



---

---

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Perkembangan perindustrian di Indonesia yang akhir-akhir ini semakin pesat, terutama industri kimia. Hal ini mengakibatkan banyaknya permintaan bahan-bahan kimia untuk digunakan sebagai bahan baku atau pun bahan penunjang. Penggunaan bahan penunjang dalam industri kimia berfungsi untuk memperlancar proses pada industri tersebut. Salah satu bahan penunjang yang banyak digunakan adalah asam sulfat. Sampai saat ini asam sulfat masih tetap digunakan dalam berbagai industri kimia dan merupakan standart tingkat kemajuan industri suatu negara.

#### **I.1.1 Perkembangan Industri Asam Sulfat**

Perkembangan indsutri asam sulfat dimulai pada abad 18 sampai abad 19, dimana pada jaman tersebut pembuatan asam sulfat menggunakan metode *chamber process*. Metode ini menggunakan oksidasi nitrogen sebagai katalis homogen untuk oksidasi sulfur dioksida. Produk yang dihasilkan dari poses ini mempunyai kadar konsentrasi rendah, yaitu 78% asam sulfat dan kurang bisa digunakan untuk proses industri pada umumnya.

Sebelum abad 20, *chamber process* diganti dengan *contact process*. Penggunaan *contact process* digunakan karena banyak proses industri yang memerlukan asam sulfat dengan konsentrasi tinggi untuk pembuatan zat warna sintetik dan bahan kimia anorganik lainnya. Penggunaan proses ini pertama kali digunakan pada abad 19, *contact process* dijalankan dengan menggunakan katalis platinum dan mengalami perkembangan saat sebelum perang dunia I. Hal ini



bertujuan untuk membuat campuran asam sulfat dengan asam nitrat sebagai bahan peledak.

Pada tahun 1898-1902, pembuatan asam sulfat menggunakan metode yang dikenal dengan *manheim process*, dimana metode ini menggunakan peralatan converter. Converter stage I diisi dengan ferri oksida dan diikuti dengan pengisian platinum di stage terakhir. Sedangkan pada *scroder grillo process*, menggunakan platinum yang mengandung sulfat sebagai katalis. Tahun 1915, ditemukan katalis yang efektif untuk *contact process*, yang dikembangkan oleh Badische (Jerman), yaitu vanadium. Katalis ini digunakan tahun 1926 di Amerika dan menggantikan katalis platinum dan *contact process* dipatenkan oleh Philips pada tahun 1931.

(Shreve, 1973)

### **I.1.2 Aspek Ekonomi**

Di bidang industri, asam sulfat merupakan produk kimia yang paling banyak dipakai, sehingga memperoleh julukan *the lifeblood of industry*. Asam sulfat penting sekali terutama dalam produksi pupuk, kilang minyak, serabut buatan, bahan kimia industri, plastik, farmasi, baterai, bahan peledak, kertas dan pulp, karet, cat dan pigmen, industri pengolahan air dan masih banyak kegunaan lainnya.

## **I.2 Penentuan Kapasitas**

Penentuan kapasitas produksi suatu industri senantiasa diupayakan dengan memperhatikan segi teknis, finansial, ekonomis, dan kapasitas minimal. Dari segi teknis, industri asam sulfat yang direncanakan dengan memperhatikan peluang pasar, segi ketersediaan dan kontinuitas bahan baku. Selain itu penentuan kapasitas rancangan pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah berjalan.



Adapun beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas pabrik asam sulfat antara lain:

1. Kapasitas pabrik asam sulfat yang telah beroperasi. Beberapa pabrik asam sulfat yang telah beroperasi disajikan pada tabel berikut.

**Tabel I.1 Kapasitas Pabrik Asam Sulfat yang sudah Berdiri**

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Agip Petroli Spa	Italia	178.850
PT. Indo Barat Rayon	Indonesia	91.250
PT. Indo Acids	Indonesia	82.500
PT. Petrokimia	Indonesia	300.000
Asahi Kasei Chemichal	Jepang	73.000
OAD Kazzinc	Kazakhstan	326.675
Qatar Acids Company	Qatar	10.950
ZAO Karabashmed	Rusia	416.100
Petro Peru	Peru	167.900
JSC Naftan Company	Belarusia	167.170

Sulfat dengan kapasitas terkecil adalah Qatar Acids Company, dengan kapasitas produksi sebesar 10.950 ton/tahun.

2. Perkiraan kebutuhan asam sulfat di Indonesia

Kebutuhan pada tahun 2021 ditentukan dengan metode kuadrat terkecil yang mengacu pada data import dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2010-2018 sehingga mampu memprediksi produksi yang akan direncanakan.



Tabel I.2 Kebutuhan Asam Sulfat di Indonesia

Tahun	Kapasitas Produksi (Ton)
2010	118138,63
2012	477420,21
2014	415093,30
2016	490713,83
2018	491373,93

(Badan Pusat Statistik, 2018)

Berdasarkan tabel diatas, kapasitas produksi dapat dihitung dengan metode *least square* sebagai berikut :

$$y = a + b (x - \bar{x})$$

Dengan : a = rata-rata kapasitas ( $\bar{y}$ )

$\bar{x}$  = rata-rata tahun

$$= \frac{2010+2012+2014+2016+2018}{5}$$

$$= 2014$$

$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \quad (n = \text{jumlah data}) \text{ dan } (x = \text{tahun})$$

Didapat : a = 398547,98

$$b = \frac{4014897687 - \frac{10070 \times 1992739,9}{5}}{20281020 - \frac{(10070)^2}{5}}$$

$$= 37988,212$$

Persamaan linier :  $y = 398547,98 + 37988,212 (x - \bar{x})$

Pabrik direncanakan berproduksi pada tahun 2021 sehingga didapat kebutuhan pada tahun 2021 :

$$y = 398547,98 + 37988,212 (2021-2014)$$

$$= 664.465,46 \text{ ton/tahun}$$

$$\approx 665.000 \text{ ton/tahun}$$



Dari persamaan tersebut dapat dihitung besarnya impor asam sulfat pada tahun 2021 adalah sebesar 665.000 ton/th.

Pada prarancangan pabrik asam sulfat ini direncanakan berdiri pada tahun 2021 **berkapasitas 500.000 ton/tahun**, dengan pertimbangan sebagai berikut :

Dari persamaan tersebut dapat dihitung besarnya impor asam sulfat pada tahun 2021 adalah sebesar 665.000 ton/tahun. Dengan prediksi kebutuhan asam sulfat di atas maka ditetapkan perancangan kapasitas pabrik 75% dari hasil persamaan yaitu sekitar 498.750 ton/tahun. Namun pabrik ini memutuskan untuk memproduksi sebesar 500.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagian di ekspor. Kapasitas tersebut sudah diatas kapasitas pabrik minimum yang telah berdiri.

Dengan demikian, maka penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik asam sulfat di Indonesia. Hal ini membantu industri-industri kimia di dalam negeri dalam penyediaan bahan baku dan bila memungkinkan untuk komoditi ekspor yang dapat meningkatkan devisa negara.

### **I.3 Sifat Fisika & Kimia Bahan Baku dan Produk**

#### **I.3.1 Bahan Baku**

##### **1. Sulfur**

###### **a. Sifat Fisika**

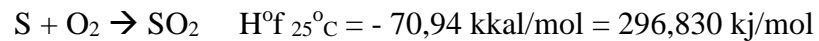
- Rumus molekul : S
- Berat molekul : 32,06 gmol/mol
- Warna : kuning
- Bentuk : padatan pada suhu kamar
- Specific gravity : 2,046 gr/cm<sup>3</sup>
- Titik leleh : 120 °C
- Titik didih : 444,6 °C



- Tidak larut dalam air, larut dalam karbon disulfid dari benzene, sukar larut dalam minyak zaitun, dan praktis tidak larut dalam etanol

b. Sifat Kimia

Dengan udara membentuk sulfur dioksida



## 2. Udara

### Oksigen

#### Sifat Fisika

- Rumus molekul :  $O_2$
- Berat molekul : 32,00 gmol/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : gas pada suhu kamar
- Specific gravity : 1,140  $gr/cm^3$  pada 188 °C
- Titik leleh : - 218,4 °C
- Titik didih : - 183,0 °C
- Kelarutan dalam 100 bagian air : 4,89 cc pada air 0 °C  
2,60 cc pada air 30 °C  
1,70 cc pada air 100 °C
- Larut dalam alkohol 95%

### Nitrogen

#### Sifat Fisika

- Rumus molekul :  $N_2$
- Berat molekul : 28,01 gmol/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : gas pada suhu kamar
- Specific gravity : 1,026  $gr/cm^3$
- Titik leleh : - 209,86 °C
- Titik didih : - 195,8 °C

**3. Air**

## a. Sifat Fisika

- Rumus molekul :  $H_2O$
- Berat molekul : 18,016 gmol/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : cair pada suhu kamar
- Specific gravity : 1 gr/cm<sup>3</sup> pada suhu 4 °C  
0,915 gr/cm<sup>3</sup> pada suhu 0 °C
- Titik leleh : 0 °C
- Titik didih : 100 °C
- Larut dalam alkohol 95% dalam segala perbandingan

## b. Sifat Kimia

- Cp : 1,00 kal/gr °C pada suhu 25 °C

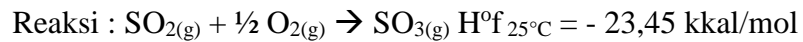
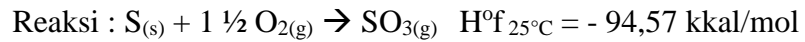
**4. Sulfur dioksida**

## a. Sifat Fisika

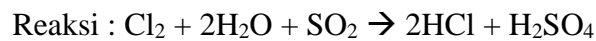
- Rumus molekul :  $SO_2$
- Berat molekul : 64,063 gr/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : gas pada suhu kamar
- Specific gravity : 1,44 gr/cm<sup>3</sup> pada 0 °C
- Titik leleh : - 75,5 °C pada 1 atm
- Titik didih : -10,0 °C pada 1 atm
- Kelarutan dalam 100 bagian air : 22,8 cc pada air 0 °C  
4,50 cc pada air 50 °C
- Panas spesifik pada 100 °C : 662 J/kg K
- Panas spesifik pada 300 °C : 754 J/kg K
- Panas spesifik pada 500 °C : 816 J/kg K

**b. Sifat Kimia**

- Dengan udara membentuk sulfur dioksida



- Dengan klorin dan air membentuk asam klorida dan asam lainnya



- Dengan hidrogen sulfida membentuk air dan sulfur

**5. Sulfur trioksida****a. Sifat Fisika**

- Rumus molekul :  $\text{SO}_3$
- Berat molekul : 80,06 gmol/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : gas pada suhu kamar
- Specific gravity : 1,923 gr/cm<sup>3</sup>
- Titik leleh : 16,83 °C
- Titik didih : 44,6 °C
- Tidak larut dalam air

**b. Sifat Kimia**

- Dengan air membentuk asam kuat



- Dengan udara lembab sulfur trioksida membentuk uap putih tebal dengan bau yang menyengat

**6. Vanadium pentaoksida****Sifat Fisika**

- Rumus molekul :  $\text{V}_2\text{O}_5$
- Berat molekul : 181,88 gmol/mol
- Warna : merah kekuningan





- Bentuk : padat pada suhu kamar
- Spesifik gravity : 3,357 gr/cm<sup>3</sup> pada suhu 180 °C
- Titik leleh : 800 °C
- Titik didih : 1750 °C
- Kelarutan dalam 100 bagian air : 0,8 cc pada air 20 °C
- Larut pada alkali seperti NaOH dan KOH
- Tidak dalam alkohol 95%

### I.3.2 Produk

#### Asam sulfat

##### a. Sifat Fisika

- Rumus molekul : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Berat molekul : 98,08 gmol/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bersifat korosif, terutama pada konsentrasi tinggi
- Mudah menguap
- Bentuk : cair pada suhu kamar
- Spesifik gravity : 1,834 gr/cm<sup>3</sup> pada suhu 18 °C
- Titik leleh : 10,49 °C
- Titik didih : 340 °C
- Larut dalam air pada segala perbandingan
- Larut dalam alkohol 95%

##### b. Sifat Kimia

- H<sup>o</sup>f sebesar -193,90548 kkal/mol
- Dengan basa membentuk garam dan air  
Reaksi :  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- Dengan alkohol membentuk eter dan air  
Reaksi :  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$

(Perry, R.H. 6<sup>th</sup> edition, 1984)

**I.4 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta penimbangan sosiologi dan budaya masyarakat disekitar lokasi pabrik. Dalam perencanaan pabrik ini, lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik asam sulfat dari bahan baku belerang adalah di Situbondo-Jawa Timur. Hal ini berdasarkan beberapa faktor sebagai berikut :

**1. Sumber Bahan Baku**

Penyediaan bahan baku belerang didapatkan dari unit penambangan belerang di daerah kawah pegunungan Ijen daerah Jawa Timur. Penyedia belerang didapat dari perusahaan pertambangan belerang yaitu PT. Candi Ngrimpi, Banyuwangi, Jawa Timur yang memproduksi 14 ton/hari.

**2. Pemasaran**

Karena produk ini termasuk intermediet, maka lokasi pabrik harus terletak dengan lokasi yang memudahkan distribusi produk ke pasar, baik dalam negeri maupun luar negeri. Situbondo merupakan kawasan pantura (pantai utara). Letak pabrik di daerah timur dalam pulau Jawa memiliki banyak keuntungan terutama dalam segi penjualan atau distribusi produk ke luar negeri (ekspor), yakni ke Australia maupun negara luar lain.

**3. Utilitas**

Dalam hal penyediaan air, Situbondo dilewati Sungai Sampean yang berasal dari anak sungai Pace yang bermata air dari pegunungan Iyan dan pegunungan Ijen dan sungai Panggang yang berasal dari daerah Banyuwangi yang mempunyai debit air cukup besar dengan fluktuasi antara musim hujan dan musim kemarau relatif kecil. Untuk penyediaan bahan bakar, bahan bakar dipasok dari Pertamina. Sedangkan untuk kebutuhan



listrik didapatkan dari PLN dan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan.

4. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan faktor pertimbangan pada penetapan lokasi pabrik tetapi tenaga terlatih atau skilled labor di daerah setempat tidak selalu tersedia. Jika didatangkan dari daerah lain diperlukan peningkatan upah atau penyediaan fasilitas lainnya sebagai daya tarik.

5. Transportasi

Situbondo merupakan kawasan pantura (pantai utara), sehingga transportasi darat dapat berjalan dengan lancar. Sedangkan untuk transportasi laut terdapat pelabuhan ketapang di Banyuwangi yang menghubungkan pulau Jawa dan Bali. Dalam hal ini, diharapkan arus bahan baku dan produk dapat berjalan dengan lancar. Letak pabrik di daerah timur dalam pulau Jawa memiliki banyak keuntungan terutama dalam segi penjualan atau distribusi produk ke luar negeri (ekspor), yakni ke Australia maupun negara luar lain. Jadi, untuk lokasi pabrik yang kami pilih adalah Situbondo, Jawa Timur. Yakni di daerah panarukan dimana tersedia lahan kosong seluas 21.000 m<sup>2</sup>.



**Gambar I.1 Lokasi Pabrik Sulphuric Acid di Daerah Panarukan, Situbondo, Jawa Timur**



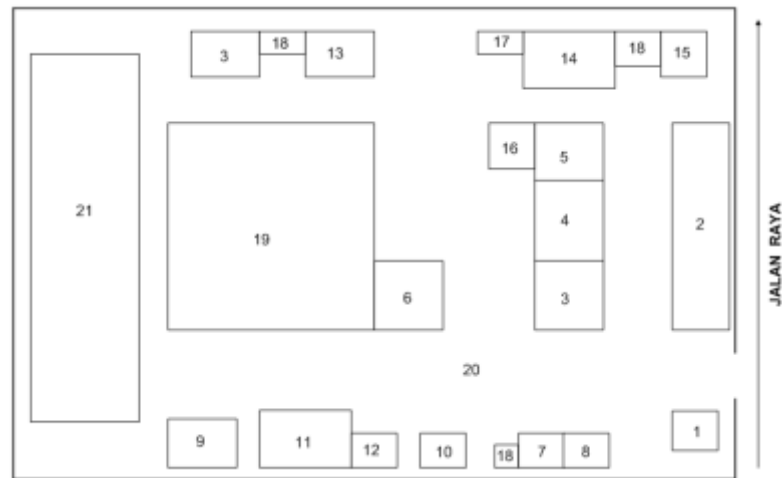
*Plant layout* prarencana pabrik asam sulfat perlu disusun sebelum pembangunan infrastruktur pabrik seperti perpipaan, listrik dan peralatan proses untuk menciptakan kegiatan operasional yang baik, konstruksi yang ekonomis, distribusi dan transportasi (bahan baku proses dan produk) yang efektif, ruang gerak karyawan yang memadai sehingga kenyamanan dan keselamatan kerja alat maupun seluruh karyawan terpenuhi.

*Plant layout* pabrik ini dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu :

a. Tata ruang pabrik (*plant layout*).

Tata letak pabrik merupakan suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yang meliputi area proses, area penyimpanan serta area material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Berbagai hal khusus yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik (*plant layout*) asam sulfat adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan steam, air, listrik dan lain sebagainya.
- Bentuk dari kerangka bangunan, pondasi, dinding serta atap.
- Kemungkinan perluasan di masa datang.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas-gas dan lain sebagainya.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Penerangan ruangan.

**Gambar I.2 Plant Layout Pabrik Asam Sulfat**

Keterangan gambar :

(skala = 1 : 100)

No.	Jenis bangunan	Ukuran (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos keamanan	5 x 5	25
2	Parkir	20 x 50	100
3	Kantor	20 x 20	400
4	Ruang meeting	10 x 20	200
5	Perpustakaan	10 x 20	200
6	Logistik	15 x 30	450
7	PMK	10 x 10	100
8	Koperasi	10 x 10	100
9	Water Treatment Plant	15 x 15	235
10	Power plant	15 x 15	235
11	Utilitas	20 x 25	500
12	Timbangan truk	10 x 15	150
13	Laboratorium	15 x 15	225
14	Kantin	15 x 20	300
15	Musholla	25 x 25	625
16	Poliklinik	10 x 10	100
17	Work shop	5 x 10	50
18	Toilet	10 x 10	100
19	Ruang proses (bahan baku, proses, produk, dan ruang kontrol)	78 x 70	5460
20	Taman dan jalan		6825
21	Perluasan	40 x 30	1200
	Luas Pabrik Asam Sulfat		17580



$$\begin{aligned}\text{Luas gedung} &= 1 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 14 + 15 + 16 + 17 + 18 \\ &= 2650 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas pabrik} &= 9 + 10 + 11 + 12 + 13 + 19 \\ &= 6805 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b. Tata letak peralatan proses (*process layout*)

Dalam perencanaan *process layout* ada beberapa hal yang perlu di perhatikan yaitu :

- Aliran bahan baku dan produk

Pengaturan aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Pemasangan elevasi perlu memperhatikan ketinggian. Biasanya pipa atau elevator dipasang pada ketinggian minimal 3 meter agar tidak mengganggu lintas karyawan.

- Aliran udara

Aliran udara di sekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya sehingga mengancam keselamatan pekerja.

- Pencahayaan

Penerangan seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai apalagi pada tempat-tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus.

- Lalu lintas manusia

Dalam perencanaan *process layout* perlu memperhatikan ruang gerak pekerja agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus seperti kerusakan alat (*trouble shooting*) dapat segera teratasi.

- Efektif dan efisien

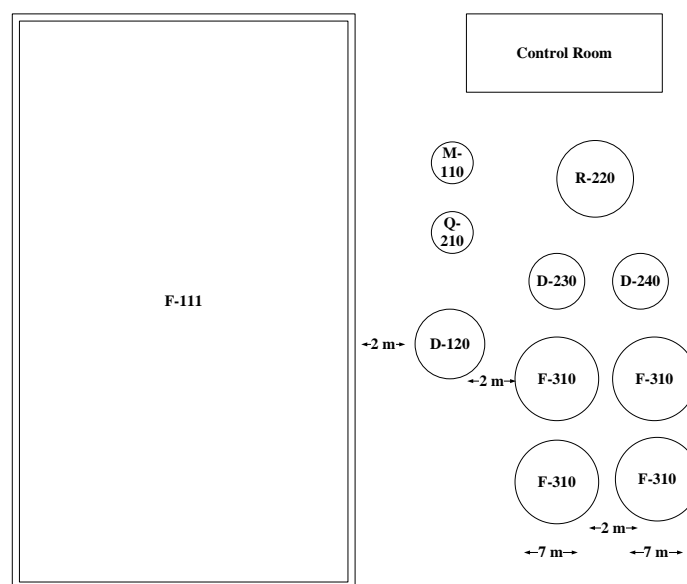
Penempatan alat-alat proses diusahakan agar dapat menekan biaya operasi tapi sekaligus menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.



- Jarak antar proses

Untuk alat proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat lainnya agar bila terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat ke alat proses lainnya.

Tata letak peralatan proses ini secara garis besar berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan pekerja sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja.



**Gambar I.3 Process Layout Pabrik Asam Sulfat.**

Keterangan gambar tata ruang pabrik (*process layout*) :

1. Sulfur storage (F-111)
2. Sulphur melter (M-110)
3. Drying tower (D-120)
4. Sulphur burner (Q-210)
5. Absorber I (D-230)
6. Absorber II (D-240)
7. Reaktor converter (R-220)
8. Produk tank (F-310)