



BAB I PENDAHULUAN

I. 1 Sejarah Perkembangan Pabrik

Formaldehde adalah gas tidak berwarna dengan bau yang tajam. Gas formaldehde larut dalam air, alkohol dan pelarut polar lainnya. Sebagai hasil dari struktur yang unik, formaldehde memiliki tingkat reaktivitas kimia yang tinggi dan stabilitas termal yang baik dibandingkan dengan senyawa karbonil lainnya. Bentuk-bentuk komersial formalin termasuk formaldehid/larutan air, polimer, dan turunannya (Safriet, 1991).

Formaldehde sangat dekat kaitannya dengan pengawetan pada zaman dahulu dan sepertinya masih sama sampai sekarang. Formaldehde telah digunakan sejak awal 1899 untuk pengawetan mayat yang sebagian besar ada di era Wild West. Formaldehde termasuk bahan kimia yang berbahaya. Sejauh inididak ada zat kimia yang digunakan sebagai pengawet mayat kecuali formaldehde (Bedino, 2004).

Formaldehde pertama kali diproduksi di Amerika Serikat pada tahun 1901 terutama digunakan sebagai agen pengawet dan desinfektan. Produksi formaldehde sekarang menjadi sangat besar sebagai bahan kimia yang komersial. Formaldehde tersedia dalam beberapa bentuk yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan pengguna tetapi tidak tersedia secara komersial dalam bentuk monomer anhidrat. Dalam larutan yang encer, sering disebut formalin, mengandung 37-50 persen formaldehde berat. Larutan ini mungkin berisi 6 sampai 15 persen stabilizer, biasanya metanol, untuk mencegah polimerisasi. Larutan formaldehde dalam alkohol yang tersedia untuk proses yangmembutuhkan alkohol tinggi/kadar air rendah. Larutan ini disebut Formcels, tersusun dari metanol, n-propanol, n-butanol, atau isobutanol. Formaldehde juga tersedia dalam bentuk polimernya trioksan dan paraformaldehde. Saat ini, 13 produsen formaldehde di Amerika Serikat beroperasi di 48 lokasi. Sebagian besar formaldehde dihasilkan adalah dikonsumsi dalam penggunaan di lokasi pabrik produsen.



Formaldehid diproduksi di Amerika Serikat melalui dua metode, yakni proses katalis metalik silver, dan proses metal oksida. Biasanya yang banyak digunakan ialah proses silver katalis dengan konsentrasi yang terbentuk sebesar 75%, sementara itu proses metal oksida memiliki konsentrasi yang terbentuk sebesar 25%. Pada proses silver katalis, campuran methanol-udara dilewatkan pada stasiun katalis silver. Reaksi yang terbentuk ialah formaldehid dan uap air. Kondisi reaksinya ialah pada tekanan atmosfer dan temperatur antara 450-650°C. Gas-gas produk didinginkan dan diabsorpsi dengan air. Kelebihan methanol dihilangkan lewat distilasi, dan dikembalikan ke proses lagi. Hasil produk yang terbentuk ialah sekitar 83-92%. Sedangkan, untuk proses metal oksida katalis, formaldehid dibuat dari oksidasi methanol. Katalis yang digunakan saat itu biasanya adalah campuran iron molybdenum oxide, dengan proses yang hampir mirip dengan proses silver katalis, namun memiliki hasil produk yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses silver katalis (Safriet, 1991).

I.2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

I.2.1 Sifat Bahan Baku

1. Metanol

a. Sifat Fisik

Rumus Molekul	CH ₃ OH
Wujud	cairan tak berwarna
Berat Molekul	32,04 g/gmol
Densitas pada 25°C	0,79g/cm ³
Titik didih (1 atm)	64,7°C
Titik lebur (1 atm)	-97,68°C
Tekanan kritis	79,9 atm



Viskositas pada 25°C

Cairan	0,54 cP
Gas	0,0097 cP

(MSDS, 2013, "Methanol")

b. Sifat Kimia

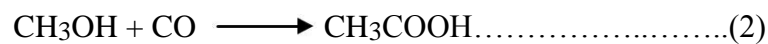
Metanol adalah gugus alkohol alifatik yang paling sederhana. Reaktivitasnya ditentukan oleh gugus hidroksil. Reaksi dengan metanol terjadi melalui pecahnya ikatan C-O atau ikatan O-H dan bercirikan reaksi substitusi gugus -H dan -OH (Kirk and Othmer, 1995)

Reaksi metanol yang terjadi :

- 1) Dehidrogenasi dan dehidrogenasi oksidatif dengan katalis silver/molybdenum oksida membentuk formaldehid



- 2) Karbonilasi dengan katalis kobalt/rhodium membentuk asam asetat



- 3) Dehidrasi dengan katalis asam membentuk dimethyl eter dan air





2. Udara

a. Sifat fisik

Sifat fisika	N ₂	O ₂
Berat molekul	28	32
Wujud	gas tidak berwarna	gas tidak berwarna
<i>Specific gravity</i>	12,5	1,71
Titik lebur, °C, P = 1 atm	-209,68	-218,4
Titik didih, °C P = 1 atm	-195,8	-183
Suhu kritis, °K	126,2	154,6
Tekanan kritis, bar	33,9	50,6

b. Sifat kimia

Kandungan udara yang ada di lingkungan ialah:

- 1) Oksigen bereaksi dengan semua elemen lain kecuali He, Ne, dan Air
- 2) Untuk beberapa bahan yang akan direaksikan dengan oksigen, harus dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu tertentu pada pembakaran awal
- 3) Terdapat N₂ 79% dan O₂ 21%

(Fitri, 2013)

3. Air

Air memiliki karakteristik sebagai berikut :

- 1) Berat molekul : 18.02 gr/mol
- 2) Densitas : 0.9987 gr/cm³ (pada temperatur 25°C)
- 3) Viskositas : 1496.3 cP (pada temperatur 25°C)

(MSDS, 2013, "Water")



I.2.2. Sifat Bahan Baku Pendukung

1. Iron Molybdenum Oxide

a. Sifat fisik

Katalis iron molybdenum oxide memiliki karakteristik sebagai berikut :

- 1) Komposisi : MoO_3 (85-86%), FeO_3 (14-15%)
- 2) Bentuk : spheres
- 3) Densitas : 1.8918 gr/cm^3
- 4) Diameter : dalam (1.7 mm), luar (4.5 mm)
- 5) Porositas bed : 0.34 g/cc
- 6) Luas permukaan : $5.2 \text{ m}^2/\text{kg}$

(Fauzan, 2016)

b. Sifat kimia

1. Kelarutannya terhadap air:

- a. Molybdenum oxide = 0,1066 gr/100 ml (pada 18°C)
- b. Iron oxide = Tidak larut dalam air

2. Dowden dan Walker (dalam Pitchai dan Klier, 1986) meneliti beberapa katalis oksida multi komponen berdasarkan pada oksida molibdenum (MoO_3) dan menyimpulkan bahwa jika molibdenum digabungkan dengan oksida lain maka katalis akan menjadi lebih aktif. Husin (2002) melaporkan bahwa senyawa kompleks $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$ dapat menghasilkan produk formaldehida yang tinggi.

(MSDS, 2013, "Molybdenum Oxide & Iron Oxide")

I.2.3. Sifat Produk

1. Formaldehid

a. Sifat fisik

- 1) Fase : Cairan
- 2) Bau : Pekat
- 3) Warna : Bening tidak berwarna



-
- 4) Densitas : 1,03 gr/cm³
 - 5) Kelarutan : Sangat larut dalam air (>100gr/100ml), alcohol, dan eter
 - 6) Titik didih : 98°C
 - 7) Titik leleh : -15°C

(Perry, 2008)

b. Sifat kimia

- 1) Berat molekul : 30,02 gr/mol
- 2) pH : 3 (asam)
- 3) Korosifitas : Tidak korosif terhadap kaca
- 4) Stabilitas : Stabil

(MSDS, 2013, "Formaldehyde")

- 5) Senyawa kimia formaldehida (juga disebut metanal, atau formalin), merupakan aldehida dengan rumus kimia H₂CO, apabila berbentuk gas atau cair dikenal sebagai formalin, dan apabila berbentuk padat dikenal sebagai paraformaldehid atau trioxane (termasuk formaldehid polimer).
- 6) Formaldehid kebanyakan dipakai dalam produksi polimer dan macam-macam bahan kimia. Jika digabungkan dengan fenol, urea, atau melamina, formaldehida menghasilkan resin termoset yang keras.

(Ahmad, 2018)

- 7) Formaldehid diproduksi pada skala industrial dengan reaksi oksidasi katalitik dari methanol, dan diperoleh formaldehid 37% dengan 15% methanol dan 48% air (sumber: Redaksi, 2018), ditambahkan alcohol (methanol) sebanyak 10-15% sebagai stabilator untuk mencegah terjadinya polimerisasi formaldehid. Alkohol pada formaldehid berfungsi tidak hanya membunuh bakteri, tetapi juga membentuk lapisan baru yang melindungi lapisan di bawahnya, supaya tahan terhadap serangan bakteri lain, maka hal tersebut dapat mencegah terjadinya polimerisasi.
- 8) Pada suhu 150°C, formaldehid mudah terdekomposisi menjadi metanol dan karbon monoksida. Formaldehid mudah dioksidasi oleh oksigen di atmosfer



membentuk asam formiat, yang kemudian diubah menjadi karbon dioksida oleh sinar matahari.

(Redaksi, 2018)

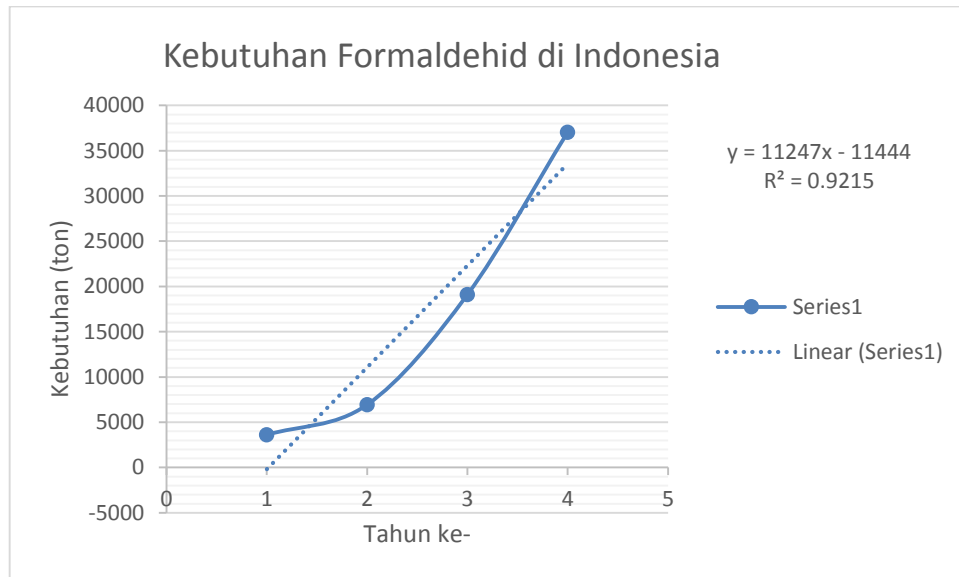
I. 3. Kapasitas Produksi

Tabel I. 1 Data Kebutuhan Formaldehid di Indonesia (Ton/Tahun)

Tahun	Kebutuhan (ton)
2009	3610
2010	6938
2011	19103
2012	37045

(Sumber: Badan Pusat Statistika)

Diketahui dari Tabel I. 1 bahwa kebutuhan formaldehid di Indonesia meningkat dari tahun 2009 hingga 2012. Dari kebutuhan formaldehid tersebut, dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kapasitas produksi formaldehid di Indonesia. Dari Tabel I. 1 dapat dibuat grafik (Grafik I. 1), sehingga dapat diketahui kebutuhan konsumen terhadap formaldehid pada tahun 2020.



Grafik I. 1 Hubungan antara Tahun terhadap Kebutuhan Formaldehid (Ton/Tahun)

Pada Grafik I. 1 ditunjukkan bahwa tahun ke-1 adalah tahun 2009, tahun ke-2 adalah tahun 2010, begitu juga seterusnya. Dari Grafik I. 1 diperoleh persamaan $y = 11247x - 11444$ di mana y adalah kebutuhan (ton/tahun), dan x adalah tahun ke- n , maka dapat dihitung kebutuhan formaldehid pada tahun ke-12 yaitu tahun 2020 dengan persamaan tersebut, seperti berikut:

$$\text{Kebutuhan Formaldehid} = (11247 \times 12) - 11444$$

$$\text{Kebutuhan Formaldehid} = 123520 \text{ ton/tahun}$$

Pabrik menginginkan produksi formaldehid sebanyak 32% dari kebutuhan formaldehid di Indonesia, maka kapasitas pabrik sebesar:

$$\text{Kapasitas pabrik} = 32\% \times 123520 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas pabrik} = 29644,8 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \approx 30.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$$



I. 4 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kelangsungan suatu pabrik untuk beroperasi jangka panjang. Pabrik formaldehid kami akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur. Adapun dasar pertimbangan pemilihan lokasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

A. Faktor Utama

1. Lokasi ketersediaan sumber bahan baku

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu hal yang penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik didirikan berdekatan dengan pabrik yang memproduksi bahan baku methanol yaitu terdapat di PT. Kaltim Methanol Industri yang berlokasi di Bontang, Kalimantan Timur. Jika bahan baku yang berasal dari PT. Kaltim Methanol Industri tidak memenuhi, maka untuk memperoleh bahan baku melakukan impor. Selain itu, untuk memperoleh bahan penunjang *iron oxide* dan *molybdenum oxide* juga dilakukan dengan impor.

2. Pemasaran Produk

Kebutuhan formaldehid sebagai bahan utama dan pembantu dalam proses-proses pabrik kimia di Indonesia masih sangat dibutuhkan. Produk formaldehid yang dihasilkan dari pabrik kami direncanakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri. Jika kebutuhan pasar dalam negeri telah terpenuhi, maka produk formaldehid tersebut dapat juga dengan mudah untuk dapat dipasarkan di pasar internasional atau diekspor.

3. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan berbanding lurus dengan kemajuan produksi pabrik. Untuk tenaga kerja ahli dan berkualitas dapat merekrut dari lulusan Universitas/Institut di seluruh Indonesia. Untuk tenaga kerja non ahli (operator) dapat mengambil dari non formal (dari daerah sekitar) sehingga tenaga kerja mudah didapatkan.



4. Lingkungan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga akan memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik dan juga ketersediaan bahan pembuatan formaldehide.

5. Transportasi

Daerah Bontang adalah daerah yang strategis, memiliki kekayaan alam yang berlimpah ruah. Letak daerahnya juga dekat dengan pelabuhan lhoktuan dan tanjung laut. Sehingga proses transportasi untuk pengiriman produk maupun untuk penerimaan bahan baku dapat terhubung dengan mudah. Selain itu daerah Bontang juga memiliki kondisi geografis kawasan industri dengan kelengkapan infrastruktur yang memadai. Selanjutnya untuk transportasi darat terdapat terminal kp baru, kp guntung, kp teluk pandan, dll. Sehingga mempermudah baik karyawan maupun tamu untuk menuju lokasi industry kami. Dan secara transportasi untuk bahan baku utama methanol dekat dengan PT. Kaltim Methanol Industri mempermudah dalam pengiriman.

6. Utilitas

Kebutuhan air dan listrik dalam industri merupakan suatu kebutuhan yang krusial. Untuk kebutuhan air lokasi pabrik yang di dirikan dekat dengan sungai santan. Sungai santan ini terletak di bagian selatan dari kota bontang. Sehingga kebutuhan air dapat terpenuhi. Dimana dalam proses pembuatannya membutuhkan bahan baku yaitu air. Kebutuhan air ini kami dapatkan dari sungai bontang dekat dengan PT. Kaltim Methanol Industri. Sehingga kebutuhan air kami cukup memadai dan mudah di dapatkan. Sedangkan untuk kebutuhan listrik bisa didapatkan dengan membuat generator sendiri atau dari PLN Rayon Bontang di daerah bontang.



B. Faktor Pendukung**1. Harga Tanah dan Gedung**

Harga tanah di kawasan Kalimantan lebih rendah dibanding dengan harga tanah di Jawa jadi hal tersebut yang memungkinkan untuk pendirian pabrik di lokasi Bontang Kalimantan Timur. Sesuai data harga tanah di kawasan Bontang Kalimantan Timur yaitu 2.800.000/m², lebih murah dari harga tanah di Jawa. Untuk pembangunan gedung kami memperhatikan juga dengan kualitas tanah untuk pembangunan gedungnya dengan kualitas tanah di Bontang Kalimantan Timur maka memadai untuk pendirian pabrik dan tidak berisiko apabila diperuntukkan untuk pembangunan pabrik dengan gedung bertingkat.

2. Iklim

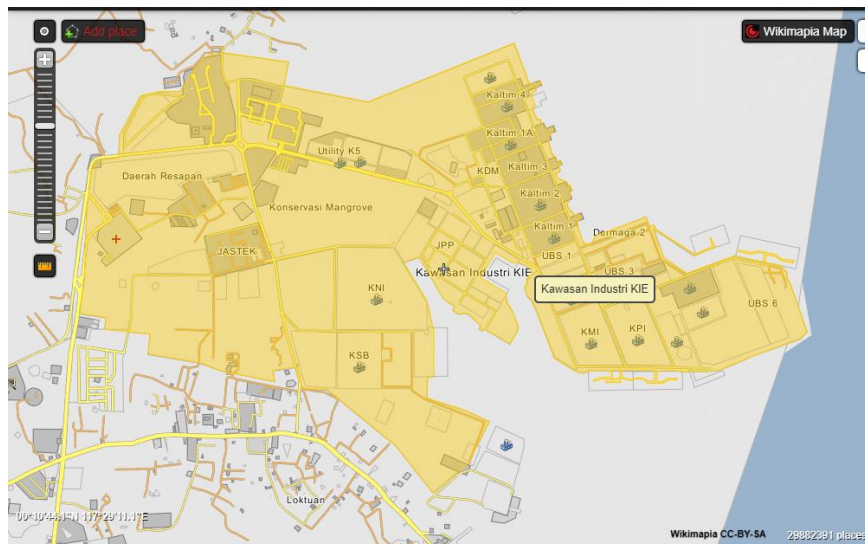
Dari hasil yang kami dapatkan, iklim pada daerah lokasi yang kami pilih yaitu kota Bontang terletak antara 117⁰23' Bujur Timur – 117⁰38' Bujur Timur serta diantara 0⁰1 Lintang Utara – 0⁰12' Lintang Utara. Wilayah Kota Bontang termasuk daerah khatulistiwa dan dipengaruhi iklim tropis basah dengan ciri-ciri khas hujan terjadi di sepanjang tahun dengan suhu rata-rata 24°-33°C dan curah hujan lumayan tinggi sebesar 85% sehingga dapat mempengaruhi produktivitas air sebagai bahan baku pembuatan formaldehid dari methanol.

3. Peraturan Pemerintah Setempat

Sesuai dengan Peraturan Daerah Kota Bontang Nomor 4 Tahun 2003 tentang Izin Mendirikan Bangunan maka Dari hasil yang kami peroleh, pemerintah lebih menetapkan bontang sebagai salah satu industry di Indonesia yang sangat mendukung untuk datangnya investor karena daerah bontang ini memang menjadi pusat industri di wilayah kalimantan timur. Dengan syarat pendirian pabrik harus memperhatikan tentang keadaan lingkungan serta system pembuangan limbah pabrik.

4. Keadaan Tanah

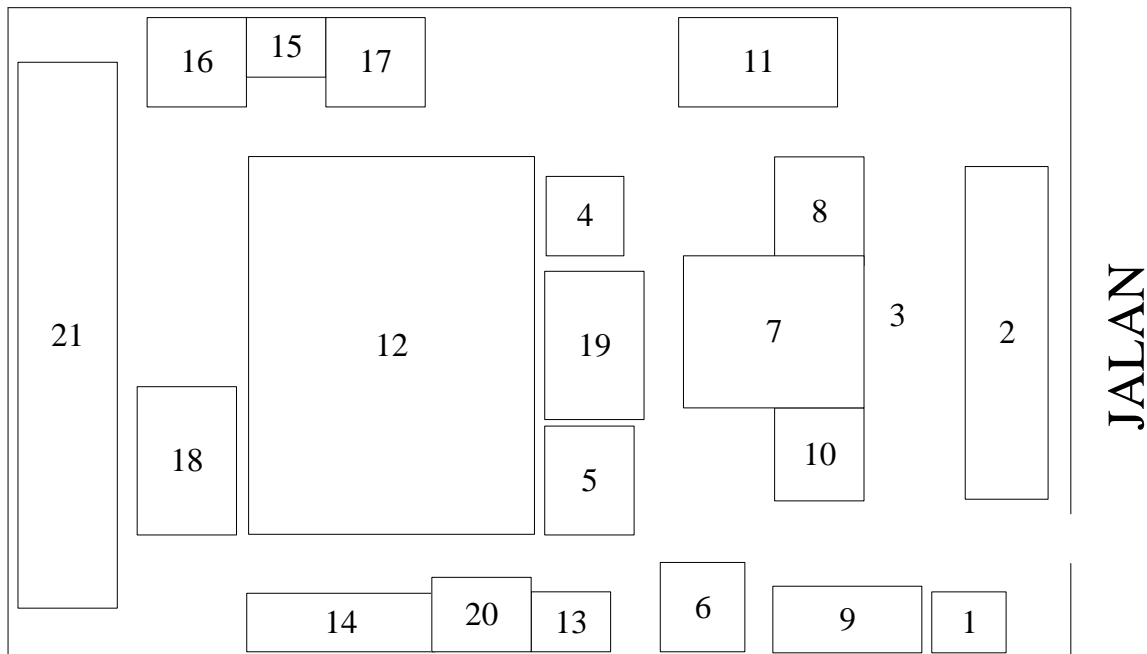
Keadaan tanah di Bontang Kalimantan Timur *relative* stabil dan berupa dataran rendah sehingga dapat berlangsung secara lancar dalam pembangunan lokasi pabrik itu sendiri.



Gambar 1.1 Lokasi Pabrik Formaldehid di Kawasan Industri KIE, Bontang Kalimantan Timur

I.5 Tata Letak Pabrik dan Tata Letak Alat Pabrik Formaldehid

I.5.1 Tata Letak Pabrik Formaldehid



Gambar I.2 Plant Lay Out Pabrik Formaldehid.

Keterangan gambar :

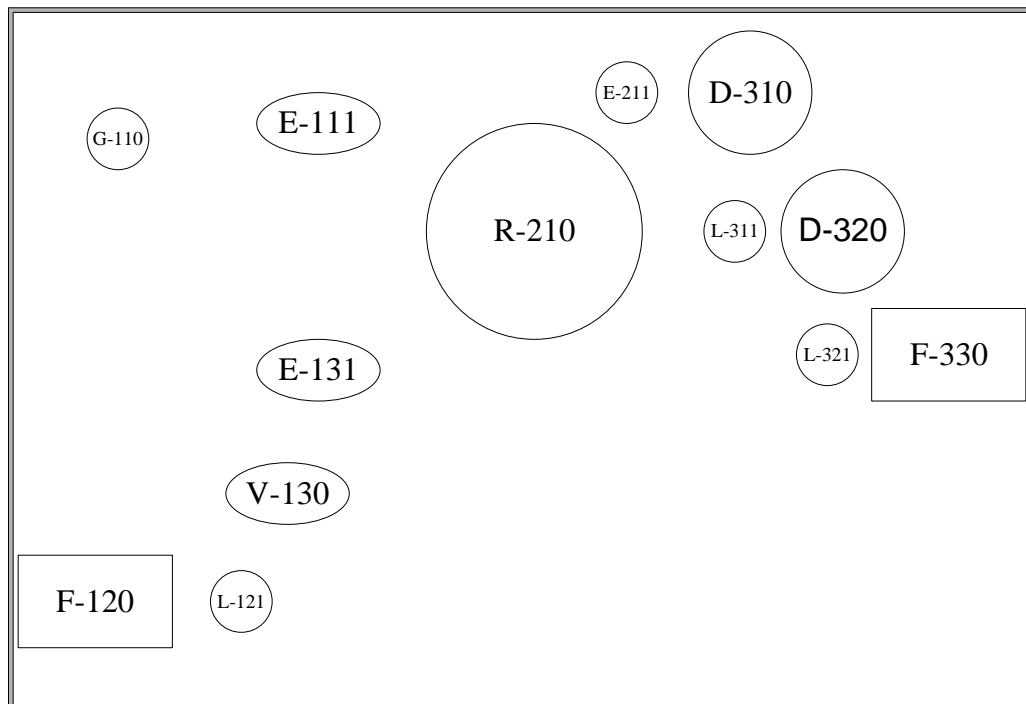
(skala = 1 : 100)

No.	Jenis bangunan	Luas, (m ²)
1	Pos Keamanan	100
2	Parkir	1200
3	Taman	800
4	Pemadam kebakaran	200
5	Timbangan Truk	100
6	Bengkel	225
7	Kantor	1200
8	Perpustakaan	500
9	Kantin	225
10	Poliklinik	100
11	Musholla	900



12	Ruang Proses	3600
13	Ruang Kontrol	100
14	Laboratorium	625
15	Unit Pengolahan Air	295
16	Unit Pembangkit Listrik	500
17	Unit Boiler	500
18	Storage Produk	625
19	Storage Bahan Baku	625
20	Gudang	625
21	Daerah Perluasan	3600
*	Luas Pabrik Formaldehid	16645

I.5. 2 Tata Letak Alat pada Pabrik Formaldehid



Gambar I.3 Proses Lay Out Pabrik Formaldehid.



Keterangan gambar tata ruang pabrik (Plant Layout)

1. Tangki Penampung Metanol (F-120)
2. Pompa Metanol (L-121)
3. Vapourizer (V-130)
4. Pre-Heater 2 (E-131)
5. Kompresor (G-110)
6. Pre-Heater 1 (E-111)
7. Reaktor (R-210)
8. Cooler (E-211)
9. Absorber (D-310)
10. Pompa Absorber (L-311)
11. Anion Exchanger (D-320)
12. Pompa Anion Exchanger (L-321)
13. Tangki Penampung Formaldehid (F-330)