



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Tinjauan Umum

I.1.1 Sejarah Perkembangan Proses

Indonesia sebagai negara berkembang dalam era globalisasi ini semakin banyak melakukan pembangunan di segala bidang, salah satunya adalah pembangunan diberbagai bidang industri termasuk didalamnya industri kimia. Salah satu adalah phthalic anhydride. Kebijakan pemerintah dalam industri, terutama dengan didirikannya pabrik-pabrik kimia di Indonesia di harapkan dapat mengurangi ketergantungan dengan negara lain. Pabrik *phthalic anhydride* merupakan industri kimia bermutu, dan bernilai tinggi. *Phthalic anhydride* pertama kali dibuat oleh Laurent pada tahun 1836 dengan mengoksidasi 1,2,3,4-tetrachloronaphthalene dengan asam nitrat dan disebut *naphthaleic* dan dikembangkan oleh Rhone Progil dengan proses oksidasi fase cair dari *ortho-xylene*.

Phthalic anhydride ($C_8H_4O_3$) adalah suatu zat intermediat dalam produksi plastik dan vinyl chloride. Phthalic anhydride digunakan sebagai bahan baku pembuatan DOP (dioctyl phthalate) yang lazim digunakan sebagai zat pelunak atau plasticizer yang dipakai pada proses pembuatan PVC, kulit sintesis dan sebagainya. Plasticizer digunakan untuk memproduksi lapisan fleksibel seperti wallpaper dan upholstery fabric dari polimer yang cukup getas. Plasticizer yang paling banyak diproduksi adalah jenis dioctyl phthalate (DOP).

Untuk memenuhi kebutuhan phthalic anhydride di Indonesia, produksi lokal dan impor menjadi andalan. Namun, produksi phthalic anhydride lokal hanya disokong oleh satu perusahaan, yaitu PT Petrowidada Gresik. Sehingga impor phthalic anhydride di Indonesia meningkat. Tingkat konsumsi Impor yang tinggi memungkinkan peningkatan produksi phthalic anhydride. Mengingat hingga saat ini phthalic anhydride hanya diproduksi oleh PT Petrowidada Gresik, maka diperlukan pendirian pabrik baru untuk menambah jumlah produksi seiring dengan mulai meningkatnya industri pengonsumsi phthalic anhydride.



Pendahuluan

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/th)
Nippon Shokubai	Himeji, Jepang	40.000
PT Petrowidada	Gresik, Indonesia	70.000
Resinas Polyesters	Spanyol	30.000
Chauny	Aisne, Perancis	40.000
Veba Chemie AG	Bottrop, Jerman Barat	31.000
Stepan Chemical Co	Northfield, Taiwan	23.000

Tabel I-1. Kapasitas produksi pabrik komersial yang sudah ada

Dari data statistik didapatkan bahwa 110 pabrik yang memproduksi phthalic anhydride berkapasitas 20.000 – 75.000 ton/th, dengan kapasitas maksimum 140.000 ton/th (Hydrocarbon Processing, Maret 2001). Oleh karena itu, kapasitas minimum produksi secara komersial adalah 20.000 ton/tahun. Di Indonesia baru terdapat sebuah pabrik yang memproduksi phthalic anhydride, yaitu PT Petrowidada Gresik dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun (CIC, 1 Januari 2003).

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut di atas, maka dipilih kapasitas rancangan sebesar 40.000 ton/tahun, dengan pertimbangan :

1. Dapat menambah suplai kebutuhan dalam negeri.
2. Sebagian dapat diekspor sehingga dapat menambah devisa negara.
3. Mengurangi ketergantungan akan impor
4. Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas rancangan telah melebihi kapasitas minimal.



Pendahuluan

5. Merangsang pertumbuhan industri hulu yang menyediakan bahan baku o-xylene dan industri hilir yang menggunakan produk phthalic anhydride.

I.1.2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

➤ Sifat Bahan Utama

1. Ortho Xylene (C_8H_{10})

- | | |
|----------------------|---|
| a. Fasa | : cair |
| b. Berat molekul | : 106 gr/mol |
| c. Titik didih | : 144°C |
| d. Melting point | : -25°C |
| e. Densitas | : 0,88 gr/ml |
| f. Viskositas | : 812 cP pada 20°C |
| g. Flash point | : 17°C |
| h. Specific gravity | : 0,7894 |
| i. Specific heat | : 2510,4 J/kg °K |
| j. Panas pembentukan | : 2005,8 kJ/mol |
| k. Tekanan uap | : 4,4 kPa |
| l. Temperatur kritis | : 4760 kPa |
| m. Kelarutan | : larut dalam air, alkohol ether, benzene |
| n. Kemurnian | : >98% |

(Perry, 1984)

2. Udara

- | | |
|-----------------------------------|----------------|
| Wujud (25 °C) | : gas |
| Kenampakan | : tak berwarna |
| Komposisi (bebas kotoran) - N_2 | : 79 % volume |
| - O_2 | : 21 % volume |

1) Nitrogen (N_2)

- | | |
|------------------|-----------------|
| a. Fasa | : gas |
| b. Berat molekul | : 28,013 gr/mol |
| c. Titik didih | : -195,795°C |



Pendahuluan

- d. Melting point : -210,00°C
- e. Densitas : 1,2504 g/L
- f. Panas pembentukan : 0,72 kJ/mol
- g. Panas penguapan : 5,56 kJ/mol
- h. Temperatur kritis : 126,192 K
- i. Tekanan kritis : 3,3958 Mpa

(Perry, 1984)

2) Oksigen (O₂)

- a. Fasa : gas
- b. Berat molekul : 32 gr/mol
- c. Titik didih : -182,95°C
- d. Melting point : -218,79°C
- e. Densitas : 1,429 g/L
- f. Panas pembentukan : 0,444 kJ/mol
- g. Panas penguapan : 6,82 kJ/mol
- h. Temperatur kritis : 154 K
- i. Tekanan kritis : 5,043 Mpa

(Perry, 1984)

➤ Sifat Bahan Pembantu

1. Vanadium Pentoksida /V₂O₅

- a. Berat molekul = 181,88 g/gmol
- b. *Specific gravity* = 3,36 (18 °C/ 4 °C)
- c. Titik didih = 1750 °C
- d. Titik lebur = 690 °C
- e. Tekanan uap = 0 mmHg (20 °C)
- f. Merupakan serbuk yang berwarna kuning kecokelatan
- g. Tidak berbau
- h. Kelarutan dalam air sangat kecil (0,1% - 1%)

(J.T. Baker MSDS, www.mallbaker.com)

➤ **Sifat Produk**

Phthalic Acid Anhydride (C₆H₄(CO)₂O)

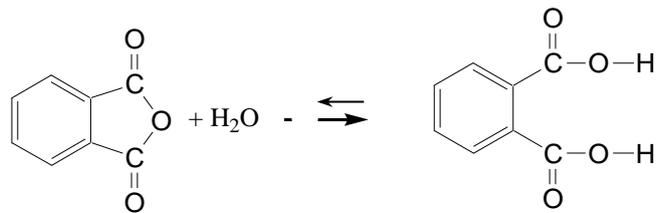
1. Sifat fisika

- a. Fasa : padat
- b. Berat molekul : 148 gr/mol
- c. Titik didih : 295°C
- d. Melting point : 131°C
- e. Densitas : 1,53 g/L
- f. Flash point : 152 °C
- g. Kelarutan : Larut dalam 162 bagian air, 125 bagian carbon disulfide, dan larut sempurna dalam benzene panas.
- h. Kemurnian : 99,9%

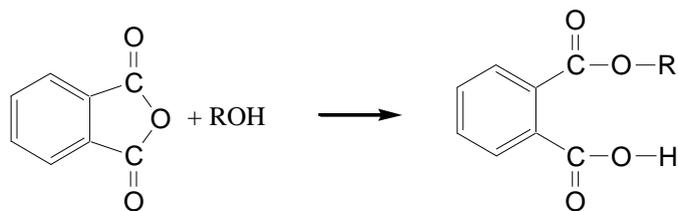
(Perry, 1984)

2. Sifat kimia

Phthalic anhydride dalam fase cair mengalami reaksi hidrasi dengan air membentuk asam phthalic yang bersifat eksotermis reversibel. Phthalic anhydride juga bereaksi dengan air pada fase padatnya namun berlangsung sangat lambat.

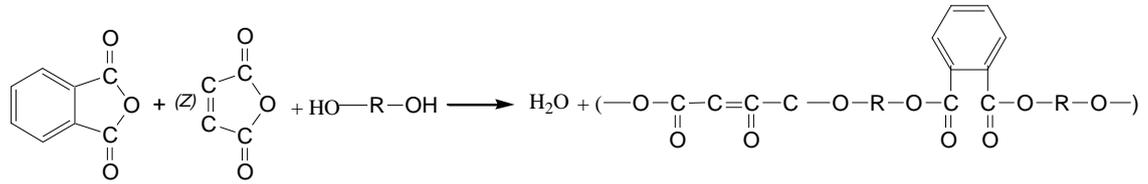


- Bereaksi dengan alkohol membentuk monoester

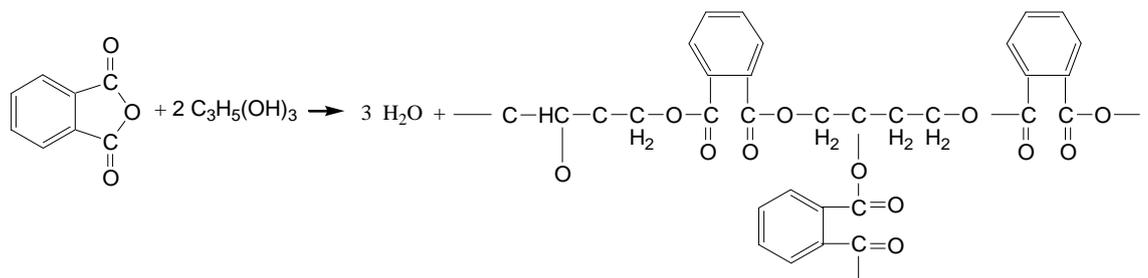


Pendahuluan

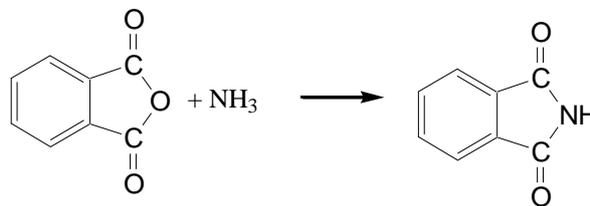
- Bereaksi dengan glycol membentuk polyester (biasanya ditambah maleic anhydride untuk menghasilkan unsaturasi polyester)



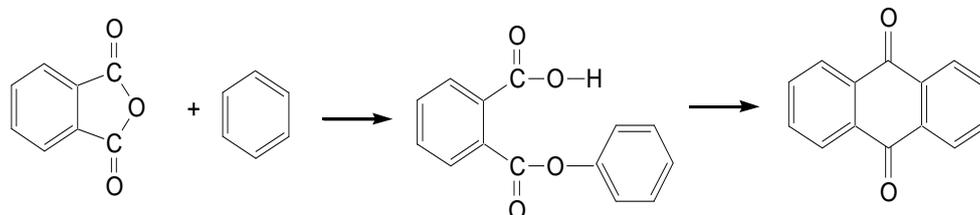
- Bereaksi dengan gliserin membentuk alkyd resin



- Bereaksi dengan ammonia dibawah tekanan dan temperatur 200 °C membentuk phthalimid.



- Bereaksi dengan benzene dan aluminium chloride pada 75 °C diikuti dengan penambahan asam sulfat pada 150 °C (reaksi Friedel-Crafts) membentuk anthraquinone dengan katalis AlCl₃.



(Faith dkk & Mc. Ketta Vol. 33,36)

❖ Aspek Ekonomi



Pendahuluan

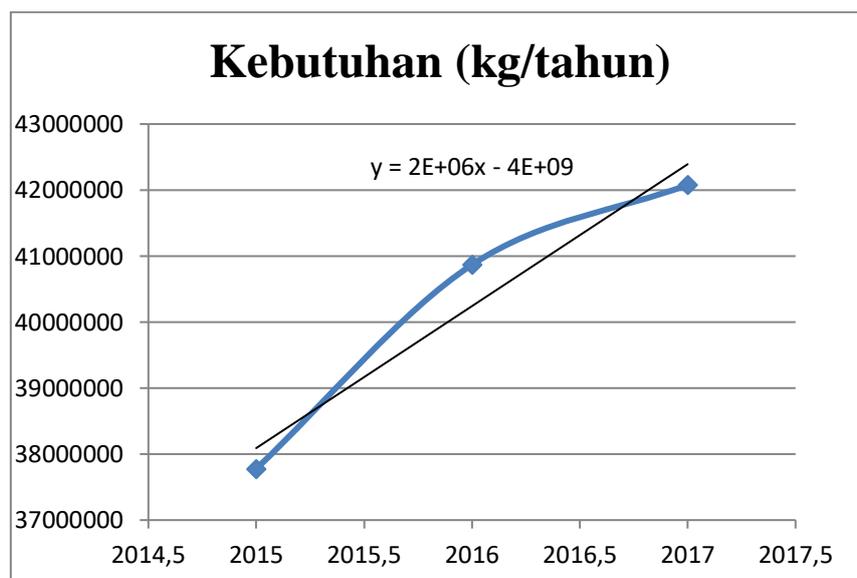
Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pendirian pabrik phthalic anhydride adalah kapasitas pabrik supaya pabrik yang akan didirikan nanti dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan meningkatkan jumlah ekspor. Kebutuhan phthalic anhydride dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Hal ini bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Data Perkembangan Ekspor dan Impor Phthalic Anhydride Indonesia Periode 2015-2017

Tahun	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
2015	1.209,222
2016	1.469,626
2017	712,413

Sumber : Badan Pusat Statistik

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi





Pendahuluan

Grafik I.1. Perkembangan Produksi Phthalic Anhydride di Indonesia Periode 2015-2017.

Berdasarkan hasil data dan grafik di atas kebutuhan phthalic anhydride di Indonesia mengalami peningkatan jumlah produksi phthalic pada setiap tahunnya. Untuk lebih meningkatkan perekonomian dan produksi phthalic anhydride maka akan didirikan pabrik phthalic anhydride.

Dari grafik di atas, metode regresi linier, maka didapat persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 2 \cdot 10^6 x - 4 \cdot 10^9$$

Dengan Keterangan : Y = kebutuhan

x = Tahun Ke-n

Pabrik ini direncanakan beroperasi pada tahun 2020, sehingga untuk mendapatkan kapasitas pada tahun 2020, maka x di substitusikan ke dalam persamaan :

$$Y = 2 \cdot 10^6 x - 4 \cdot 10^9$$

$$Y = 2 \cdot 10^6 (2020) - 4 \cdot 10^9$$

$$Y = 40.000.000 \text{ kg/th}$$

$$Y = 40.000 \text{ ton/th}$$

I.2 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik

Dalam perencanaan suatu pabrik, penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Penentuan ini juga ditinjau dari segi ekonomis yaitu berdasarkan pada "Return On Investment", yang merupakan persentase pengembalian modal tiap tahun.

Daerah operasi ditentukan oleh faktor utama, sedangkan tepatnya lokasi pabrik yang dipilih ditentukan oleh faktor-faktor khusus.

Setelah mempelajari dan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi tersebut maka Pabrik Phthalic Anhydride dari O-



Pendahuluan

xylene dan Udara dengan Proses Oksidasi ini didirikan di daerah Kawasan Industri Tuban, Jalan Raya Daendels Surabaya-Jakarta (Tuban, Jawa Timur)

A. Faktor Utama

Faktor utama meliputi :

a. Bahan baku

Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik adalah merupakan salah satu faktor penentuan dalam memilih lokasi pabrik yang tepat. Dalam hal ini bahan baku yang digunakan berasal dari TPPI yang merupakan produsen O-xylene yang berada di daerah Tuban serta produk import yang berasal dari India atau China. Pengiriman bahan baku dilakukan dengan modal transportasi darat untuk jarak dekat dan kapal untuk jarak jauh, maka dari itu lokasi pendirian pabrik baiknya berada di daerah pesisir dan dekat dengan pelabuhan.

b. Pemasaran

Dengan melihat pasar yang luas maka produk ini dapat didistribusikan ke mana saja, sehingga distribusi dan pemasaran dapat dilakukan dengan mudah. Lokasi ini sangat strategis karena merupakan pintu masuk Pulau Jawa yang dapat masuk dari Pelabuhan Nelayan Bulu Tuban dan Bandara paling dekat yaitu Bandara Juanda Surabaya sehingga memudahkan transportasi baik lewat darat, laut maupun udara.

c. Persediaan air

Persediaan air dari DAS Seputih, maka penyediaan air tidak akan mengalami kesulitan. Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi suatu industri kimia baik untuk kebutuhan proses maupun kebutuhan lain, misalnya pendingin, air minum dan sebagainya. Untuk memenuhi kebutuhan air diambil dua macam sumber :

- Langsung dari sumbernya.
- Dari instalasi penyediaan air.



Pendahuluan

Apabila kebutuhan air ini cukup besar, maka pengambilan air langsung dari sumbernya dapat lebih ekonomis atau perpaduan antara dua sumber diatas. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemakaian air sumber adalah :

- Sampai berapa lama sumber air tersebut dapat melayani kebutuhan pabrik.
- Bagaimana kualitas air yang disediakan untuk pabrik.
- Bagaimana pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air tersebut

d. Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar

Agar produksi dari pabrik ini tidak bergantung pada supply listrik dari PLN dan untuk menghemat biaya, maka didirikan unit-unit pembangkit listrik sendiri, sehingga PLN digunakan apabila pabrik tidak beroperasi dan apabila generator ada kerusakan. Dengan demikian pabrik diharapkan dapat berjalan dengan lancar. Bahan bakar untuk pabrik ini berasal dari steam hasil proses pendinginan sehingga mengurangi cost operasional pabrik.

e. Iklim

Berdasarkan CLIMATE-DATA.ORG, Kota Tuban merupakan kota yang memiliki iklim tropis. Banyak curah hujan di tuban, bahkan di bulan terkering. Klasifikasi iklim Koppen-Geiger adalah af. Suhu rata-rata tahunan di tuban adalah 27,1°C. Curah hujan tahunan rata-rata adalah 1932 mm

B. Faktor Khusus

Faktor khusus meliputi :

a. Transportasi

Daerah Kawasan Industri Tuban, Jalan Raya Daendels Surabaya-Jakarta (Tuban, Jawa Timur) mudah dicapai dengan bermacam-macam sarana transportasi dari berbagai tempat. Lokasi sangat strategis karena merupakan salah satu pintu masuk Pulau Jawa yang dapat masuk dari Pelabuhan Nelayan Bulu Tuban dan Bandara paling dekat yaitu Bandara Juanda Surabaya sehingga memudahkan transportasi baik lewat darat, laut maupun udara.



Pendahuluan

b. Masalah bahan buangan

Dalam hal ini air buangan tidak menjadi masalah karena sebelum air buangan keluar dari lokasi pabrik, telah dilakukan proses pengolahan sehingga air tersebut tidak mengandung bahan yang berbahaya bagi lingkungan di sekitarnya.

c. Kebutuhan tenaga kerja

Faktor buruh dan tenaga kerja merupakan faktor yang penting bagi suatu perusahaan, karena berhasil tidaknya pencapaian tujuan dari perusahaan juga dipengaruhi oleh faktor buruh dan tenaga kerja yang kualitas dan kemampuannya tinggi. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan tenaga kerja dihubungkan dengan lokasi pabrik yang akan dipilih adalah :

- Mudah / tidaknya untuk mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia.
- Peraturan perburuhan.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah itu.

d. Pajak dan Asuransi

Sistem-sistem perpajakan yang berlaku adalah yang menyangkut pajak upah, perseroan, pajak penghasilan, dan lain-lain. Mengenai asuransi, perlu ditinjau adanya asuransi pabrik dan asuransi tenaga kerja. Sesuai dengan UU Jaminan Sosial no.3/1992 mengenai tenaga kerja, pihak pabrik wajib mengikutsertakan karyawannya dalam program ASTEK.

a. Karakteristik dari lokasi

Keadaan tanah yang akan direncanakan untuk lokasi pabrik sangat baik, dan juga didukung dengan adanya struktur tanah yang baik terhadap pondasi bangunan dan jalan.

b. Keadaan lingkungan masyarakat

Dengan adanya kawasan industri di daerah ini akan terbukalah lapangan kerja baru bagi masyarakat disekitarnya. Sehingga akan meningkatkan taraf hidup penduduk disekitar lokasi. Selain itu kawasan industri ini menyediakan berbagai fasilitas umum seperti tempat ibadah, poliklinik, pembelanjaan, sarana olah raga, pusat telekomunikasi, bank dan lain-lain.



I.2.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah pengaturan-pengaturan yang optimum dari seperangkat bangunan maupun peralatan proses didalam suatu pabrik. Tata letak pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam mendapatkan efisiensi kerja, keselamatan kerja, kelancaran kerja para karyawan dan juga untuk kelancaran proses.

Tata letak pabrik dibagi beberapa daerah utama :

a. Daerah Bangunan

- Perkantoran
- Laboratorium
- Pergudangan
- Kantin, poliklinik, mushola, dan parkir kendaraan
- Bengkel

b. Daerah Proses

- Peralatan proses
- Utilitas

Untuk mencapai hal-hal diatas, perlu dipertimbangkan beberapa faktor yaitu :

- a. Tiap – tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharaan, proses pengendalian dan tidak mengganggu lalu lintas pekerja.
- b. Alat yang fungsinya sama diletakkan dalam satu kelompok.
- c. Bahan yang mudah terbakar dan berbahaya disimpan pada tempat yang jauh dari unit proses dan untuk pengamanan juga disediakan unit pemadam kebakaran.
- d. Setiap alat disusun berurutan menurut fungsinya sehingga tidak menyulitkan aliran proses.
- e. Alat kontrol ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator.
- f. Sistem perpipaan yang merupakan salah satu bagian penting yang mempengaruhi operasi pabrik, diletakkan pada posisi yang tepat sehingga memudahkan aktivitas kerja (misalnya pemeliharaan, pengosongan).
- g. Bangunan pabrik diusahakan memenuhi standart bangunan misalnya ventilasi yang cukup, jarak yang cukup antara bangunan yang satu dengan yang lain.



Pendahuluan

h. Persediaan tanah untuk perluasan pabrik.

Berdasarkan faktor – faktor diatas maka disediakan tanah seluas 20.000 m² dengan ukuran 200 m x 100 m. Pembagian luas pabrik adalah sebagai berikut :

Tabel I.1 Pembagian Luas Pabrik

No	BANGUNAN	UKURAN (m)	m ²	JUMLAH	LUAS TOTAL (m ²)
1	Jalan Aspal		3800		3800
2	Pos Keamanan	5x5	25	4	100
3	Parkir	25x20	500	2	1000
4	Taman	10x10	100	5	500
5	Timbangan Truk	10x10	100	1	100
6	Pemadam Kebakaran	10x10	100	2	200
7	Bengkel	20x10	200	1	200
8	Kantor	40x30	1200	1	1200
9	Perpustakaan	20x15	250	1	250
10	Kantin	20x10	200	1	200
11	Poliklinik	20x10	200	1	200
12	Musholla	20x20	350	1	350
13	Ruang Proses	100x40	4000	1	4000
14	Ruang Kontrol	10x10	100	1	100
15	Laboratorium	20x15	300	1	300
16	Storage Produk	25x20	500	1	500
17	Storage Bahan Baku	25x20	500	1	500
18	Gudang	25x20	500	1	500
19	Utilitas	50x50	2500	1	2500
20	Daerah Perluasan	100x34	3500	1	3500
	Total		18925		20000

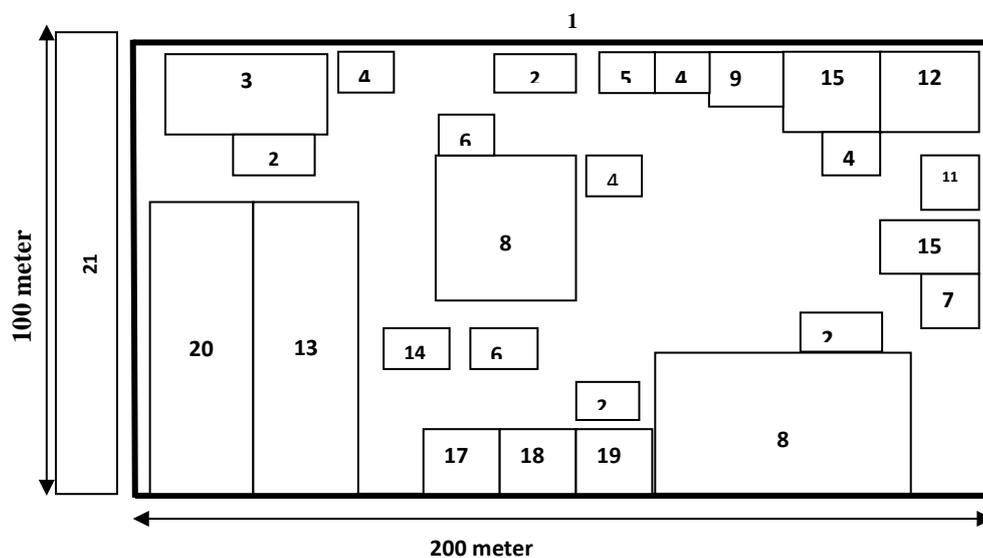
Luas Bangunan Gedung :

Pendahuluan

Luas pos keamanan + Luas Parkir + Luas timbangan truk + Luas pemadam kebakaran + Luas bengkel + Luas kantor + Luas perpustakaan + Luas kantin + Luas Poliklinik + Luas musholla = 3.800 m²

Luas Bangunan Pabrik :

Luas ruang proses + Luas ruang control + Luas laboratorium + Luas Storage produk + Luas storage bahan baku + Luas gudang + Luas utilitas = 8.400 m²



Gambar I.1 Lay Out Pabrik

Keterangan Gambar :

- 1) Jalan Raya
- 2) Pos Keamanan
- 3) Parkir
- 4) Taman
- 5) Timbangan Truk
- 6) Pemadam Kebakaran
- 7) Bengkel
- 8) Kantor
- 9) Perpustakaan
- 10) Kantin
- 11) Poliklinik

Pendahuluan

- 12) Mushola
- 13) Ruang Proses
- 14) Ruang Kontrol
- 15) Laboratorium
- 16) Storage Produk
- 17) Storage Bahan Baku
- 18) Gudang
- 19) Utilitas
- 20) Daerah Perluasan
- 21) Sungai



Gambar I.2 Peta Lokasi Pabrik