi

Ketersediaan pasokan listrik yang stabil dan terjangkau sangat penting untuk operasional pabrik.

#### d) Layanan Logistik

Keberadaan perusahaan logistik yang dapat membantu dalam pengiriman dan distribusi barang secara efisien.

Susunan peralatan serta fasilitas dalam perancangan proses merupakan syarat dalam menentukan biaya perancangan sebelum mendirikan pabrik. Banyak faktor dalam menentukan lokasi pabrik agar pada saat pabrik di bangun di lokasi yang sudah dipilih dapat memberikan keuntungan jangka panjang dan dapat memungkinkan untuk melakukan perluasan pabrik pada masa yang akan datang. Pabrik asam sulfat ini direncanakan akan didirikan di daerah Kec. Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.



Sumber: Google Earth, 2024

Gambar 1.5 Peta Lokasi Asam Sulfat di Kabupaten Gresik

## 1.4 Tinjauan Pustaka

### 1.4.1 Belerang (Sulfur)

Belerang ditemui pada keadaan unsur bebas atau senyawa sulfida. Saat berada di alam belerang dapat ditemukan di kulit bumi sekitar 0,1% dari massa kulit bumi. Belerang dengan keadaan unsur bebas yang berada di alam terdapat di dalam tanah serta di daerah gunung berapi. Sedangkan belerang yang berbentuk senyawa ada pada bijih-bijih seperti pirit ( $\text{FeS}$ ), sfalerit ( $\text{ZnS}$ ), kalporit ( $\text{CuFeS}$ ).

Asam sulfat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  merupakan asam mineral yang kuat dan pada semua perbandingan air dapat larut. Secara umum asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) merupakan cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam.

Asam sulfat murni yang tidak diencerkan tidak dapat ditemukan secara alami di bumi karena sifatnya yang higroskopis. Akan tetapi asam sulfat juga merupakan komponen utama hujan asam, yang terjadi karena oksidasi sulfur dioksida di atmosfer dengan keberadaan air (oksidasi asam sulfit). Sulfur dioksida adalah produk sampingan utama dari pembakaran bahan bakar seperti batubara dan minyak yang mengandung sulfur (belerang).

Dalam membuat asam sulfat harus mendekati 100%, namun akan melepaskan  $\text{SO}_3$  pada titik didihnya dan menghasilkan konsentrasi asam sulfat menjadi 98,3%. Pada kondisi konsentrasi asam sulfat 98% ini yang umumnya disebut asam sulfat pekat yang lebih stabil untuk disimpan. Asam

sulfat murni wujudnya berupa cairan bening seperti minyak, yang dulu disebut minyak vitrol.

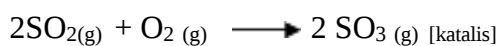
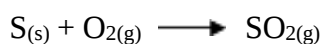
#### 1.4.2 Belerang (Sulfur)

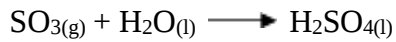
Adapun kegunaan produk asam sulfat diuraikan di bawah ini.

- Digunakan untuk produksi basah asam fosfat, yang digunakan dalam produksi pupuk fosfat dan trinitratium fosfat untuk deterjen.
- Asam sulfat digunakan dalam jumlah besar di industri baja untuk menghilangkan oksidasi, karat, dan endapan air.
- Kegunaan penting lainnya dari asam sulfat adalah dalam produksi aluminium sulfat. Aluminium sulfat bereaksi dengan sejumlah kecil sabun dalam serat pulp kertas membentuk aluminium karboksilat, yang membantu mengentalkan serat pulp dan membuat permukaan kertas menjadi keras.
- Asam sulfat juga digunakan dalam berbagai industri kimia. Misalnya, asam sulfat adalah katalis asam yang digunakan untuk mengubah sikloheksana oksim menjadi kaprolaktam, yang digunakan untuk membuat nilon.

#### 1.4.3 Metode Pembuatan Asam Sulfat

Proses pembuatan asam sulfat mula-mula dengan memproduksi gas sulfur dioksida, dengan mengkonversi sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida melalui penambahan oksigen lebih dengan katalis (Hakim: 2018). Kemudian direaksikan sulfur trioksida dan air membentuk asam sulfat. Adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut di bawah ini.





Proses pembuatan asam sulfat terbagi dua, yaitu *chamber* dan *contact*. Proses pembuatan asam sulfat tersebut dijelaskan secara detail di bawah ini.

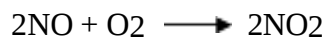
#### 1. Proses *Chamber*

Proses *Chamber* mempunyai 3 peralatan utama, yaitu *gay lussac tower*, *glover tower* dan *lead chamber*. Gas  $\text{SO}_2$  inter menuju *glover tower* berbarengan dengan nitrogen oksida, kemudian menuju *lead chamber* I. II dan III. kemudian, bergerak ke *gay lussac tower*. Hasil yang diperoleh selanjutnya kembali ke *glover tower*, lalu didinginkan hingga menghasilkan produk asam sulfat konsentrasi 65% sampai 80%. Proses *chamber* adalah proses lama untuk pembuatan asam sulfat. Dasar teori proses ini dibagi 3 tahap yang dijelaskan di bawah ini.

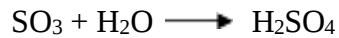
- a. Produksi  $\text{SO}_2$ , belerang dioksida, mula-mula membakar bubuk belerang atau besi(II)disulfida,  $\text{FeS}_2$  dengan udara.



- b. Oksidasi  $\text{SO}_2$  menjadi  $\text{SO}_3$ , sulfur trioksida diperoleh dari reaksi oksidasi belerang dioksida dengan nitrogen dioksida. Nitrogen dioksida yang dihasilkan dari oksida nitrat bergabung dengan oksigen dari udara.



- c. Konversi sulfur trioksida menjadi asam sulfat, Sulfur trioksida yang diperoleh dari reaksi di atas dilarutkan dalam air guna mendapatkan hasil akhir berupa asam sulfat.



Gas  $\text{SO}_2$  panas dari *burner* ( $\text{SO}_2$  dan  $\text{O}_2$ ), masuk dari bagian bawah *glover tower*, sedang larutan dingin nitrous vitriol (NV) dari *gay lussac tower* masuk lewat atas dan akan terjadi aliran counter current. Hal ini menyebabkan adanya oksidasi di bagian atas *glover tower*, dimana nitrogen oksida bereaksi dengan gas  $\text{SO}_2$ . Hasil reaksi dari *glover tower* kemudian masuk ke *lead chamber* yang disusun secara seri. Sebagian besar gas  $\text{SO}_2$  teroksidasi menjadi  $\text{SO}_3$  serta terabsorpsi menjadi asam sulfat, mengembun dan menempel pada dinding *chamber*. Selanjutnya, asam sulfat yang keluar dari *lead chamber* pada tingkat kepekatan 62-68% kembali ke *glover tower* untuk memperoleh kandungan lebih pekat dan membuang kandungan Nitrogen oksida. Di dasar *glover tower*, larutan 77,7% asam sulfat yang keluar didinginkan. Kemudian Sebagian dari asam ini disirkulasi kembali ke *gay lussac tower* menggunakan Nitrogen oksida dari *lead chamber*, membentuk NV yang mengandung 1-2,5%  $\text{NO}_3$  dialirkan ke bagian atas *glove tower*. Hasil yang keluar didinginkan dengan *cooler* dan didapat produk asam sulfat dengan konsentrasi 65% - 80% (Edward M. Jones: 1950).

## 2. Proses *Contact*

Peralatan pada *contact process* menggunakan *drying tower*, *converter* dan *absorber tower*. Sulfur cair bereaksi dengan oksigen dari *drying tower* menjadi gas  $\text{SO}_2$ , kemudian gas  $\text{SO}_2$  masuk ke *converter* dan mengalami oksidasi menghasilkan gas  $\text{SO}_3$ . Gas  $\text{SO}_3$  masuk ke *absorber tower* dan bereaksi dengan air membentuk asam sulfat. Pada *contact process*, produk asam sulfat yang dihasilkan mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi, yaitu asam sulfat dengan konsentrasi 98% (Goodhead T.o, A. M. 2014). Dalam *contact process* terdapat 2 macam cara, yaitu *single contact absorber* dan *double contact absorber*. Kedua

cara tersebut menggunakan 1 atau 2 *absorber*. Gas sulfur trioksida yang keluar dari *converter*, langsung didinginkan di *economizer*, kemudian dilewatkan *absorber* dan hasilnya diperoleh produk asam sulfat dengan kadar sebesar 98% - 99,5%. Kedua cara tersebut terkait *contact process* dijelaskan secara rinci di bawah ini.

a) *Single Contact Absorber*

*Single contact absorber* adalah proses yang hanya menggunakan sebuah absorber, dimana gas sulfur trioksida yang keluar dari *converter*, langsung didinginkan di *economizer*, lalu dilewatkan ke *absorber* hingga produk asam sulfat dikeluarkan.

b) *Double Contact Absorber*

*Double contact absorber* adalah proses kontak dengan menggunakan dua buah *absorber*. Gas sulfur trioksida yang keluar dari *converter stage* didinginkan di *economizer*, kemudian dilewatkan pada *absorber I* dan gas dikembalikan ke *converter stage* untuk proses akhir. Keluar dari *converter stage* akhir, gas masuk ke *economizer* selanjutnya dilewatkan pada absorber II dan akhirnya diperoleh produk asam sulfat.

## BAB XI

### KESIMPULAN

Hasil analisa perhitungan pada pra rancangan pabrik asam sulfat dari *Sulfur* dan  $H_2O$  diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Kapasitas rancangan pabrik asm sulfat direncanakan 50.000 ton/tahun.
2. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT).
3. Bentuk organisasi yang direncanakan adalah struktur organisasi lini dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah 98 orang.
4. Analisa ekonomi :
  - a) Modal investasi = **Rp. 3.682.770.584.013,22**
  - b) Total biaya produksi = **Rp. 405.104.563.490,38**
  - c) Hasil penjualan = **Rp. 2.249.999.532.000,00**
  - d) Harga jual produk = **Rp. 45.000,00**
  - e) Jumlah produk yg terjual = **49.999.989,6 kg atau 49.999,9896 ton**
  - f) Laba bersih = **Rp. 68.987.123.079,44**
  - g) *Profit margin* = **3%**
  - f) *Break Event Point* = **43% dengan kapasitas 21.500 ton dan nilai Rp. 964.350.000**
  - g) *Pay Out Time* = **5 tahun 9 bulan**
  - h) *Internal Rate Of Return* = **31%**

Dari hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik asam sulfat ini layak untuk didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aliwarga, L., Soerawidjaja, T. H., & Victoria, A. V. 2018. *Pengembalian Kembali Vanadium Pentaoksida dari katalis Vanadium Bekas*. 17 (2): 76-83, (<https://jurnalteknik.unjani.ac.id/jt/article/view/87/21>), diakses 10 Mei 2024).
- Aries, R. and Newton, R. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw Hill International Book Company, New York.
- Babich, A., Senk, D., Gudenau, W.H., Mavrommatis, K.Th. 2008. *Iron Making Textbook 1st Edition*. Institut fur Eisenhuttenkunde der RWTH Aachen: Aachen, ([https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repository.its.ac.id/63780/1/2710100011Undergraduate\\_Thesis.pdf&ved=2ahUKEwjbkZyipL6GAxXa7TgGHaAkIVMQFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw0D2KqDXyZPsthKkpTiuSKo](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repository.its.ac.id/63780/1/2710100011Undergraduate_Thesis.pdf&ved=2ahUKEwjbkZyipL6GAxXa7TgGHaAkIVMQFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw0D2KqDXyZPsthKkpTiuSKo)), diakses 24 Mei 2024).
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design 3rd edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Carl L., Yaws, 1999. *Chemical Properties Handbook*, McGraw-Hill, New York.
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. 2005. *Chemical Engineering Design*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, ([https://www.academia.edu/37875648/Coulson\\_Richardsons\\_Chemical\\_Engineering\\_Vol\\_6\\_Chemical\\_Engineering\\_Design\\_4th\\_Edition](https://www.academia.edu/37875648/Coulson_Richardsons_Chemical_Engineering_Vol_6_Chemical_Engineering_Design_4th_Edition)), diakses 13 Juli 2024).
- Douglas, K., dan Louie, P. 2005. *Handbook of sulfuric acid manufacturing*. Thornill: DKL Engineering Inc, (<https://www.scribd.com/document/374642764/Douglas-Handbook-of-Sulphuric-Acid-Manufacturing-pdf>), diakses 10 Mei 2024).
- Erust, C., Akcil, A., Bedelova, Z., Anarbekov, K., Baikonurova, A., dan Tancuk, A. 2016. *Recovery of vanadium from spent catalysts of sulfuric acid plant by using inorganic and organic acids: laboratory and semi-pilot tests*, Waste Management, 49: 455-461.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X15302361>), diakses 10 mei 2024).

Evans, Rupert N, dan Edwin, Lewis H. 1978. *Foundation of Vocational Education*. Columbus. Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company.

Geankoplis, C.J. 1993. *Transport Process and Unit Operation 3rd edition*. New York: Allyn & Bacon.

Goodhead T.o, A. M. (2014). Design of Isothermal Plug Flow Reactor Adsorption Tower for Sulphur Trioxide Hydration using Vanadium Catalst. *International Jurnal of Innovative Science and Modern Engineering*, 9-16. ([https://www.researchgate.net/profile/GregorioBani/publication/376583249\\_KIMIA\\_INDUSTRI\\_Efbertias\\_Sitorus\\_Neny\\_Rochyani\\_Safa'ah\\_Nurfa'izin\\_GET\\_PRESS\\_INDONESIA/links/657e3d3baff8b16813ad9562/KIMIA-INDUSTRI-Efbertias-Sitorus-Neny-Rochyani-Safaah-Nurfaizin-GET-PRESS-INDONESIA.pdf#page=24](https://www.researchgate.net/profile/GregorioBani/publication/376583249_KIMIA_INDUSTRI_Efbertias_Sitorus_Neny_Rochyani_Safa'ah_Nurfa'izin_GET_PRESS_INDONESIA/links/657e3d3baff8b16813ad9562/KIMIA-INDUSTRI-Efbertias-Sitorus-Neny-Rochyani-Safaah-Nurfaizin-GET-PRESS-INDONESIA.pdf#page=24)), diakses 21 Mei 2024).

Handoko, T. H. (1992). *Manajemen*. Yogyakarta: BPFE-UGM. ([https://www.academia.edu/12124668/BUKU\\_KARYA\\_T\\_HANI\\_HANDOKO](https://www.academia.edu/12124668/BUKU_KARYA_T_HANI_HANDOKO)), , diakses 9 September 2024).

Hakim, M. L., Ida F., Aini, N. Hendrianie, N., & Juliastuti, S.R. 2018. *Pra Desain Pabrik Asam Sulfat dari Belerang*. 7 (1): 138-140, (<https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/viewFile/28816/5068>), diakses 22 Februari 2024).

H. Wang et al. 2014. Two-Step Process for Sulfuric Acid Production from Sulfur: Thermodynamic Analysis and Process Simulation, *Industrial & Engineering Chemistry Research*.

Kern, D.Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Kirk, R.E. and Othmer, D.F. 1978. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3 (14), Interscience Publisher, John Wiley and Sons, New York. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pol.1978.130160508>), diakses 11 Mei 2024).

Ludwig, E.E. 1964. Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants Volume 3. Boston: Gulf Publishing Company.

Mperiju, T., Sylvain, T., Arowo, M. N., Dhanda, T., Abubakar, A. M., Goriya, B. A., & Zakariyyah, A. 2023. *Optimized Production of High Purity Sulphuric Acid via Contact Process*. 2 (1): 1–13, ([https://www.researchgate.net/publication/371133214\\_Optimized\\_Production\\_of\\_High\\_Purity\\_Sulphuric\\_Acid\\_via\\_Contact\\_Process](https://www.researchgate.net/publication/371133214_Optimized_Production_of_High_Purity_Sulphuric_Acid_via_Contact_Process)), diakses 26 Mei 2024).

Perry, R. H and Green, D.W. (2008): *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*, 8<sup>th</sup>. Mc. Graw Hill Book Co, Tokyo, (<https://www.semanticscholar.org/paper/Perry%27s-ChemicalEngineers%27-Handbook-Perry-Green/ec2f624e0a37acbf84a3c6b4d8b731de118b41eb>), diakses 11 September 2024).

Peter, M,S, dan Timmerhaus, K.D. (1991): *Plant Design and Economi for Chemical Engineers*, 4<sup>th</sup> ed., Mc Graw Hill Book Co, New York. ([https://books.google.co.id/books/about/Plant\\_design\\_and\\_economics\\_for\\_c\\_hemicalhtml?id=685TAAAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.co.id/books/about/Plant_design_and_economics_for_c_hemicalhtml?id=685TAAAAMAAJ&redir_esc=y)), diakses 15 September 2024).

Peter, M,S, dan Timmerhaus, K.D. (2004): *Plant Design and Economi for Chemical Engineers*, 5<sup>th</sup> ed, John Wiley and Sons Inc, New York, ([https://openlibrary.org/books/OL3563659M/Plant\\_design\\_and\\_economics\\_for\\_chemical\\_engineers](https://openlibrary.org/books/OL3563659M/Plant_design_and_economics_for_chemical_engineers)), diakses 15 September 2024).

Ulrich, G.D. 1984. A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics. New York: John Wiley & Sons Inc.

Wijayanti, M., & Sc, M. (2003). *PRODUK SUSU KENTAL MANIS CARNATION*. 1-14. (<https://media.neliti.com/media/publications/256926-analisa-peramalan-penjualan-produk-susu-a5be3e8c.pdf>), diakses 17 September 2024).

<https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/data-inflasi.aspx>, diakses 13 September 2024.

<https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/bi-rate.aspx>, diakses 14 September 2024.

