



BAB I

PENDAHULUAN

I.1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan sektor industri termasuk industri kimia semakin pesat seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi. Pembangunan industri kimia yang menghasilkan suatu produk sangat dapat menguntungkan karena dapat mengurangi ketergantungan impor Indonesia terhadap luar negeri. Selain itu, juga dapat menyerap tenaga kerja dan dapat menambah pendapatan negara yang berasal dari pajak dan devisa. Pendapatan tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk pembangunan diberbagai bidang industri, sehingga taraf hidup masyarakat meningkat. Indonesia merupakan negara dengan sumber daya mineral yang melimpah. Potensi sumber daya mineral ini tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Sumber daya mineral tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku industri sehingga dapat meningkatkan nilai ekonominya. Penggunaan bahan baku yang berasal dari sumber daya alam yang terdapat di Indonesia dapat meminimalisir biaya produksi yang dikeluarkan. Salah satu sumber daya alam yang terdapat di Indonesia adalah kaolin yang dapat diolah menjadi produk antara berupa Aluminium sulfat.

Aluminium sulfat [$Al_2(SO_4)_3$] atau yang dikenal dengan sebutan tawas, alum, fero sulfat, merupakan flokulator yang berfungsi untuk menggumpalkan kotoran-kotoran pada proses penjernihan air. Selain untuk penjernihan air, Aluminium sulfat banyak digunakan dalam berbagai industri sebagai bahan baku maupun bahan pembantu (Nugrahanto, 2017). Industri yang menggunakan Aluminium sulfat sebagai bahan baku adalah industri sabun dan detergen, petrokimia, kertas, pewarna, farmasi, antiseptik kulit dan sintesis bahan lainnya. Penggunaan Aluminium sulfat sebagai bahan pembantu digunakan dalam *water treatment* dan pengolahan limbah.



I.1.1. Sejarah Perkembangan Proses

Aluminium sulfat merupakan industri penghasil senyawa aluminium yang terbesar kedua setelah Aluminium oksida. Aluminium sulfat pertama kali digunakan di Paris 1844 untuk menggantikan kalium alum. Aluminium sulfat diproduksi dalam skala besar dari Aluminium hidroksida dan Asam sulfat dengan proses Giulini di Jerman dan beberapa negara Eropa. Pada proses ini. Aluminium sulfat dapat diproduksi dengan mudah untuk mendapatkan kemurnian yang tinggi (Ullman, 1985).

Aluminium sulfat merupakan senyawa kimia yang dihasilkan secara sintesis dengan mereaksikan senyawa alumina (Aluminium oksida : Al_2O_3) dengan larutan sulfat. Aluminium sulfat terkadang salah pengertiannya dengan alum, karena alum adalah hidrat dari Aluminium sulfat. Baik alum maupun Aluminium sulfat digunakan secara luas pada industri, karena sangat efektif untuk proses koagulasi.

Pada tahun 1930 Fernz Corporation Ltd memproduksi Aluminium sulfat di New Zealand. Aluminium sulfat diproduksi dengan mereaksikan Aluminium hidroksida dengan asam sulfat menggunakan proses bayer. Produksi Aluminium sulfat berlangsung hingga pertengahan tahun 1960 sebagai Aluminium sulfat yang terbuat dari bauksit atau tanah liat dengan kandungan alumina tinggi. Pada tahun 1961, Herman Ruter menemukan sebuah proses pembuatan Aluminium sulfat dengan cara mereaksidak aluminium hidroksida dengan asam sulfat. Pada tahun 1963, Carl memperkenalkan penemuannya mengenai proses produksi Aluminium sulfat dengan mereaksikan bauksit atau aluminium oksida yang mengandung bijih besi dengan asam sulfat. Prinsip dari penemuan ini yaitu untuk meningkatkan efisiensi proses ekstraksi yang dapat digunakan untuk bahan selain bauksit seperti kaolin. Tahun 1981, Boisen menemukan metode untuk mengkristalkan aluminium sulfat menggunakan alat evaporasi kristalisasi (Donaldson, 1998).



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”

I.1.2. Alasan Pendirian Pabrik

Perencanaan pabrik Aluminium sulfat ini memiliki tujuan utama yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang cenderung meningkat setiap tahunnya. Di samping itu mengingat produk Aluminium sulfat ini juga merupakan produk yang berorientasi pasar, maka perencanaan pabrik Aluminium sulfat ini juga dipakai sebagai produk komoditi ekspor, sehingga mampu meningkatkan devisa negara.

I.1.3 Aspek Ekonomi

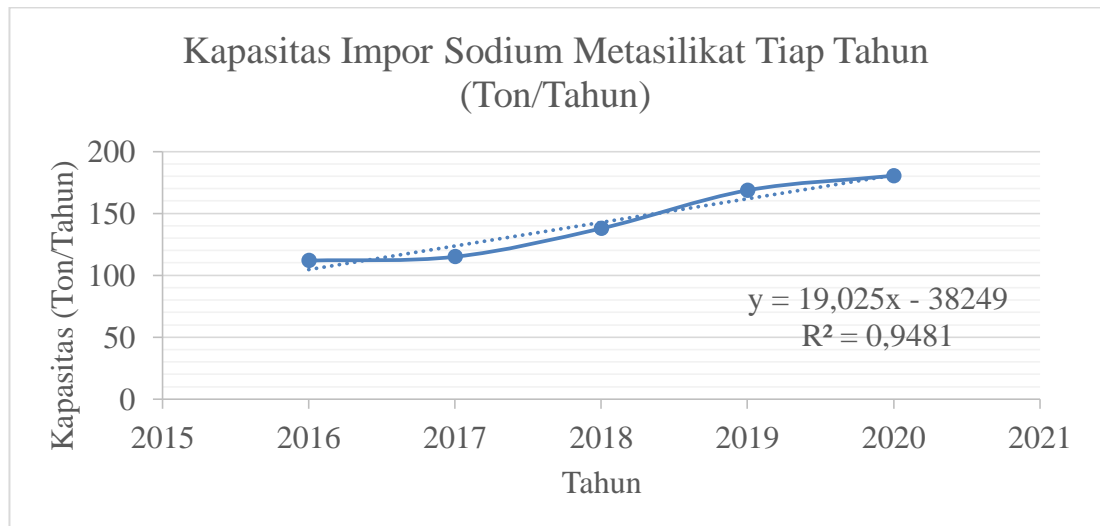
Kebutuhan Aluminium sulfat di Indonesia mengalami fluktuasi berdasarkan permintaan pasar. Hal ini bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel I. Data Impor Aluminium sulfat di Indonesia

Tahun (x)	Jumlah Impor (Ton / Tahun)
2016	112,035
2017	115,141
2018	137,94886
2019	168,653
2020	180,402

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2021)

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan antara jumlah impor dan tahun.



Gambar I.1. Data Impor Aluminium sulfat di Indonesia

Berdasarkan grafik diatas, dengan metode *trendline* regresi linear (*Microsoft Excel*), maka didapatkan persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 19,025 (x) - 38259$$

Keterangan :

Y = Kapasitas pada tahun ke-n (ton/tahun)

X = Tahun ke-n (2024 tahun ke-10)

Apabila masa konstruksi pabrik diasumsikan selama 3 tahun, maka pabrik ini akan mulai beroperasi pada tahun 2024, sehingga didapatkan kebutuhan pada tahun 2024 (n = 10) :

$$\begin{aligned} Y &= 19,025 (10) - 38249 \\ &= 38439,0533 \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik Aluminium sulfat yang akan direncanakan sebesar 50.000 ton/tahun.

Ketersediaan bahan baku yang digunakan adalah Aluminium hidroksida dan Asam sulfat, bahan-bahan tersebut dapat diperoleh dari pabrik-pabrik di bawah ini :

- Asam sulfat 98% dapat diperoleh dari PT. Petrokimia, Gresik
- Aluminium hidroksida dapat diperoleh dari PT. Bisindo Kencana



I.1.4 Sifat Fisik dan Kimia

I.1.4.1 Bahan Baku Utama

A. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Sifat Fisika :

1. Rumus Molekul : H_2SO_4
2. Berat Molekul : 98,08 g/mol
3. Titik Lebur : 10,49 °C
4. Titik Didih : 340 °C
5. Spesifik gravity : 1,834
6. Warna : tidak berwarna
7. Bentuk : cair yang viscous

Sifat Kimia :

1. Terdekomposisi dalam alkohol

(Perry, 1997)

2. Korosif terhadap aluminium, tembaga dan stainless steel
3. Reaktif terhadap senyawa oksidasi, logam, asam, alkali dan material organik

(MSDS, 2013 “sulfuric acid”)

B. Aluminium Hidroksida ($Al(OH)_3$)

Sifat Fisika :

1. Rumus Molekul : $Al(OH)_3$
2. Berat Molekul : 77,99 g/mol
3. Titik Lebur : 300 °C
4. Titik Didih : -
5. Spesifik Gravity : 2,42
6. Warna : putih
7. Bentuk : monoklinik

(Perry, 1997)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”

Sifat Kimia :

1. Tidak larut dalam air dan alkohol
2. Larut dalam pelarut asam dan alkali
3. Reaktif dengan asam dan alkali

(Hawley, 1987)

I.1.4.2 Produk Utama

A. Aluminium Sulfat Hidrat $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

Komersial grade aluminium sulfat terdiri dari 14-15 %, 15-16%, 17-18%, dan 22-23% kandungan Al_2O_3 , Secara umum yang lebih sering ditemukan dipasaran adalah aluminium sulfat dengan kandungan 17-18% Al_2O_3 . Aluminium sulfat *octadecahydrate* biasanya mengandung Al_2O_3 sebanyak 15,3% (Ullman's, 1985).

Sifat Fisika :

1. Bentuk : Kristal
2. Warna : Putih
3. Ukuran : 1,5 – 3 mm
4. Titik lebur : 770 °C
5. Spesifik gravity : 2,71
6. Berat molekul : 342,13 g/mol
7. PH 1 % larutan : 3,4

Sifat Kimia :

1. Kandungan Al_2O_3 : 17-18%
2. Kandungan Fe_2O_3 : < 0,01
3. Insoluble material : 0,03 %
4. Terjadi proses kristalisasi ketika berada pada suhu 85°-90°C
5. Bersifat korosif terhadap carbon steel, aluminium dan zinc

(Faith, 1950)



I.1.5 Kegunaan Aluminium Sulfat

Aluminium sulfat merupakan salah satu dari bahan kimia yang banyak digunakan pada bidang industri kimia. Adapun kegunaannya adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan pelekats kertas yang digunakan pada proses pembuatan pulp dan kertas, yaitu untuk mengendapkan damar yang larut dalam kanji pada serat kertas, mengontrol pH pada bubur kertas, setting ukuran kertas dan membantu mengolah air pulp dengan cara menambahkan Aluminium sulfat ke dalam pulp kertas sebelum masuk ke dalam mesin pembuat kertas.
2. Sebagai bahan utama dalam pemurnian air, yaitu sebagai koagulan yang dapat mengendapkan bermacam-macam kotoran dan bakteri sehingga air itu menjadi bersih terbebas dari pencemaran dan memenuhi standar air umum yang diizinkan.
3. Sebagai bahan baku pembuatan kaleng untuk mengawetkan makanan, sebagai koagulan pada industri karet sintesis, sebagai bahan pembantu pada proses pencelupak batik (tekstil), pembuatan bahan-bahan kimia, kosmetik, obat-obatan, alat pemadam api, dan bahan cat. (Mc. Ketta dan Kirk Ohmerr)

I.2 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik

I.2.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu pabrik merupakan hal yang penting, karena akan mempengaruhi kedudukan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup dari suatu perusahaan. Setelah mempelajari dan mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik, maka ditetapkan lokasi pabrik Aluminium sulfat ini akan didirikan di daerah Manyar, Gresik. Adapun sejumlah faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik ini, antara lain meliputi Faktor Utama dan Faktor Khusus.



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”

A. Faktor Utama

1. Bahan Baku

Bahan baku merupakan salah satu faktor yang penting dan harus diperhatikan dalam penentuan lokasi suatu pabrik. Pada dasarnya suatu pabrik sebaiknya didirikan di daerah yang dekat dengan sumber bahan bakunya. Sehingga pengadaan dan transportasi bahan bakunya mudah diatasi dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Hal – hal yang perlu ditinjau mengenai bahan baku ini adalah sebagai berikut :

- a. Jarak sumber bahan baku dengan pabrik Bahan baku yang digunakan dapat diperoleh di Gresik dan sekitarnya.
 - 1) Asam Sulfat 98% dapat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik.
 - 2) Aluminium hidroksida dapat diperoleh dari PT.Bisindo Kencana.
 - 3) Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama digunakannya
 - 4) Bagaimana cara mendapatkannya, transportasinya, dan penyimpanan bahan baku
 - 5) Kemungkinan untuk mendapatkan sumber lain

2. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Suatu pabrik memerlukan bahan bakar dan listrik untuk keperluan menjalankan alat – alat serta penerangan bagi pabrik secara keseluruhan. Kebutuhan bagi pabrik biasanya volumenya cukup besar, sehingga diperlukan suatu daerah yang dekat dengan sumber tenaga listrik dan bahan bakar. Tenaga listrik untuk pabrik Amonium sulfat ini dibagi menjadi dua, yaitu secara eksternal dan internal. Secara eksternal energi didapatkan dari PLN daerah Gresik, sedangkan secara internal didapatkan dari generator.

3. Sumber Air

Lokasi pabrik dekat dengan sungai bengawan solo, sehingga penyediaan air sangat tercukupi. Nantinya air dari sungai bengawan solo akan diolah terlebih dahulu supaya dapat digunakan sebagai air proses.



4. Iklim dan Geografis

Ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan menyangkut hubungan antara pemilihan lokasi pabrik dengan iklim dan letak geografis dari suatu daerah.

- a. Keadaan alamnya, alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan
- b. Keadaan angin (kecepatan dan arahnya), pada suatu situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat itu, dan bagaimana akibatnya pada daerah itu
- c. Gempa bumi yang pernah terjadi

B. Faktor Khusus

1. Transportasi

Pengaruh faktor transportasi terhadap lokasi pabrik, maka pabrik akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur. Sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku, bahan bakar, bahan pendukung dan produk yang dihasilkan. Untuk mempermudah pengangkutan bahan baku, bahan pendukung dan produk yang dihasilkan maka lokasi pabrik harus berada di daerah yang mudah dijangkau oleh kendaraan- kendaraan besar, misalnya dekat dengan badan utama jalan raya yang menghubungkan kota-kota besar, dan pelabuhan sehingga tidak perlu untuk membuat jalan khusus.

2. Perpajakan dan Asuransi

Perpajakan dan asuransi disalam mendirikan suatu pabrik juga merupakan factor yang menentukan untuk pengambilan daerah lokasi pabrik jangan sampai pabrik yang ada akan memberatkan pabrik tersebut.

3. Karakteristik Tanah dan Lokasi

Hal – hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Apakah lokasi berada pada daerah bekas sawah, rawa atau bukit



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”

- b. Harga tanah dan fasilitas – fasilitas lain Struktur dan karakteristik tanah di daerah Gresik tidak perlu ditakutkan lagi mengingat banyaknya industri lainnya yang sudah ada.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar. Karena lokasinya cukup dekat dengan pemukiman penduduk, selain dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja juga dapat membantu meningkatkan taraf hidup penduduk sekitarnya.

5. Keadaan Lingkungan Masyarakat

Menurut pengamatan, masyarakat di sekitar lokasi pabrik memiliki adat istiadat yang baik. Selain itu fasilitas perumahan, pendidikan, poliklinik, dan peribadahan sudah tersedia.



Gambar I.2. Peta Lokasi Pembangunan Pabrik Aluminium Sulfat

I.2.2 Tata Letak Pabrik

Dasar perencanaan tata letak pabrik harus diatur sehingga didapatkan :

- a. Konstruksi yang efisien
- b. Pemeliharaan yang ekonomis



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”

- c. Operasi yang baik
- d. Dapat menimbulkan kegairahan kerja dan men jamin keselamatan kerja yang tinggi

Untuk mendapatkan tata letak pabrik yang baik harus dipertimbangkan beberapa faktor yaitu :

- a. Tiap-tiap alat harus diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharannya
- b. Setiap alat disusun berurutan menurut fungsi masing-masing sehingga tidak menyulitkan aliran proses
- c. Untuk daerah yang mudah menimbulkan kebakaran ditempatkan alat pemadam kebakaran
- d. Alat kontrol yang ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator
- e. Tersedianya tanah atau areal untuk perluasan pabrik

Dalam pertimbangan pada prinsipnya perlu dipikirkan mengenai biaya instalasi yang rendah dan sistem manajemen yang efisien. Tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama yaitu :

1. Daerah Proses

Daerah ini merupakan tempat proses. Penyusunan perencanaan tata letak peralatan berdasarkan aliran proses. Daerah proses diletakkan di tengah-tengah pabrik, sehingga memudahkan supply bahan baku dari gudang persediaan dan pengiriman produk ke daerah penyimpanan, serta memudahkan pengawasan dan perbaikan alat.

2. Daerah Penyimpanan (Storage Area)

Daerah ini merupakan tempat penyimpanan hasil produksi yang pada umumnya dimasukkan ke dalam tangki atau drum yang sudah siap dipasarkan.



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”

3. Daerah Pemeliharaan Pabrik dan Bangunan

Daerah ini merupakan tempat melakukan kegiatan perbaikan dan perawatan peralatan, terdiri dari beberapa bengkel untuk melayani permintaan perbaikan dari pabrik dan bangunan.

4. Daerah Utilitas

Daerah ini merupakan tempat penyediaan keperluan pabrik yang berhubungan dengan utilitas yaitu air, steam, bahan bakar dan listrik.

5. Daerah Administrasi

Merupakan pusat dari semua kegiatan administrasi pabrik dalam mengatur operasi pabrik serta kegiatan-kegiatan lainnya.

6. Daerah Perluasan

Digunakan untuk persiapan jika pabrik mengadakan perluasan di masa yang akan datang. Daerah perluasan ini terletak di belakang pabrik.

7. Plant Service

Plant Service meliputi bengkel, kantin umum dan fasilitas kesehatan/poliklinik. Bangunan-bangunan ini harus ditempatkan sebaik mungkin sehingga memungkinkan terjadinya efisiensi yang maksimum.

8. Jalan Raya

Untuk memudahkan pengangkutan bahan baku maupun hasil produksi, maka perlu diperhatikan masalah transportasi. Salah satu sarana transportasi yang utama adalah jalan raya.



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”

Setelah memperhatikan faktor-faktor diatas, maka disediakan tanah seluas 20.000 m² dengan ukuran 100 m x 200 m. Pembagian luas pabrik diperkirakan sebagai berikut :

Tabel 2.Pembagian Luas Pabrik

No.	Daerah	Ukuran (m)	Luas (m ²)	Jumlah	Luas Total (m ²)
1.	Aspal		2.350		2350
2.	Pos Keamanan	5 × 5	25	3	75
3.	Parkiran	20 × 30	600	1	600
4.	Taman	10 × 10	100	4	400
5.	Timbangan Truk	10 × 10	100	1	100
6.	Pemadam Kebakaran	10 × 10	100	2	200
7.	Bengkel	15 × 15	225	1	225
8.	Kantor	30 × 40	1200	1	1200
9.	Perpustakaan	25 × 20	500	1	500
10.	Kantin	15 × 15	225	1	225
11.	Poliklinik	10 × 10	100	1	100
12.	Mushola	30 × 30	900	1	900
13.	Ruang Proses	60 × 60	3600	1	3600
14.	Ruang Kontrol	10 × 10	100	1	100
15.	Laboratorium	25 × 25	625	1	625
16.	Unit Pengolahan Air	30 × 30	900	1	900
17.	Unit Pembangkit Listrik	25 × 20	500	1	500
18.	Unit Boiler	25 × 20	500	1	500
19.	Storage Produk	25 × 25	625	1	625
20.	Storage Bahan Baku	25 × 25	625	1	625
21.	Gudang	25 × 25	625	1	625
22.	Daerah Perluasan	60 × 50	300	1	300
Total					17.975

Luas Bangunan Gedung

$$\begin{aligned} &= \text{No (2) + (3) + (5) + (6) + (7) + (8) + (9) + (10) + (11) + (12)} \\ &= 100 + 1200 + 100 + 200 + 225 + 1200 + 500 + 225 + 100 + 900 \\ &= 3525 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

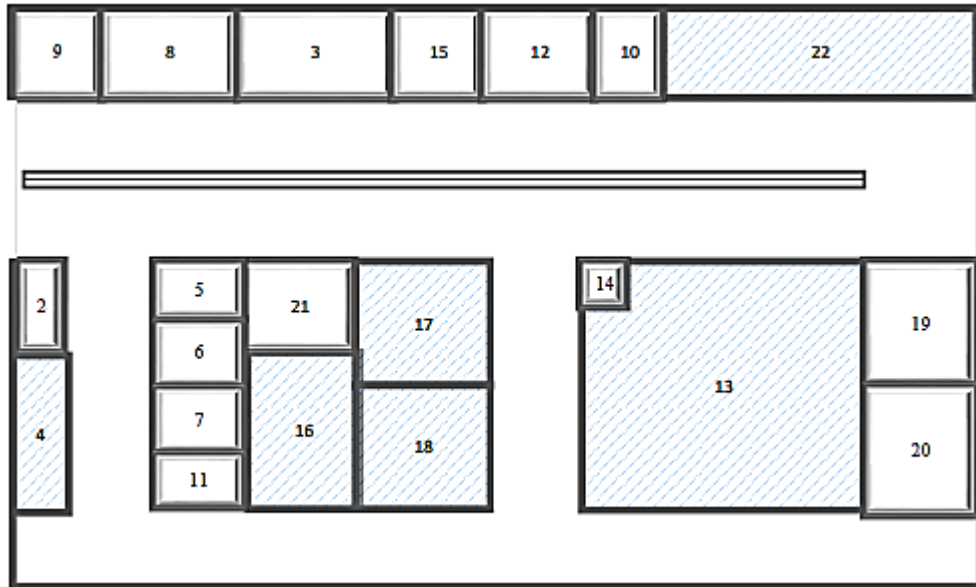


Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”

Luas Bangunan Proses Pabrik

$$\begin{aligned} &= \text{No (13) + (14) + (15) + (16) + (17) + (18) + (19) + (20) + (21) + (22)} \\ &= 3600 + 100 + 625 + 900 + 500 + 500 + 625 + 625 + 625 + 400 \\ &= 8100 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar I.3. Lay Out Pabrik

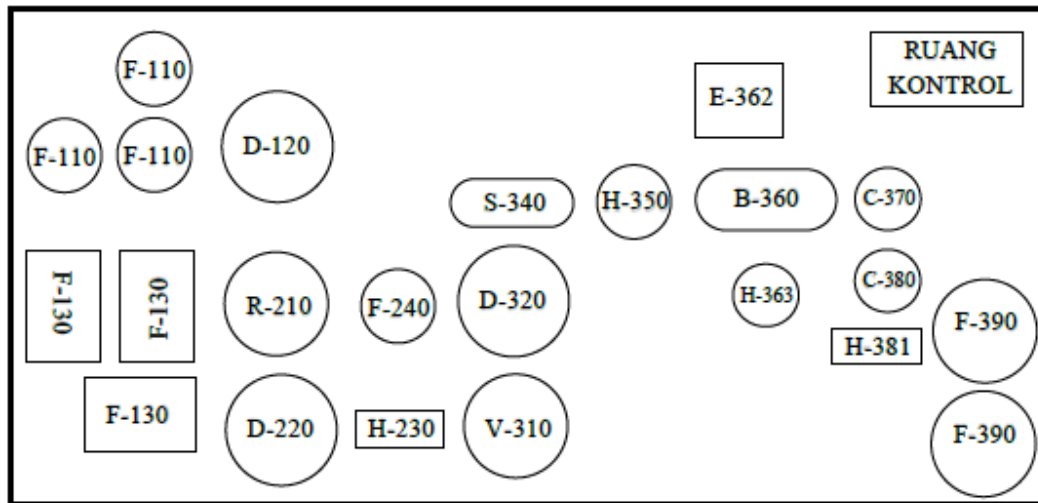
Keterangan Gambar :

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. Jalan aspal | 12. Musholla |
| 2. Pos keamanan | 13. Ruang proses |
| 3. Parkiran | 14. Ruang kontrol |
| 4. Taman | 15. Laboratorium |
| 5. Timbangan truk | 16. Unit pengolahan air |
| 6. Pemadam kebakaran | 17. Unit pembangkit listrik |
| 7. Bengkel | 18. Unit boiler |
| 8. Kantor | 19. Storage produk |
| 9. Perpustakaan | 20. Storage bahan baku |
| 10. Kantin | 21. Gudang |
| 11. Poliklinik | 22. Daerah perluasan |



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini”



Gambar I.4. Lay Out Peralatan Pabrik

Keterangan Gambar :

F-110	=	Tangki Asam sulfat	S-340	=	Crystallizer
F-130	=	Gudang penyimpanan Aluminium hidroksida	H-350	=	Centrifuge
D-120	=	Tangki pengenceran Asam sulfat	B-360	=	Rotary dryer
R-210	=	Reaktor	H-363	=	Cyclone
D-220	=	Tangki pelarutan Aluinium hidroksida	E-362	=	Burner rotary dryer
H-230	=	Filter press	C-370	=	Ball mill 1
F-240	=	Tangki penyimpanan cake	C-380	=	Ball mill 2
V-310	=	Evaporator	H-381	=	Screen
D-320	=	Tangki pencampur bibit kristal	F-390	=	Silo penampung produk