



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia terus mengalami peningkatan yang pesat, salah satunya adalah industri kimia. Industri kimia merupakan salah satu bagian industri yang mengolah dan memproduksi bahan baku menjadi bahan setengah jadi maupun bahan jadi yang memiliki nilai ekonomis lebih tinggi melalui serangkaian proses kimia yang siap untuk dipasarkan. Untuk memenuhi kebutuhan industri kimia sektor dalam negeri, saat ini Indonesia masih melakukan impor baik bahan baku maupun bahan penunjang dari luar negeri. Bahan baku yang dibutuhkan dalam industri kimia sebenarnya telah dimiliki oleh Indonesia yang saat ini memiliki banyak potensi sumber daya alam. Kekayaan alam yang dimiliki oleh Indonesia dapat dikembangkan melalui pengolahan bahan alam tersebut menjadi bahan baku dan bahan penunjang dalam industri kimia.

Indonesia merupakan negara importir berbagai produk, diantaranya yaitu produk Asetaldehid. Untuk memenuhi kebutuhan industri kimia sektor dalam negeri, saat ini Indonesia masih melakukan impor baik bahan baku maupun bahan penunjang dari luar negeri. Bahan baku yang dibutuhkan dalam industri kimia sebenarnya telah dimiliki oleh Indonesia yang saat ini memiliki banyak potensi sumber daya alam. Kekayaan alam yang dimiliki oleh Indonesia dapat dikembangkan melalui pengolahan bahan alam tersebut menjadi bahan baku dan bahan penunjang dalam industri kimia. Untuk menghilangkan ketergantungan terhadap impor dan menciptakan kemandirian industri kimia di Indonesia, maka diperlukan usaha untuk memproduksi asetaldehid dengan cara pendirian pabrik baru. Sehubungan dengan hal tersebut, pendirian pabrik asetaldehid di Indonesia akan membantu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Asetaldehid atau *ethanal* dengan rumus kimia CH_3CHO merupakan senyawa organik aldehyd yang cukup penting yang diproduksi dan dikonsumsi secara global untuk aplikasi industri yang berbeda. Asetaldehid mempunyai kegunaan yang sangat luas dalam industri kimia. Produk ini digunakan dalam industri kimia sebagai bahan



intermediate yaitu untuk menghasilkan bahan kimia yang lain, seperti bahan baku pembuatan asam asetat, n- butanol, asetat anhidrid, asam laktat, *ethyl acetate*, *2-ethylhexanol*, *pentaerythrytol*, *trimethylolpropane*, *pyridine*, *paracetic acid*, *cratonaldehyde*, *chloral*, dan *1,3- butylene glycol* (McKetta, 1976).

Bahan baku yang digunakan untuk membuat asetaldehid adalah etanol dan oksigen dengan katalis perak (Ag) melalui reaksi oksidasi etanol. Bahan baku etanol yang digunakan diperoleh dari PT Indolampung Distillery dengan kapasitas 69.300 kL/tahun yang berkedudukan di Lampung Tengah, provinsi Lampung (PT Indolampung Distillery, 2017). Bahan baku oksigen diperoleh dari udara yang ada di sekitar pabrik. Katalis perak diperoleh dari Zibo Hanyu International Trade Co., Ltd.

I.2 Sejarah Perkembangan Pabrik

Asetaldehid pertama kali dibuat oleh Scheele pada tahun 1774, dengan menambahkan mangan dioksida dan asam sulfat pada etanol. Struktur asetaldehid dibuat oleh Liebig pada tahun 1835 dari sampel murni yang dibuat dengan mengoksidasi etil alkohol dengan asam kromat. Liebig menamai senyawa "aldehida" yang berasal dari kata Latin. Pembentukan asetaldehida dengan penambahan air menjadi asetilena diamati oleh Kutscher pada tahun 1881 (Kirk-Orthmer, 1982).

1.3 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

1.3.1 Spesifikasi Bahan Baku

1. Etanol

Etanol disebut juga etil alkohol adalah larutan yang mudah menguap, mudah terbakar, dan tidak berwarna. Untuk lebih jelasnya berikut adalah uraian sifat fisik dan kimia etanol:

a. Sifat Fisik

Fase	: Cair
Rumus Molekul	: C ₂ H ₅ OH
Berat Molekul	: 46,053 g/mole



Titik didih	: 78,32°C
Titik Beku	: -114,1°C
Titik Nyala	: 14°C
Temperature Kritis	: 243,1°C (469,4 F)
Specifik Graviti	: 0,789
Tekanan uap	: 5,7 kPa
Densitas gas	: 1,59 kg/m ³
Viskositas pada 20°C	: 1,17 cP
Densitas Cair	: 0,7893 g/cm ³

(Kirk-Orthmer, 1982)

Spesifikasi bahan baku etanol yang didapatkan dari PT Indolampung Distillery yaitu etanol dengan kemurnian 96,3% dengan densitas 0,78 gr/cm³.

b. Sifat Kimia

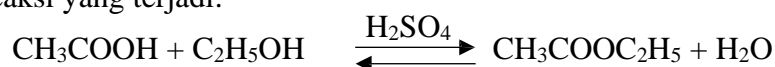
Etanol merupakan alkohol alifatik yang reaktifitasnya ditentukan oleh gugus hidroksilnya. Reaksi terjadi melalui pecahnya ikatan C – O atau O – H dan bercirikan reaksi substitusi dari gugus –H atau –OH.

Reaksi-reaksi dengan etanol adalah:

- Reaksi esterifikasi

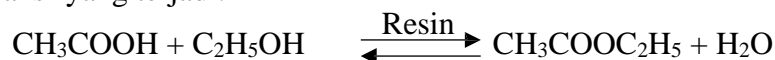
Reaksi antara alkohol dan asam asetat dengan katalis asam kuat.

Reaksi yang terjadi:



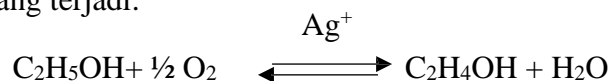
Reaksi antara alkohol dan asam asetat dengan katalis resin.

Reaksi yang terjadi:



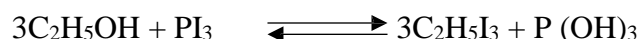
- Reaksi Oksidasi

Reaksi yang terjadi:



- Reaksi dengan fosfor iodide menghasilkan etil iodide.

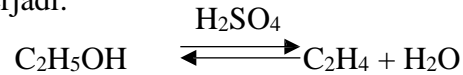
Reaksi yang terjadi:





- Reaksi dehidrasi

Reaksi yang terjadi:



(Kirk-Orthmer, 1982)

2. Udara (Oksigen dan Nitrogen)

Udara merupakan campuran gas yang terdapat pada permukaan bumi. Udara tidak tampak mata, tidak berbau, dan tidak berasa. Kandungan gas penyusun udara yaitu berupa oksigen, nitrogen, dan gas lainnya.

- Oksigen

Oksigen pada suhu dan tekanan standar berupa gas tak berwarna dan tak berasa.

Berikut adalah sifat fisik dari oksigen:

a. Sifat Fisik

Rumus Molekul	: O ₂
Berat Molekul	: 32
Berat jenis gas	: 1,35 kg/m ³
Berat jenis relatif	: 1,105
Titik didih	: -183°C
Suhu Kritis	: -118,8°C

(Science Lab, 2017)

- Nitrogen

Nitrogen pada suhu dan tekanan standar berupa gas tak berwarna dan tak berasa. Berikut adalah sifat fisik dari nitrogen:

a. Sifat Fisik

Fase	: Gas
Rumus Molekul	: N ₂
Berat Molekul	: 28,013
Berat jenis gas	: 1,170 kg/m ³
Berat jenis relatif	: 0,967
Titik didih	: -195,8°C
Suhu Kritis	: -147,1°C



(Science Lab, 2017)

3. Katalis Silver

Katalis silver digunakan untuk mempercepat reaksi pembentukan asetaldehid.

Berikut ini adalah karakteristik sifat fisik dari silver:

a. Sifat Fisik

Fase	: Padat
Rumus molekul	: Ag
Berat molekul	: 107,87g/mol
Titik didih	: 2212°C
Titik beku	: 961°C
Spesifik graviti	: 10,4

1.3.2 Spesifikasi Produk

Produk utama yang dihasilkan dari proses oksidasi etanol dengan udara yaitu berupa asetaldehid dan air.

1. Asetaldehid

Asetaldehid atau menurut nama sistematisnya etanal, adalah sebuah senyawa organik dari kelompok aldehyd. Senyawa ini mudah terbakar dengan aroma buah-buahan. Sifat fisik dan sifat kimia dari asetaldehid yaitu sebagai berikut:

a. Sifat Fisik

Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Rumus molekul	: CH ₃ CHO
Berat molekul	: 44,053 g/mol
Densitas	: 0,8045 kg/L
Titik didih	: 21°C
Titik beku	: -123,5°C
Temperatur kritis	: 188°C



Tekanan uap	: 101,3 kPa (20°C)
Densitas gas	: 1,52 kg/m ³

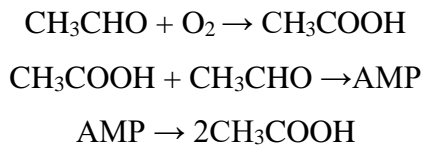
(Kirk-Orthmer, 1982)

b. Sifat Kimia

Asetaldehid adalah senyawa yang sangat reaktif, yang secara umum dipakai pada bidang manufaktur. Reaksi oksidasi, reduksi, kondensasi, polimerisasi, dan adisi adalah contoh-contoh reaksi kimia dari asetaldehid.

- Reaksi Oksidasi

Oksidasi Asetaldehid fase cair dengan udara (oksigen) merupakan yang penting dalam industri. Kebanyakan asam asetat banyak diproduksi melalui cairan ini. Reaksi oksidasi adalah reaksi rantai dimana asam perasetat dihasilkan dan kemudian bereaksi dengan Asetaldehid untuk menghasilkan asam asetat melalui monoperasetat (AMP). Reaksi:



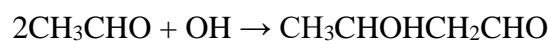
(Groggins, 1958).

- Reduksi

Reduksi terhadap gugus karbonil (C=O) menjadi alkohol mudah terjadi. Banyak jenis katalis yang mungkin digunakan, diantaranya platina dan asam kloroplatinat atau dari ammonium kloroplatinat, raney nikel, paladin (Groggins, 1958).

- Reaksi Kondensasi

Larutan basa encer menyebabkan asetaldehid mengalami kondensasi aldol menjadi asetadol. Kondensasi aldol adalah reaksi yang sangat umum dari asetaldehid. Berikut reaksi kondensasi:



Asetadol adalah intermediate penting dalam pembuatan 1-3 butanol dan *butyraldehyde* yang melalui asetaldehid dan juga dalam pembuatan 1,3-butana-di-ol. Reaksi penting yang lain adalah aldol asetaldehid dengan formaldehyde



berlebih yang merupakan bagian dari pembuatan pentarythritol $C(CH_2OH)_4$ secara komersial (Groggins, 1958).

- Polimerisasi

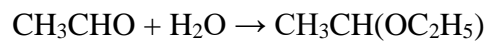
Sedikit asam mineral akan mengkatalisasi rimetrisasi aldehida menjadi garaidehid pada suhu ruang. Jika asetaldehid dititrasi dengan HCl kering pada suhu rendah tetiamer, metasetaldehid atau metaldehid akan terbentuk.

Kemudian akan berubah kembali menjadi Asetaldehid dan paraldehid dengan membiarkannya pada $60-65^\circ C$ selama beberapa hari. Peristiwa ini dinamakan depolimerisasi. Depolimerisasi akan sempurna dengan pemanasan pada tabung seal (Groggins, 1958).

- Reaksi Adisi

Meskipun sedikit asetaldehid (kecuali cloral dan halogenased aldehid yang lain) yang membentuk idrat yang dapat diisolasi, suatu larutan encer Asetaldehid mengandung hidrat asetaldehid (gem-diol) dalam keseimbangannya.

Reaksi:



Dengan cara yang sama asetaldehid sedikit terbentuk dan bereaksi dengan glycol dan dengan senyawa polihidraksi yang lain. Reaksi adisi merkaptal terhadap asetaldehid akan membentuk merkaptal $(CH_3CHCSR)_2$ dimana suffat analog dengan asefial juga dibuat dengan mereaksikan asetaldehid, dengan alkohol pada fase uap tanpa katalis (Groggins, 1958).

2. Air

Air tersusun oleh dua atom hidrogen yang berikatan secara kovalen dengan satu atom oksigen. Pada tekanan dan suhu standard air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Sifat fisik dari air adalah sebagai berikut:

a. Sifat Fisik

Fase	: Cair
pH	: 7 (Netral)
Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 18,02 g/mol



Titik didih	: 100°C
Spesifik Graviti	: 1
Tekanan Uap	: 2,3 kPa (20°C)
Densitas Gas	: 0,62 kg/m ³

(Science Lab, 2017)

I.4 Kapasitas Produk

Dalam perancangan suatu pabrik, kapasitas produksi harus ditentukan dengan cara memperhatikan segi pemasaran, konsumsi dalam negeri, ketersediaan bahan baku dalam negeri serta kapasitas minimal dan kapasitas maksimal pabrik asetaldehid yang sudah ada. Dari segi pemasaran, asetaldehid mempunyai peluang besar, hal ini dapat diketahui dari jumlah impor asetaldehid di Indonesia yang selalu meningkat.

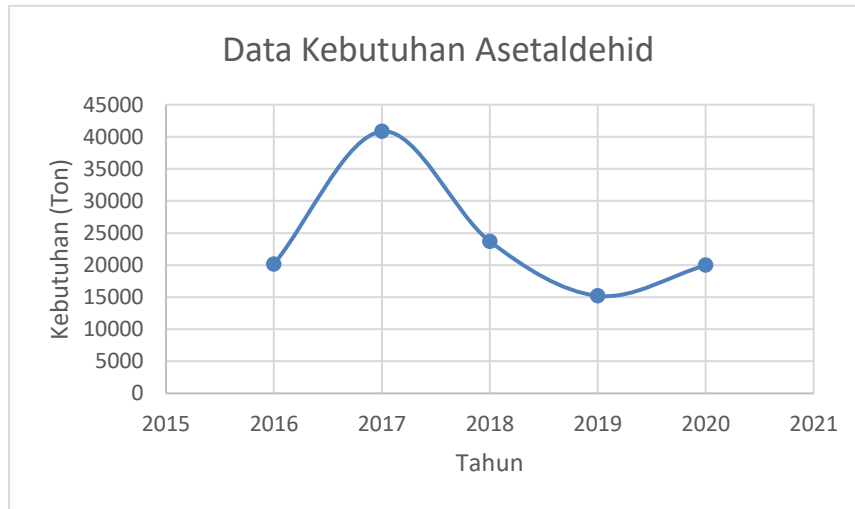
Asetaldehid merupakan bahan baku utama untuk pembuatan asam asetat, n-butanol, asam anhidridat dan piridin. Kebutuhan asetaldehid di Indonesia selama ini cukup banyak. Pemenuhan kebutuhan asetaldehid dalam negeri sampai saat ini dengan melakukan impor dari beberapa negara di belahan dunia. Hal ini dikarenakan di Indonesia tidak memproduksi asetaldehid sendiri sehingga belum bisa memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan asetaldehid di Indonesia dapat dilihat dari jumlah impor yang cenderung naik. Data jumlah impor asetaldehid di Indonesia ditinjau dari 5 tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor Asetaldehid di Indonesia

Tahun	Kapasitas (ton/th)
2016	20.151
2017	40.823
2018	23.697
2019	15.214
2020	19.973

Sumber : Badan Pusat Statistika

Berdasarkan data impor pada Tabel di atas, diketahui bahwa impor asetaldehid di Indonesia dalam 5 tahun terakhir relatif cukup banyak. Hal ini menunjukkan kebutuhan asetaldehid di Indonesia relatif meningkat tiap tahunnya. Untuk memperoleh perkiraan kebutuhan asetaldehid selama 5 tahun berikutnya, maka data impor pada tabel diintegrasikan dalam bentuk kurva linear seperti pada Gambar 1.1.



Dari grafik di atas diperkirakan kebutuhan asetaldehid pada tahun 2024 mencapai 21753,1 ton/tahun. Dapat juga digunakan metoda *Least Square* untuk mencari kebutuhan asetaldehid pada tahun 2024 :

$$y = a + b(x)$$

Dimana :

$$a = \frac{\sum y}{n}$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

Tabel. 1.2 Perhitungan persamaan kebutuhan Asetaldehid di Indonesia

Tahun	Jumlah Import (Ton)	x	X ²	Y ²	XY
2016	20151	-2	4	406062801	-20151
2017	40823	-1	1	1666517329	-81646
2018	23697	0	0	561547809	0
2019	15214	1	1	231465796	15214
2020	19973	2	4	398920729	39946
Jumlah	119858		10	3264514464	-46637

$$\begin{aligned} a &= \frac{\sum y}{n} \\ &= \frac{119858}{5} \\ &= 23971,6 \end{aligned}$$



$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}$$
$$= \frac{-46637}{10}$$

$$b = -4663,7$$

Dari perhitungan, maka diperoleh persamaan sebagai berikut: $y = a + b(x)$

$$y = 23971,6 - 4663,7(x)$$

Contoh Perhitungan untuk tahun 2024 :

$$y = 23971,6 - 4443,7 x$$

y = kebutuhan asetaldehid (ton/tahun)

x = tahun ke-

$$y = 23971,6 - 443,7(5)$$

$$y = 21753,1 \text{ ton/tahun}$$

I.5 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik dimaksudkan untuk memperoleh lokasi yang mampu memberikan profit sebesar-besarnya dari proses produksi dan distribusi yang rendah atau mampu memberikan efisiensi yang maksimum. Pemilihan lokasi yang tepat harus memberikan suatu perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi, yaitu pertimbangan dalam mempelajari sikap dan sifat masyarakat di sekitar lokasi pabrik (Peters *et al.*, 2004).

Pertimbangan lokasi pabrik dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Untuk metode kuantitatif terdiri dari analisis titik impas, analisa pusat gravitasi, dan analisa transportasi. Metode kuantitatif jarang digunakan karena hanya mempertimbangkan faktor tertentu saja dalam pemilihannya, sedangkan pemilihan lokasi pabrik metode kualitatif dilakukan dengan cara pemeringkatan faktor. Metode ini sering digunakan karena mencakup beberapa faktor yang cakupannya cukup luas. Langkah yang perlu dilakukan dalam pemeringkatan faktor



yaitu menentukan faktor-faktor, menetapkan bobot setiap faktor, mengembangkan skala untuk tiap faktor, mengalikan skor dengan bobot, menentukan total untuk setiap lokasi dan memberikan rekomendasi.

Alternatif lokasi pabrik asetaldehid ada dua pilihan, yaitu Kabupaten Lampung Tengah dan Kota Cilegon. Kabupaten Lampung Tengah dipilih berdasarkan letak bahan baku, sedangkan Kota Cilegon berdasarkan letak pasar. Selanjutnya kedua lokasi tersebut dibandingkan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu letak bahan baku, sarana transportasi, pasar utama, ketenagakerjaan, utilitas, kondisi iklim dan cuaca, dan kebijakan pemerintah.

Berikut adalah perbandingan pemilihan lokasi pabrik asetaldehid berdasarkan metode kualitatif dengan pemeringkatan faktor yang dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Perbandingan Lokasi Pendirian Pabrik Asetaldehid

Faktor	Kabupaten Lampung Tengah	Kota Cilegon
Bahan baku	Sangat dekat dengan lokasi pabrik	Tidak terlalu jauh dari lokasi pabrik
Pasar utama	Sangat jauh dengan pasar utama	Dekat dengan pasar utama
Transportasi	Adanya pelabuhan Bakauheni, namun akses jalan raya masih terbatas	Adanya pelabuhan Merak dan terhubung dengan akses jalan Tol Merak – Jakarta serta jalur rel kereta api.
Utilitas	Bahan bakar diperoleh dari Pertamina, Listrik dari PLN dan air dari sungai wai seputih	Bahan bakar didukung Pertamina, listrik dari PLTU Suralaya (3.400 MW) dan air oleh PT Krakatau Tirta Industri (2.000 L/detik)
Tenaga kerja	Susah di dapat namun UMK rendah	Mudah di dapat dan UMK cukup tinggi
Ketersediaan lahan	Lahan kosong sangat luas	Lahan kosong sangat luas
Kebijakan pemerintah	Mendapat dukungan penuh	Mendapat dukungan penuh
Iklim dan cuaca	Kondisi iklim dan cuaca stabil	Kondisi iklim dan cuaca stabil



BAB I PENDAHULUAN

Kemudian dilakukan pemeringkatan faktor dengan mendapatkan bobot dan skor tiap faktor. Selanjutnya mengalikan skor dengan bobot dan menentukan total untuk tiap lokasi. Total poin terbanyak maka dijadikan lokasi pabrik asetaldehid. Berikut adalah pemeringkatan faktor dengan bobot dan skor dimana lokasi A adalah Kabupaten Lampung Tengah dan Lokasi B adalah Kota Cilegon yang dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Pemeringkatan Faktor Lokasi Pendirian Pabrik Asetaldehid

Faktor	Bobot	Skor		Skor Terimbang	
		Lokasi A	Lokasi B	Lokasi A	Lokasi B
Bahan baku	0,20	90	75	18,00	15,00
Pasar utama	0,20	60	90	12,00	18,00
Transportasi	0,15	70	85	10,50	12,75
Utilitas	0,20	90	90	18,00	18,00
Tenaga kerja	0,05	80	85	4,00	4,25
Ketersediaan lahan	0,10	90	90	9,00	9,00
Kebijakan pemerintah	0,05	85	85	4,25	4,25
Iklim dan cuaca	0,05	80	80	4,00	4,00
Total	1,00	645	670	79,75	85,25

Keterangan

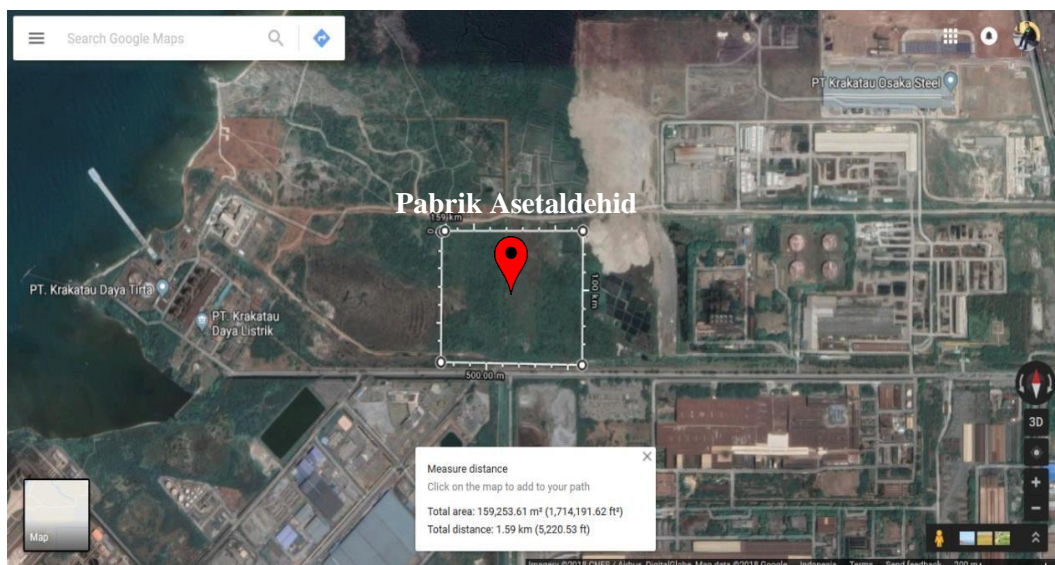
≥ 85 = Sangat Baik

75 – 84 = Baik

65 – 74 = Cukup

≤ 64 = Kurang

Dari perhitungan pemeringkatan berbagai faktor, dapat diambil keputusan yaitu lokasi pendirian pabrik asetaldehid di Kota Cilegon yang berada di *Krakatau Industrial Estate Cilegon* (KIEC). KIEC merupakan sebuah kawasan industri yang terbuka, baik bagi investor asing maupun dalam negeri. Rencana lokasi pabrik tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Rencana Lokasi Pabrik

I.5.1 Faktor Primer

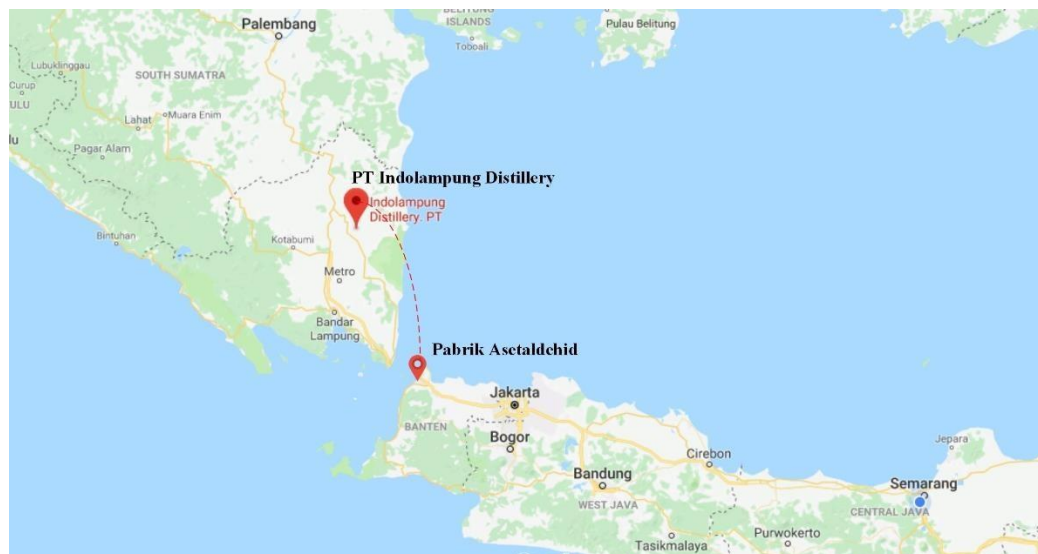
Faktor primer ini secara langsung mempengaruhi dari tujuan utama didirikannya pabrik. Asetaldehid merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku produk lain (*Intermediate product*) maka untuk pemasaran produk perlu diperhatikan letak pabrik dengan pasar yang membutuhkan produk tersebut guna menekan biaya pendistribusian ke lokasi pasar dan waktu pengiriman. Adapun faktor primer meliputi sebagai berikut:

a. **Penyediaan Bahan Baku**

Sumber bahan baku merupakan faktor yang paling penting dalam pemilihan lokasi pabrik terutama pada pabrik yang mengkonsumsi bahan baku yang sangat besar. Hal ini dapat mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan sehingga perlu diperhatikan harga bahan baku, jarak dari sumber bahan baku, biaya transportasi, ketersediaan bahan baku yang berkesinambungan dan penyimpanannya. Bahan baku pembuatan asetaldehid adalah etanol dan udara. Bahan baku etanol diperoleh dari PT Indolampung Distillery yang terletak di Lampung, sedangkan udara diperoleh dari alam. Katalis Ag diperoleh dari Zibo Hanyu International Trade Co., Ltd. Dengan lokasi pabrik di Kawasan Industri Cilegon yang berdekatan dengan pelabuhan dan berbatasan langsung dengan daerah laut diharapkan dalam penyediaan bahan baku utama tercukupi dengan lancar, karena bahan baku berasal



dari Lampung maka biaya transportasi dapat diminimalisir. Lokasi pendirian pabrik asetaldehid berdasarkan sumber bahan baku dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Lokasi Pabrik Berdasarkan Sumber Bahan Baku

b. Pemasaran Produk

Untuk pemasaran produk asetaldehid ditujukan terutama untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Lokasi pabrik yang sangat dekat dengan lokasi pasar sangat membantu dalam hal pendistribusian barang sehingga dapat menekan biaya transportasi. Daerah kawasan industri Cilegon merupakan lokasi yang strategis karena memiliki pelabuhan yang berskala internasional dan berada dalam jalur transportasi utama. Lokasi pemasaran akan sangat mempengaruhi harga produk dan biaya transportasi. Letak yang sangat berdekatan dengan pasar utama merupakan pertimbangan yang sangat penting karena lebih mudah terjangkau oleh konsumen.

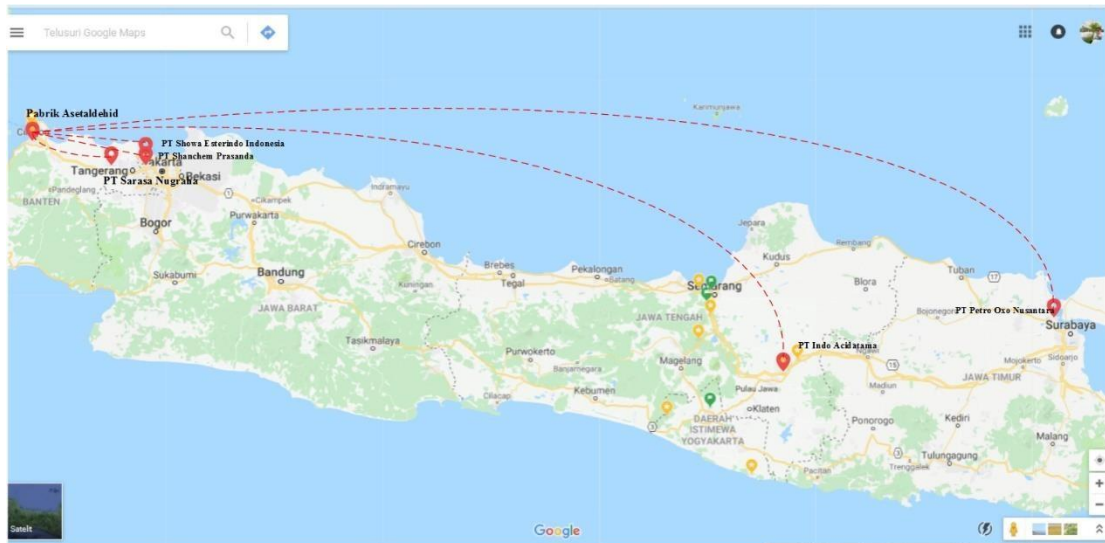
Pabrik-pabrik yang memanfaatkan asetaldehid sebagai bahan bakunya antara lain pabrik asam asetat, n-butanol, asetat anhidrid, asam laktat, *ethyl acetate*, *2-ethylhexanol*, *pentaerythritol*, *trimethylolpropane*, *pyridine*, *paracetic acid*, *cratonaldehyde*, *chloral*, dan *1,3-buthylene glycol*. Beberapa industri yang membutuhkan asetaldehid sebagai bahan baku ditunjukkan pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Pabrik yang Membutuhkan Asetaldehid di Indonesia Tahun 2020

No	Nama	Produk	Kapasitas (Ton/Tahun)	Lokasi
1	Petro Oxo Nusantara ^a	Ethylhexanol	135.000	Gresik
2	Showa Esterindo Indonesia ^b	Ethyl acetat	60.000	Jakarta
3	Indo Acidatama ^c	Asam Asetat	33.000	Jakarta
4	Indo Acidatama ^c	Ethyl acetat	7.500	Jakarta
5	Sarasa Nugraha ^d	Asam Asetat	9.000	Tangerang
6	Shamchem Prasadha ^c	Asam Asetat		Tangerang

^a PT Petro Oxo Nusantara ^b PT Showa Esterindo Indonesia ^c PT Indo Acidatama ^d PT Sarasa Nugraha ^e PT Shamchem Prasadha

Berdasarkan lokasi pabrik yang akan didirikan dengan industri-industri yang membutuhkan asetaldehid sebagai bahan baku di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Lokasi Pabrik Berdasarkan Konsumen

c. Sarana Transportasi

Sarana transportasi diperlukan dalam mengangkut bahan baku dan pemasaran produk. KIEC dekat dengan pelabuhan Internasional Merak (8 km) yang mempermudah penerimaan bahan baku. Selain itu kawasan tersebut juga dekat dengan sarana dan prasarana transportasi seperti jalan tol Jakarta-Merak, dan sarana pengangkutan dengan kereta api. Hal ini akan memberikan kemudahan dalam pengiriman produk, operasional administrasi dan manajemen perusahaan.



I.5.1 Faktor Sekunder

Faktor sekunder merupakan faktor pendukung dalam pendirian sebuah pabrik. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

a. Tenaga Kerja

Dilihat dari sisi komposisi pencari kerja menurut pendidikan, pencari kerja di Provinsi Banten umumnya berpendidikan menengah. Persentase pencari kerja yang berpendidikan tinggi (diploma dan sarjana) meningkat dari 6,77 persen menjadi 11,90 persen. Begitu juga, persentase pengangguran yang mengenyam pendidikan menengah (SMA/SMK) mengalami kenaikan dari 44,68 persen menjadi 46,79 persen. Sebaliknya pencari kerja pendidikan rendah mengalami penurunan (SMP ke bawah) dari 48,57 persen menjadi 41,32 persen (BPS Provinsi Banten, 2020).

Dilihat dari komposisi pengangguran di Provinsi Banten pada tahun 2020, jumlah pengangguran terbesar yakni pada lulusan SMK (23,63%). Data Pengangguran Menurut Pendidikan di Provinsi Banten, pada tahun 2020 ditunjukkan pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Data Pengangguran Menurut Pendidikan di Provinsi Banten, Agustus 2018-Februari 2020 dalam %

Pendidikan Tertinggi yang Ditamatkan	Agustus 2018	Februari 2019	Agustus 2019	Februari 2020
SD Ke Bawah	25,10	32,19	24,48	23,04
SMP	21,21	18,66	24,07	18,28
SMA	27,44	17,64	25,34	23,16
SMK	19,18	23,64	19,34	23,63
Diploma I/II/III	2,10	2,00	1,61	4,10
Universitas	4,97	5,86	5,16	7,80
Jumlah	100,00	100,00	100,00	100,00

(BPS Provinsi Banten, 2020)

Dilihat dari lulusan jenjang pendidikan, lulusan SMK paling banyak yang berstatus sebagai pencari kerja (13,33%). Angka ini lebih banyak dari lulusan SMU yang 10,31 persen. Lulusan perguruan tinggi lebih mudah terserap di pasar kerja, yakni hanya 6,86 persen yang menganggur (lulusan Diploma) dan hanya 5,08 persen (lulusan Sarjana). Pada lulusan pendidikan rendah (SD ke bawah) memang



banyak terserap di lapangan kerja tetapi mereka biasanya adalah pekerja informal yang bukan *new entry* (BPS Provinsi Banten, 2020).

Berdasarkan data ketenagakerjaan Provinsi Banten 2020, pencari kerja pada tahun 2017 tercatat sebanyak 108.339 jiwa. Data tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Data Ketenagakerjaan Provinsi Banten 2020

No	Keterangan	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
1	Pencari Kerja Terdaftar	50.218	58.121	108.339
2	Lowongan Kerja Terdaftar	26.149	21.824	47.973
3	Penempatan/Pemenuhan Tenaga Kerja	24.231	23.197	47.428

(BPS Provinsi Banten, 2020)

Dilihat dari besarnya upah minimum kabupaten/kota (UMK), kota Cilegon merupakan kota dengan UMK paling rendah yakni sebesar Rp 3.146.081,00. Data UMK tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Data UMK Beberapa Kota di Pulau Jawa

Kota	UMK 2016	UMK 2017	UMK 2018	UMK 2019	UMK 2020
Bekasi ^a	3.327.000	3.601.650	3.915.353	4.229.756	4.589.708
Kerawang ^a	3.330.000	3.305.272	3.919.291	4.233.226	4.594.324
Gresik ^b	3.042.000	3.293.506	3.580.370	3.867.874	4.197.030
Surabaya ^b	3.045.000	3.296.212	3.583.312	3.871.052	4.200.479
Cilegon ^c	3.008.000	3.231.997	3.622.214	3.913.078	4.146.081

^aKeputusan Gubernur Jabar, ^bKeputusan Gubernur Jawa Timur, ^cKeputusan Gubernur Banten

b. Utilitas

Kebutuhan sarana penunjang seperti kebutuhan tenaga listrik dapat dipenuhi dengan adanya transmisi PLTU Suralaya yang berkedudukan di Cilegon sebesar 3.400 MW, di samping itu kebutuhan listrik dapat dihasilkan dari generator pabrik. Untuk penyediaan air diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri yang berkedudukan di Cilegon dengan potensi debit rata-rata sebesar 2.000 L/detik.

c. Sarana dan Prasarana

KIEC sebagai kawasan industri telah memiliki fasilitas terpadu seperti perumahan, sarana olah raga, sarana kesehatan, sarana hiburan, penginapan, sekolah dan lainnya.



d. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak dan hal-hal lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik. Hal ini ditandai dengan kebijaksanaan pembangunan industri dalam hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja dan hasil-hasil pembangunan yang berhasil menumbuhkan iklim investasi yang baik di Banten.

Cilegon termasuk kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah menurut Peraturan Daerah Kota Cilegon No. 03 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Cilegon Tahun 2010-2030, sehingga semua hal yang menyangkut kebijakan pemerintah baik perihal perijinan lingkungan masyarakat serta faktor sosial sangat mendukung (Pemerintah Kota Cilegon, 2011).

e. Kemungkinan Perluasan Suatu Pabrik

Untuk pengembangan ke masa depan perlu dipikirkan kemungkinan adanya perluasan pabrik. Perluasan pabrik di kawasan industri KIEC Cilegon sangat dimungkinkan. KIEC memiliki luas kawasan sebesar 625 hektar dan area kosong seluas 380 hektar. Dengan area luas ini maka masih memungkinkan untuk memperluas pabrik di masa yang akan datang jika diinginkan.

f. Iklim

Posisi Indonesia di daerah tropis menyebabkan iklim di Indonesia memiliki dua iklim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Iklim yang terlalu panas mengakibatkan diperlukannya peralatan pendingin yang lebih banyak, sedangkan iklim yang terlalu dingin atau lembab mengakibatkan bertambahnya biaya konstruksi pabrik karena diperlukan perlindungan khusus pada alat-alat proses.

Secara geografis Kota Cilegon terletak antara $105^{\circ}54'05''$ – $106^{\circ}05'11''$ bujur timur dan $5^{\circ}52'24''$ – $6^{\circ}04'07''$ lintang selatan yang dibatasi oleh selat sunda (barat) kabupaten serang (utara, timur dan selatan). Kota Cilegon memiliki iklim tropis dengan temperatur berkisar antara $21,9-33,5^{\circ}\text{C}$ dan curah hujan rata-rata 100 mm perbulan (RKPD Cilegon, 2019). Oleh karena itu pendirian pabrik asetaldehid layak didirikan di Cilegon karena termasuk daerah yang memiliki curah hujan cukup sedikit.



g. Kemungkinan Gangguan Gempa Bumi

Letak wilayah Kota Cilegon sebagai daerah pesisir cukup berpotensi terjadi gempa vulkanik yang diakibatkan letusan gunung Krakatau yang sampai saat ini masih aktif. Konsentrasi pusat gempa berada di tiga lokasi, yaitu bawah gunung Krakatau, pada graben (sesar turun) di sebelah barat selat sunda dan di selatan sumatera. Beberapa pusat gempa yang telah terjadi di daratan umumnya terjadi di Banten Selatan (Kabupaten Lebak atau Pandeglang).

Dengan memperhatikan potensi bencana alam khususnya gempa bumi dan tsunami, maka kawasan pesisir Kota Cilegon merupakan daerah yang memiliki tingkat kerentanan yang cukup tinggi. Terlebih aktivitas yang berkembang di sekitar kawasan pesisir adalah kawasan industri (khususnya industri kimia dan logam) dan pelabuhan sehingga bencana alam yang terjadi dapat disertai dengan bencana industri.

Untuk mengatasi situasi tersebut maka diperlukan upaya dari semua elemen, baik pemerintah maupun masyarakat untuk sama-sama waspada terhadap potensi bencana di Banten sehingga partisipasi itu nantinya dapat meminimalisir dampak dari bencana yang ditimbulkan. Dari pihak pemerintah sendiri akan meningkatkan kemampuan pengelolaan lingkungan dan pencegahan dan penanggulangan bencana (tanggap darurat) (RKPD Cilegon, 2019).

h. Polusi dan Limbah

Keberadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Cilegon akan sangat bermanfaat sebagai penyeimbang tingginya intensitas kegiatan terutama industri dan kawasan terbangun (RKPD Cilegon, 2019). Sehingga keberadaan RTH di Kota Cilegon dapat mengurangi polusi yang di timbulkan oleh pabrik yang akan dibangun.

Mengenai pengelolaan limbah industri yang telah dikelola secara internal melalui penerapan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) yang disertai dengan pengawasan dan pemantauan atas kualitas mekanisme pengelolaan limbah terutama untuk jenis limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya). Luas pengolahan industri



B3 Kota Cilegon adalah 845,55 ha dan tersedia juga tempat pengembangan akhir dengan luas 18,64 ha (RKPD Cilegon, 2019).

i. Kondisi Tanah dan Daerah

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar sangat menguntungkan. Sejak awal area ini direncanakan sebagai kawasan industri, sehingga tanah di sekitarnya cukup stabil. Selain itu, Kota Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan dan penanggulangan mengenai dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik.

I.5.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah kedudukan dari bagian pabrik yang terdiri dari tempat karyawan bekerja, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk ditinjau dari segi hubungan satu dengan yang lainnya.

Tata letak merupakan pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting dalam mendapatkan efisiensi, kelancaran dari para pekerja, dan keselamatan proses. Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan tata letak pabrik yaitu sebagai berikut:

1. Perluasan Pabrik dan Kemungkinan Penambahan Bangunan

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan sejak awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak timbul di masa yang akan datang. Sejumlah area harus sudah disediakan untuk menambah kapasitas pabrik.

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap atau gas beracun harus diperhatikan dalam penempatan alat-alat pengaman seperti hidran dan penampung air yang cukup. Tangki penyimpanan bahan atau produk yang berbahaya harus diletakkan di area yang khusus serta perlu adanya jarak antar bangunan. Hal ini dimaksudkan guna memberikan pertolongan dan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.



3. Luasan Areal yang Tersedia

Harga tanah merupakan faktor yang sangat menentukan kemampuan suatu pabrik untuk menyediakan area tanah. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga terlalu tinggi maka perlu efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga tak menutup kemungkinan peralatan tertentu ditempatkan di atas peralatan yang lain atau lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar dapat menghemat tempat.

4. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari udara, *steam* dan listrik akan membantu mempermudah kerja dan peralatannya. Penempatan peralatan proses sedemikian rupa sehingga petugas dengan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi.

5. Area Pengolahan Limbah

Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, yaitu dengan memperhatikan masalah buangan limbah hasil produksinya. Batas maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan limbah sangat diperlukan, sehingga buangan limbah tersebut tidak berbahaya bagi komunitas yang ada di sekitarnya.

Secara umum, garis besar tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah:

a. Daerah administrasi/perkantoran

Daerah ini merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi dan kegiatan-kegiatan lainnya. Daerah ini ditempatkan di bagian depan pabrik agar kegiatan administrasi tidak mengganggu kegiatan dan keamanan pabrik serta harus terletak jauh dari areal proses yang berbahaya.



b. Daerah Fasilitas Umum

Daerah ini merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat parkir, tempat ibadah, kantin, dan pos keamanan.

c. Daerah Proses

Daerah ini merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung. Daerah proses ini terletak di bagian tengah pabrik yang lokasinya tidak mengganggu. Letak aliran proses direncanakan sedemikian rupa sehingga memudahkan pemindahan bahan baku dari tangki penyimpanan dan pengiriman produk ke daerah penyimpanan serta memudahkan pengawasan dan pemeliharaan terhadap alat-alat proses.

d. Daerah Laboratorium dan Ruang Kontrol

Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendali proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku, produk dan limbah proses, sedangkan daerah ruang kontrol merupakan pusat kontrol berjalannya proses yang diinginkan. Laboratorium dan ruang kontrol ini diletakkan dekat daerah proses apabila terjadi sesuatu masalah di daerah proses dapat cepat teratasi.

e. Daerah Pemeliharaan

Daerah pemeliharaan merupakan tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan atau perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses.

f. Daerah Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Daerah ini terdiri dari area tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang terletak di lingkungan terbuka dan berada di dalam daerah yang dapat terjangkau oleh angkutan pembawa bahan baku dan produk. Daerah ini ditempatkan di dekat areal proses supaya suplai bahan baku proses dan penyimpanan produk lebih mudah.



g. Daerah Utilitas

Daerah ini merupakan daerah tempat penyediaan air, steam, listrik, bahan bakar, dan udara tekan. Daerah ini ditempatkan dekat dengan daerah proses agar sistem pemipaan lebih ekonomi, tetapi mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan maka jarak antara areal utilitas dengan areal proses harus diatur.

h. Daerah Pengolahan Limbah

Daerah ini merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses produksi.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik adalah sebagai berikut:

Tabel 1.9 Luas Bangunan Pabrik

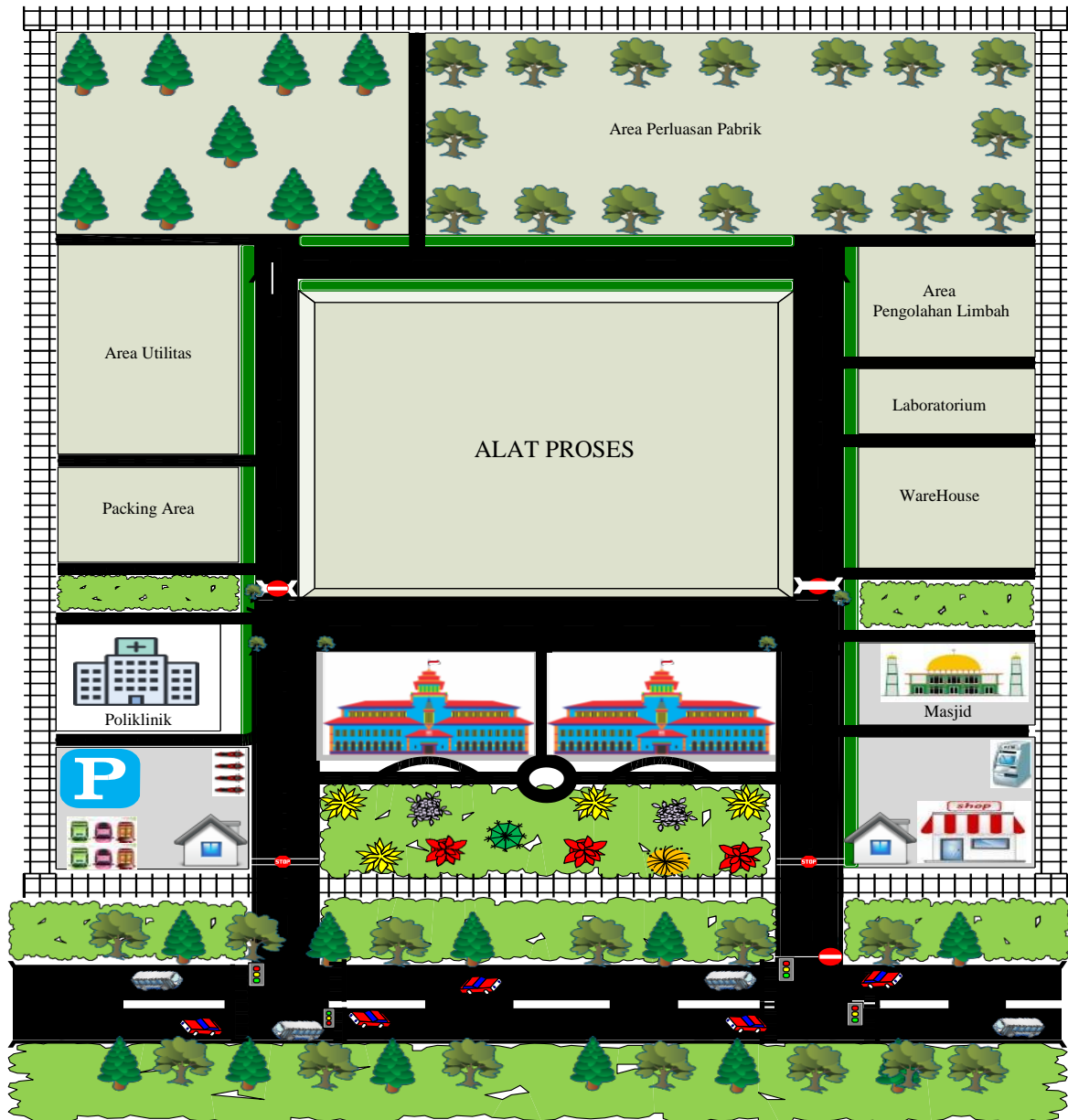
Dalam Ruangan

No	Jenis Bangunan	Luas (m ²)
1	Pos keamanan	25
2	Kantin	100
3	Bengkel dan gudang alat	400
4	Gudang bahan kimia	200
5	Masjid	200
6	Area proses	4.000
7	Ruang Kontrol	100
8	Poliklinik	200
9	Laboratorium	150
11	Kantor dan perpustakaan	1.500
12	MCK	50
Total		6.925

Luar Ruangan

No	Jenis Bangunan	Luas (m ²)
1	Fire station	100
2	Area perluasan pabrik	3.000
3	Area utilitas	1.000
4	Taman	400
5	Area parkir	800
6	Area UPL	700
Total		6.000

Dari perhitungan luas area diatas, direncanakan pengadaan tanah untuk pembangunan pabrik sekitar 17.000 m². Susunan area-area bagian pabrik dapat dilihat pada Gambar1.5 berikut



Gambar 1.5 Susunan Area-Area Bagian Pabrik

5.1. Tata Letak Alat Proses

Tata letak peralatan adalah tempat kedudukan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran produksi bisa terjamin dan karyawan akan mendapatkan kepuasan kerja sehingga semangat kerja bisa ditingkatkan demikian juga



produktivitas kerja. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar dan kelancaran serta keamanan produksi dapat terjamin. Elevasi pipa juga harus diperhatikan untuk pemipaan yang berada di permukaan tanah sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Aliran udara didalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya *stagnasi* (pemampatan) udara pada suatu tempat yang dapat membahayakan keselamatan kerja. Disamping itu juga diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

Faktor cahaya pada seluruh area pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

Perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh area proses dengan cepat dan mudah sehingga jika terjadi gangguan pada peralatan proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan seluruh pekerja harus diprioritaskan.

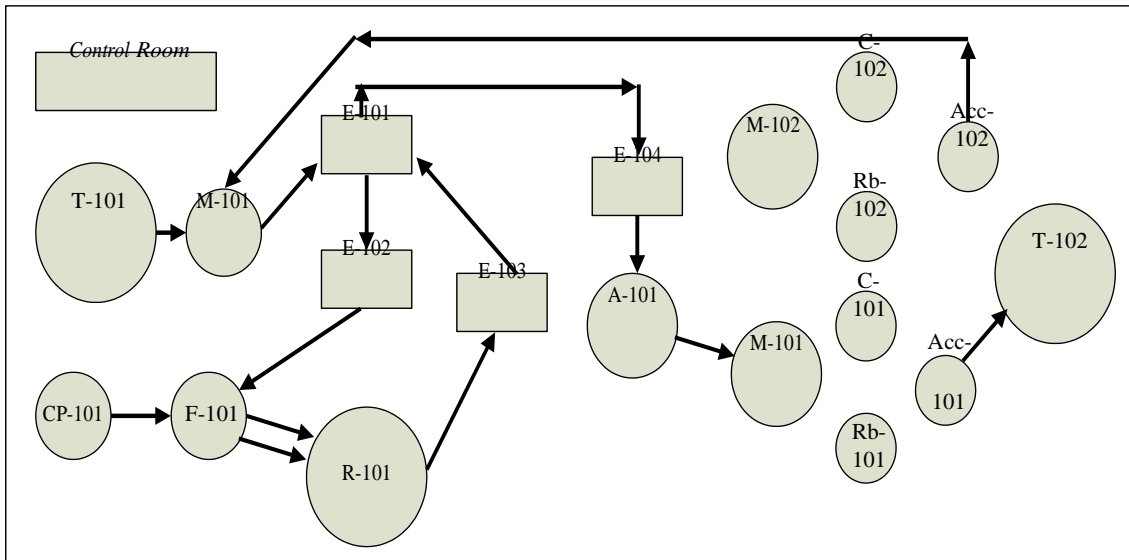
5. Biaya operasi

Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang memiliki tekanan dan suhu tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya sehingga jika terjadi ledakan atau kebakaran tidak membahayakan alat proses yang lain.

Berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut, berikut adalah gambar tata letak peralatan yang ditunjukkan pada Gambar 1.6 :



Gambar 1.6 Tata Letak Alat Proses Pabrik Asetaldehid