



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Seiring majunya perkembangan teknologi di dunia industri, berbagai macam senyawa kimia yang membantu berlangsungnya proses dalam pabrik makin dibutuhkan. Salah satunya adalah senyawa Phthalic Anhydride ($C_8H_4O_3$). Phthalic anhydride bersifat stabil, mudah terbakar, juga bersifat hydrolysis dan alcoholysis, di mana jika dihidrolisis dengan air panas akan menghasilkan ortho phthalic. Reaksi ini merupakan reaksi reversible, di mana phthalic anhydride akan terbentuk kembali dengan pemanasan hingga $1800^{\circ}C$. Reaksi alcoholysis adalah dasar pembentukan phthalateesters yang secara luas telah digunakan pada proses plasticizers.

Perkembangan kebutuhan phthalic anhydride di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat seiring meningkatnya perkembangan industri yang menggunakan bahan baku phthalic anhydride, antara lain industri pembuatan plastik (65%), sebagai polyester resin (17%), alkyd resin (17%), sebagai polyester polyols, isotonic anhydride, intermedit pada industri zat warna, dan industri farmasi (10%).

Indonesia pada saat ini masih mengimpor phthalic anhydride dari negara-negara lain, seperti Jepang, Korea, China, Taipei, Thailand, dan berbagai negara Eropa. Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa industri-industri dalam negeri yang menggunakan phthalic anhydride sebagai bahan bakunya sangat bergantung pada pasokan dari luar negeri.

I.2. Sejarah Perkembangan Pabrik

Salah satu industri kimia yang sedang berkembang dengan pesatnya adalah industri Phthalic Anhydride yang digunakan dalam industri plastik. Di Indonesia hanya terdapat satu pabrik produsen phthalic anhydride, yaitu PT. Petrowidada Gresik. PT. Petrowidada mempunyai kapasitas produksi total 70.000 metrik ton per tahun. Indonesia masih mengimpor phthalic anhydride dengan jumlah yang



semakin menurun dari tahun ke tahun. Walaupun impor phthalic anhydride semakin menurun namun peluang ekspor masih terbuka lebar dengan semakin meningkatnya ekspor Indonesia ke luar negeri. Dengan mempertimbangkan hal-hal di atas, pendirian pabrik phthalic anhydride sangat diperlukan untuk mengurangi impor, meningkatkan ekspor dan memenuhi kebutuhan dalam negeri. Disamping itu, pendirian pabrik phthalic anhydride juga akan membuka lapangan kerja baru mengurangi pengangguran dan akan memacu tumbuhnya pabrik baru yang menggunakan phthalic anhydride sebagai bahan bakunya.

Beberapa faktor yang menyebabkan pabrik Phthalic Anhydride didirikan adalah :

1. Kebutuhan Phthalic anhydride meningkat seiring dengan pertumbuhan di berbagai sektor produksi.
2. Pertumbuhan penduduk semakin meningkat.

Dari tahun ke tahun perkembangan industri kimia di Indonesia mengalami peningkatan baik secara kuantitas dan kualitas. Dengan kemajuan ini menyebabkan kebutuhan bahan baku ataupun bahan pendukung dalam memproduksi suatu bahan kimia akan mengalami kenaikan pula.

I.3. Kapasitas Produksi

Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan kapasitas pabrik Phthalic anhydride. Penentuan kapasitas pabrik tersebut diperoleh dari pertimbangan kebutuhan Phthalic anhydride di dalam negeri. Indonesia masih mengimpor dari luar negeri untuk pemenuhan kebutuhan Phthalic anhydride. Kebutuhan jumlah Phthalic anhydride yang diimpor Indonesia dari luar negeri setiap tahun dari tahun 2015 sampai tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 1.1.



Tabel I.1 Data Ekspor Impor Phthalic Anhydride di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/tahun)	Ekspor (Ton/tahun)	Prospek Pemasaran (E+I) (Ton/tahun)
2015	75554	5880	81434
2016	86169	21472	107641
2017	81813	51654	133467
2018	108447	30332	138779
2019	85592	48360	133952

(Sumber: Trade Map)

Berdasarkan tabel 1.1 kita dapat menentukan jumlah kebutuhan Phthalic anhydride di Indonesia pada tahun 2020 dengan metoda *Least Square* :

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

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum(\bar{x}-x)(\bar{y}-y)}{\sum(\bar{x}-x)^2}$$

Dimana :

$$\sum(\bar{x} - x)(\bar{y} - y) = \sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}$$

$$\sum(\bar{x} - x)^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$$

Keterangan :

\bar{x} = rata-rata x

\bar{y} = rata-rata y

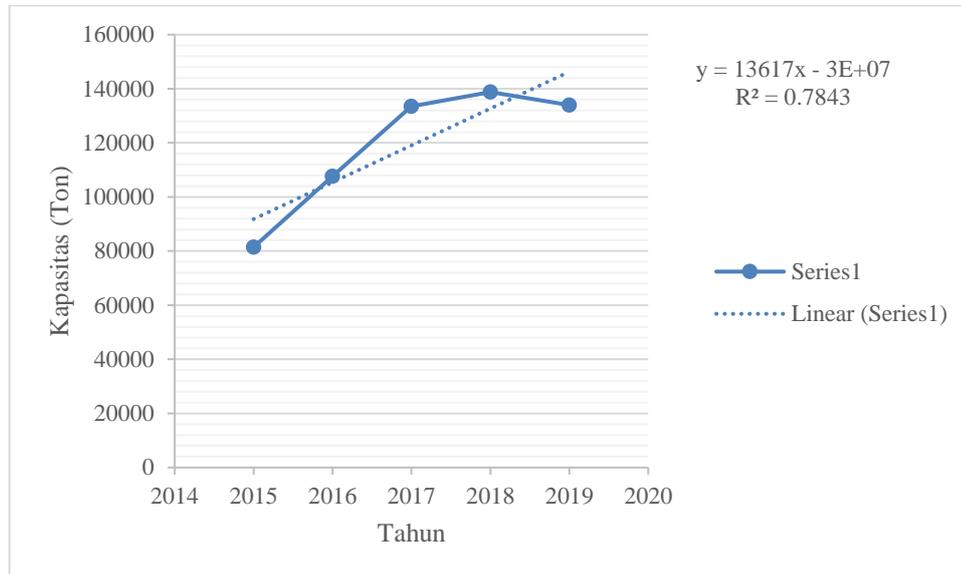
n = jumlah data yang diobservasi

Tabel I. 2 Perhitungan persamaan kebutuhan Phthalic Anhydride di Indonesia

No	Tahun (X)	Kebutuhan (Y)	X ²	XY
1	2015	81434	4060225	164089510
2	2016	107641	4064256	217004256
3	2017	133467	4068289	269202939
4	2018	138779	4072324	280056022
5	2019	133952	4076361	270449088
Jumlah	10085	595273	20341455	1200801815
Rata-rata	2017	119054.6	4068291	240160363



Berikut grafik kebutuhan Phthalic anhydride di Indonesia :



Gambar I. 1 Kebutuhan Phthalic Anhydride di Indonesia

Dari perhitungan, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = -27347241.2 + 13617.4x$$

Ket: y = kebutuhan Phthalic Anhydride (ton/tahun)

x = tahun ke-

Maka untuk tahun 2025 :

$$y = -27347241.2 + 13617.4 (2025)$$

$$y = 227.993,8 \text{ Ton/tahun}$$

Dengan cara perhitungan, diperoleh proyeksi kebutuhan Phthalic anhydride di Indonesia untuk tahun 2025 (tahun ketika pabrik sudah selesai dibangun dan telah masuk tahap produksi) ± sebesar 227.993,8 Ton/tahun, sedangkan PT. Petrowidada memiliki kapasitas produksi 70.000 ton/tahun. Sehingga total peluang pemasaran phthalic anhydride di Indonesia setelah dikurangi produksi PT. Petrowidada adalah sebesar 157.993,8 Ton/tahun.

Dengan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka pabrik ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2025 dengan kapasitas sebesar 80.000 ton/tahun dimana



memenuhi 50% kebutuhan total sehingga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri serta mengurangi impor.

I.4. Sifat Fisika Kimia Bahan Baku dan Produk

I.4.1. Bahan Baku

1. Ortho Xylene

- 1) Fasa : cair
- 2) Berat molekul : 106 gr/mol
- 3) Titik didih : 144 C
- 4) Melting point : -25 C
- 5) Densitas : 0,88 gr/ml
- 6) Viskositas : 812 cP pada 20 C
- 7) Flash point : 17 C
- 8) Specific gravity : 0,7894
- 9) Specific heat : 2510,4 J/kg C
- 10) Panas pembentukan : 2005,8 kJ/mol
- 11) Tekanan Uap : 4,4 kPa
- 12) Temperatur kritis : 235,2 C
- 13) Tekanan kritis : 4760 kPa
- 14) Kelarutan : larut dalam air, alkohol, ether, aseton dan benzene
- 15) Kemurnian : > 98 %

2. Oksigen

- 1) Fasa : gas
- 2) Berat molekul : 32 gr/mol
- 3) Titik didih : -182,95 C
- 4) Melting point : -218,79 C
- 5) Densitas : 1,429 gr/mL
- 6) Specific heat : 0,8 g/100 mL air
- 7) Panas pembentukan : 0,444 kJ/mol
- 8) Panas penguapan : 6,82 kJ/mol



- 9) Temperatur kritis : 154
- 10) Tekanan kritis : 5,043 Mpa

I.4.2. Produk

1. Phthalic Anhydride

- 1) Fasa : padat
- 2) Berat molekul : 148 gr/mol
- 3) Titik didih : 295 C
- 4) Melting point : 131 C
- 5) Densitas : 1,53 gr/cm
- 6) Flash point : 152 C
- 7) Kelarutan : larut dalam 162 bagian air, 125 bagian carbon disulfide, larut sempurna dalam benzene panas
- 8) Kemurnian : 99,9 %

I.5. Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik

I.5.1. Pemilihan Lokasi

Salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dalam perencanaan suatu pabrik adalah pemilihan lokasi pabrik. Lokasi suatu pabrik akan mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan dan penentuan kelangsungan produksinya. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi beberapa faktor, yaitu faktor utama dan faktor khusus. Faktor utama akan menentukan daerah operasi sedangkan faktor khusus akan mempengaruhi pemilihan letak pabrik. Setelah mempertimbangkan faktor-faktor yang ada maka direncanakan pabrik ini didirikan di kawasan industri Pulo Merak, Serang, Banten. Pemilihan letak pabrik ini didasarkan atas:

I.5.1.1 Faktor Utama

Faktor utama yang berpengaruh meliputi:

- 1. Bahan Baku



Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi phthalic anhydride adalah ortho xylene dan udara. Ortho xylene yang digunakan sebagai bahan baku akan di suplai oleh PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama dengan kapasitas 80.000 ton/tahun dan juga impor dari Singapura, sedangkan untuk kebutuhan oksigen akan diambil langsung dari udara sekitar.

2. Energi dan Bahan Bakar

Kebutuhan sebagian listrik pabrik dapat dipenuhi dari PLTU Suralaya berada di Pulo Merak dan juga pabrik memiliki generator pembangkit listrik sendiri sehingga bahan bakar seperti solar untuk menjalankan generator bisa didapat dari PT. Pertamina Cilegon.

3. Persediaan Air

Kebutuhan air untuk konsumsi dan sanitasi pekerja diperoleh dari sumber air tanah, sedangkan kebutuhan air untuk air pendingin diperoleh dari air laut.

4. Iklim dan Cuaca

Keadaan iklim dan cuaca di kawasan Industri Pulo Merak Banten cukup baik. Iklim tropis sangat baik untuk kegiatan industri. Berdasarkan data, di daerah tersebut jarang terjadi gempa bumi, badai angin, ataupun banjir.

5. Pemasaran

Prioritas utama pemasaran produk adalah kawasan Asia dan Timur Tengah. Negara-negara tersebut antara lain : Singapura, Taiwan, Thailand, Philipina, Malaysia, Vietnam, India, Srilanka, Bangladesh dan Kuwait. Setelah itu jika dalam negeri masih membutuhkan maka dapat dipasarkan di dalam negeri yaitu daerah Jawa Barat dan Banten. Di daerah tersebut banyak berdiri pabrik yang menggunakan bahan baku utama phthalic anhydride. Berikut ini beberapa perusahaan di Indonesia yang membutuhkan Phthalic Anhydride:

- a. PT Eternal Buana Chemical Industries di Tangerang, Banten dengan kapasitas 24.000 ton/tahun.
- b. PT Justus Sakti Raya Corp di Cilincing, Jakarta Utara dengan kapasitas 24.000 ton/tahun.



- c. PT Monokem Surya di Karawang, Jawa Barat. Membutuhkan *phthalic anhydride* 890 ton/tahun.
- d. PT Pardic Jaya Chemicals di Tangerang, Banten dengan kapasitas 4.800 ton/tahun.
- e. PT Raung Nusa Chemicals di Surabaya, Jawa Timur. Membutuhkan *phthalic anhydride* 1.250 ton/tahun.
- f. PT Petronika di Gresik, Jawa Timur. Membutuhkan *phthalic anhydride* 10.486 ton/tahun.

I.5.1.2 Faktor Khusus

Faktor khusus yang berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik meliputi :

1. Transportasi

Serang merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal transportasi, karena dekat dengan Jakarta yang merupakan kota terbesar dan juga dekat dengan pelabuhan laut (pelabuhan Merak dan pelabuhan Tanjung Priok) dan bandar udara. Transportasi jalan raya juga terhubung baik dengan berbagai daerah.

2. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja dapat tercukupi karena di Indonesia khususnya di Serang, Banten, memiliki tenaga kerja yang cukup banyak, baik sebagai tenaga ahli, menengah maupun sebagai buruh kasar.

3. Buangan Pabrik

Buangan pabrik seringkali menimbulkan persoalan yang serius. Pabrik ini tidak membuang sisa-sisa proses yang mengandung bahan berbahaya karena sebelum dibuang, limbah akan diolah terlebih dahulu.

4. Karakteristik Lokasi

Di kawasan industri Pulo Merak ini masih tersedia tanah yang relatif cukup luas sehingga memungkinkan adanya perluasan pabrik dimasa datang.

5. Keadaan Lingkungan dan Masyarakat

Lingkungan yang jauh dari pemukiman penduduk merupakan lokasi yang tepat untuk pendirian suatu pabrik sehingga tidak akan mengganggu kegiatan masyarakat. Keadaan masyarakat disekitar lokasi akan mempengaruhi



pendirian suatu pabrik yakni usaha-usaha dari masyarakat seperti toko, warung makan, ataupun tempat kos sehingga dengan adanya pabrik akan menambah pendapatan masyarakat disekitar lokasi. Berdasarkan pengamatan, disekitar lokasi pabrik telah terdapat fasilitas-fasilitas yang dapat memenuhi kebutuhan karyawan seperti sarana pendidikan juga sarana ibadah.

I.5.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah pengaturan-pengaturan yang optimum dari seperangkat bangunan maupun peralatan proses di dalam suatu pabrik. Dalam penentuan tata letak pabrik harus memegang dasar-dasar dan konsep yang ingin dicapai, yaitu :

1. Konstruksi yang efisien
2. Pemeliharaan yang ekonomis
3. Operasi yang baik
4. Menjamin dalam kesehatan dan keselamatan kerja yang tinggi

Untuk mencapai hal-hal tersebut maka 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 serta dipasang sistem Hydrant yang maksimal khususnya di daerah proses.
- d. Alat kontrol yang ditempatkan pada proses yang mudah diawasi oleh operator.
- e. Merencanakan sistem tanggap darurat di lingkungan pabrik.
- f. Bangunan pabrik memenuhi standar bangunan industri yakni 20% merupakan ruang terbuka hijau, memasang ventilasi yang cukup dan memperhatikan jarak minimum bangunan yang satu dengan yang lain.
- g. Tersedianya area perluasan lahan.



Dalam pertimbangan pada prinsipnya perlu dipikirkan mengenai biaya instalasi yang rendah dan sistem manajemen yang efisien. Tata letak pabrik dibagi atas:

1. Daerah Proses

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

2. Daerah Penyimpanan

Daerah ini merupakan daerah tempat penyimpanan hasil produksi yang pada umumnya dimasukkan kedalam tangki atau drum yang telah siap dipasarkan.

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 ataupun 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 dimasa yang akan datang. Daerah perluasan ini terletak di bagian belakang pabrik.

7. Plant Service

Plant service meliputi bengkel, kantin umum dan fasilitas kesehatan/poliklinik. Bangunan-bangunan ini harus ditempatkan sebaik mungkin

8. Jalan raya



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

Setelah memperhatikan faktor-faktor tersebut maka disediakan tanah seluas 2 hektar atau 20.000 m² dengan ukuran 100 m x 200 m.

Tabel I.3 Pembagian luas pabrik

No.	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)	Jumlah	Luas Total
1.	Jalan Paving Blok		2.350		2.350
2.	Pos Keamanan	5 x 5	25	4	100
3.	Lahan Parkir	20 x 30	600	2	1200
4.	Taman	20 x 10	200	4	800
5.	Timbangan Truk	10 x 10	100	1	100
6.	Pemadam Kebakaran	10 x 10	100	1	100
7.	Bengkel	15 x 15	225	1	225
8.	Kantor	30 x 40	1.200	1	1.200
9.	Perpustakaan	25 x 20	500	1	500
10.	Kantin	15 x 15	225	1	225
11.	Poliklinik	10 x 10	100	1	100
12.	Musholla	30 x 30	900	1	900
13.	Ruang Proses	60 x 60	3.600	1	3.600
14.	Ruang Control	10 x 10	100	1	100
15.	Laboratorium	25 x 25	625	1	625
16.	Unit Pengolahan Air	30 x 30	900	1	900
17.	Unit Pembangkit Listrik	25 x 20	500	1	500
18.	Unit Boiler	25 x 20	500	1	500



19.	Storage Produk	25 x 25	625	1	625
20.	Storage Bahan Baku	25 x 25	625	1	625
21.	Gudang	25 x 25	625	1	625
22.	Utilitas	20 x 20	400	1	400
23.	Lahan Peeluasan	60 x 60	3.600	1	3.600
	Total		18.625		20.000

Luas bangunan gedung

$$= (2) + (3) + (5) + (6) + (7) + (8) + (9) + (10) + (11) + (12)$$

$$= 4.750 \text{ m}^2$$

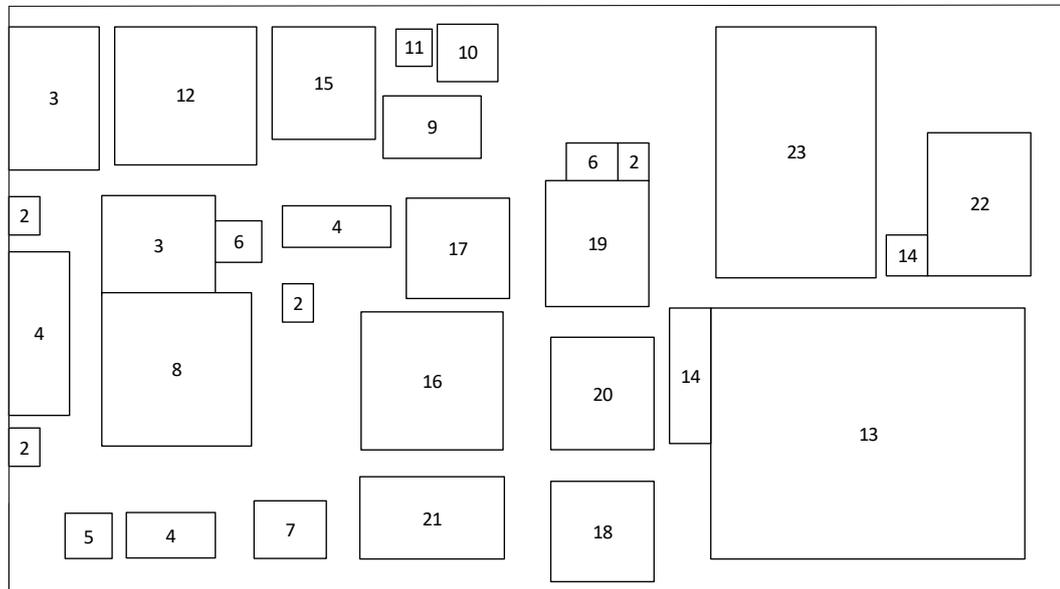
Luas bangunan pabrik

$$= (13) + (14) + (15) + (16) + (17) + (18) + (19) + (20) + (21) + (22)$$

$$= 8.500 \text{ m}^2$$



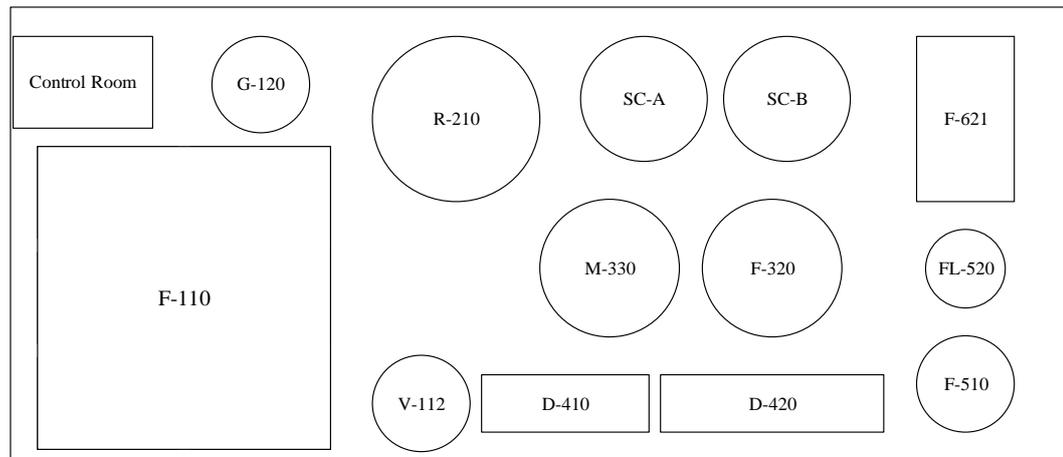
I.5.3. Lay Out Pra Rencana Pabrik



Gambar I.2 Lay Out Pabrik Phthalic Anhydride

Keterangan Gambar:

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 2 = Pos Keamanan | 13 = Ruang Proses |
| 3 = Parkir | 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 = Utilitas |
| 12 = Mushola | 23 = Daerah Perluasan |



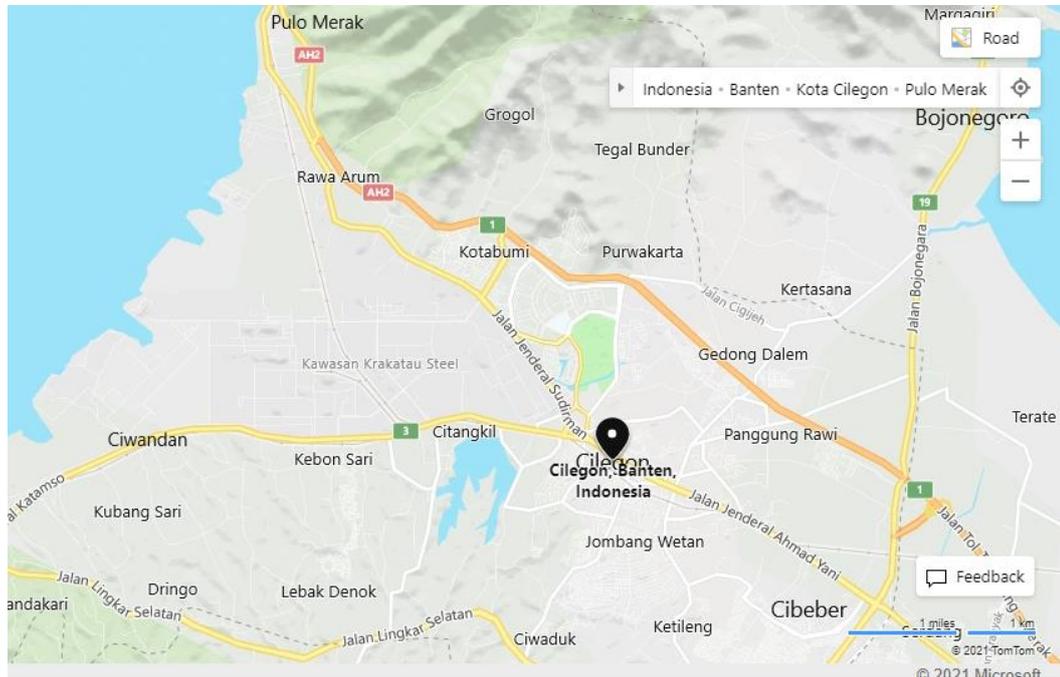
Gambar I.3 Lay Out Peralatan Pabrik Phthalic Anhydride

Keterangan Tata Letak Peralatan Proses:

1. F-110 : Tangki penyimpan O-Xylene
2. G-120 : Blower
3. V-112 : Vaporizer
4. R-210 : Reaktor
5. SC-A : Switch Condensor A
6. SC-B : Switch Condensor B
7. M-330 : Tangki Agitasi
8. F-320 : Tangki CPA
9. D-410 : Pre-Distillation
10. D-420 : Main Distillation
11. F-510 : Tangki PA
12. FL-520: Flaker
13. F-621 : Silo



I.5.4. Peta Lokasi Pra Rencana Pabrik



Gambar I.4 Peta Lokasi Pabrik Phthalic Anhydride