

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Memasuki era perdagangan bebas yang dituntut untuk mampu bersaing dengan negara-negara lain didalam berbagai bidang. Sebagai negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pembangunan dan pengembangan diberbagai bidang, salah satunya dalam bidang industri. Kemajuan dalam bidang perindustrian hendaknya diharapkan dapat menjadi bagian dari tolak ukur kesejahteraan rakyat. Dalam pelaksanaan pembangunan bidang perindustrian ini didukung dengan peningkatan hubungan antara sektor industri dengan sektor lainnya. Dengan banyaknya kebutuhan dari industri-industri kimia yang ada saat ini, maka kebutuhan akan bahan baku kimia tersebut juga otomatis akan meningkat. Bahan baku industri yang dibutuhkan berasal dari dalam dan luar negeri (impor). Salah satu bahan kimia yang masih diimpor adalah metilen klorida.

Metilen klorida adalah salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan dalam industri farmasi untuk pertanian, silikon, industri karet sintetis, sebagai bahan baku pembuatan metil selulosa, pembuatan tambahan bahan bakar juga digunakan sebagai bahan pada industri pembersih lantai dan berbagai industri lainnya (Kirk-Ortmer, 1979).

Pada proses industri, 30% Metilen klorida digunakan dalam industri pembuatan cat sebagai bahan aktif dalam pelarut cat maupun *varnish remover*, 20%. Metilen klorida digunakan sebagai salah satu bahan dalam pembuatan bahan *adhesives*, 10% sebagai komponen dalam pembuatan aerosol dan banyak proses lainnya (Kirk-Othmer, 1979).

Metilen klorida merupakan senyawa klorometana dapat diproduksi dengan klorinasi fase gas metil klorida ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) dan klorin ( $\text{Cl}_2$ ) pada suhu tinggi (Harvey & Pitsch, 2000). Adanya salah satu bahan baku utama produksi metilen klorida yaitu klorin di Indonesia akan menurunkan biaya transportasi sehingga biaya produksi senyawa klorometana seperti lebih ekonomis.

Metilen klorida merupakan cairan berat yang tidak berwarna dan berbau halus. Metilen Klorida bersifat mudah melarutkan zat serta memiliki nilai *solubility* yang tinggi sehingga sangat sesuai untuk digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi (Mcketta, 1979). Oleh karena sifatnya ini, Metilen Klorida menjadi bahan yang digunakan secara luas pada proses industri.

Pabrik metilen klorida dengan proses klorinasi juga layak dirancang karena termasuk minim dalam pencemaran lingkungan. Hal ini disebabkan dalam produksinya tidak ada bahan samping atau limbah yang secara langsung dihasilkan dan dibuang. Selain metilen klorida akan dihasilkan juga bahan kimia lainnya seperti asam klorida yang dapat dijual. Oleh karenanya dengan mencegah kebocoran selama proses dan menjaga suhu klorinasi yang aman, maka efek buruk terhadap lingkungan dan makhluk hidup sekitar dapat dicegah. Adapun kegunaan metilen klorida dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Kegunaan Metilen Klorida

No	Industri	Tahun		
		1970	1974	1989
1.	Silikon	38%	50%	74%
2.	<i>Tetramethyllead</i>	38%	30%	-
3.	<i>Buthyl Rubbber</i>	5%	5%	2%
4.	Pertanian	-	-	7%
5.	<i>Metyl Selulose</i>	-	-	6%
6.	Gua Ternary Amin	-	-	5%
7.	Lain-lain	19%	15%	24%

Sumber: (Kirk and Orthmer, 1989)

Indonesia sebagai negara berkembang, terlebih lagi memasuki era perdagangan bebas, dituntut untuk mampu bersaing dengan negara-negara lain dalam bidang industri dan sektor industri kimia memegang peranan penting untuk memajukan perindustrian di Indonesia. Perkembangan industri sangat berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam menghadapi pasar bebas. Inovasi proses produksi maupun pembangunan pabrik baru yang menghasilkan produk bernilai ekonomis lebih tinggi semisal metilen klorida sangat diperlukan untuk

menambah devisa negara. Di samping itu pendirian pabrik metilen klorida dapat mendorong pertumbuhan dan perkembangan industri-industri kimia lain dan akan menyerap sebagian tenaga kerja dalam negeri. Kebutuhan akan metilen klorida di Indonesia sendiri cukup besar sehingga saat ini dilakukan impor dari luar negeri (Amerika Serikat dan Negara-negara Eropa) untuk memenuhinya. Adanya pabrik metilen klorida ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan di Indonesia sendiri.

Selain itu akan membuka kesempatan bagi Indonesia menjadi negara pengekspor metilen klorida keluar negeri, dan dapat merangsang bertumbuhnya industri-industri yang memproduksi metilen klorida menjadi bahan lain sehingga dapat meningkatkan perekonomian Indonesia. Disamping itu dengan didirikannya pabrik ini akan membuat kesempatan terciptanya banyak lapangan kerja baru, dan dapat mendorong berdirinya pabrik-pabrik lainnya yang menggunakan metilen klorida sebagai bahan baku utama didalam prosesnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Kebutuhan akan metilen klorida di Indonesia sendiri cukup besar sehingga saat ini dilakukan impor dari luar negeri (amerika serikat dan negara-negara eropa) untuk memenuhinya. Metilen klorida adalah salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan dalam industri farmasi untuk pertanian, silikon, industri karet sintesis, sebagai bahan baku pembuatan metil selulosa, pembuatan tambahan bahan bakar (*Tetra Ethyl Lead*), dan juga digunakan sebagai bahan pada industri pembersih lantai dan berbagai industri lainnya. Sehingga akan membuka kesempatan bagi Indonesia menjadi negara pengekspor metilen klorida keluar negeri.

## **1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik**

Prarancangan pabrik metilen klorida ini bertujuan untuk menerapkan disiplin ilmu teknik kimia, khususnya pada mata kuliah perancangan pabrik kimia, neraca massa dan energi, operasi teknik kimia, teknik reaksi kimia dan ilmu-ilmu lainnya sehingga dapat memberikan gambaran kelayakan prarancangan pabrik metilen klorida.

#### 1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Manfaat dari prarancangan ini agar mahasiswa lebih memahami dan mampu merealisasikan ilmu yang didapat selama perkuliahan dalam bentuk prarancangan pabrik metilen klorida dengan kapasitas dan hasil produksi yang lebih baik. Selain alasan tersebut pendirian pabrik metilen klorida juga memiliki juga memiliki manfaat sebagai berikut:

- a. Memenuhi dan mengoptimalkan penggunaan metilen klorida.
- b. Menambah devisa negara.
- c. Adanya proses alih teknologi karena produk yang diperoleh dengan teknologi modern membuktikan bahwa sarjana-sarjana Indonesia mampu menyerap teknologi modern sehingga tidak bergantung kepada negara lain.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik kimia ini adalah hanya pada neraca massa, neraca energi, pembuatan *flowsheet* pada kondisi *steady state*, pemasangan alat kontrol, spesifikasi peralatan, unit utilitas dan analisa ekonomi.

#### 1.6 Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi pabrik metilen klorida ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain:

- a. Proyeksi kebutuhan metilen klorida di Indonesia

Prediksi kebutuhan metilen klorida di Indonesia selalu mengalami kenaikan yang sangat signifikan, kenaikan rata rata sebesar 14% per tahun. Hal ini berhubungan erat dengan perkembangan sektor industri, penggunaan metilen klorida baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu. Kapasitas perancangan ditetapkan sebesar 80.000 ton per tahun, dengan pertimbangan sebagian untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagian komoditi ekspor karena konsumsi dunia masih cukup besar dan selalu mengalami kenaikan.

b. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan adalah metil klorida, metilen klorida sebagai zat inert dan klorin. Gas klorin banyak diproduksi oleh pabrik pabrik di Indonesia antara lain PT. Asahimas Chemical, untuk bahan baku metil klorida diperoleh dengan cara impor dari negara negara tetangga antara lain yang terdekat adalah cina, jepang dan india.

c. Kapasitas minimal pabrik komersial yang pernah didirikan

Kapasitas komersial pabrik metilen klorida yang pernah dari data data tahun 1978 berkisar antara 13.600-90.700 ton/tahun. Kapasitas ideal pendirian pabrik metilen klorida yang sudah ada diluar negeri pada umumnya sekitar 50.000 ton/tahun (CIC No. 176 16 Juni 1995). Kebutuhan metilen klorida di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan membaiknya perekonomian nasional. Proyeksi peningkatan kebutuhan metilen klorida sebesar 15-20% pertahun. Kebutuhan metilen klorida di Indonesia sendiri sebanyak 76.141 ton/Tahun. Dari data data diatas ditetapkan kapasitas rancangan sebesar 80.000 ton/tahun, yang akan didirikan pada tahun 2025.

## 1.7 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi merupakan maksimal jumlah produk yang nantinya dapat dihasilkan dalam kurun waktu tertentu. Sejatinya pabrik yang akan didirikan memiliki kapasitas produksi yang optimal sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal dengan biaya yang minimal. Dari data ekspor dan impor metilen klorida dapat diambil sebagai gambaran penentuan kapasitas produksi dalam prarancangan pabrik metilen klorida ini.

Adapun data impor metilen klorida dalam negeri dapat dilihat dari Tabel 1.2.

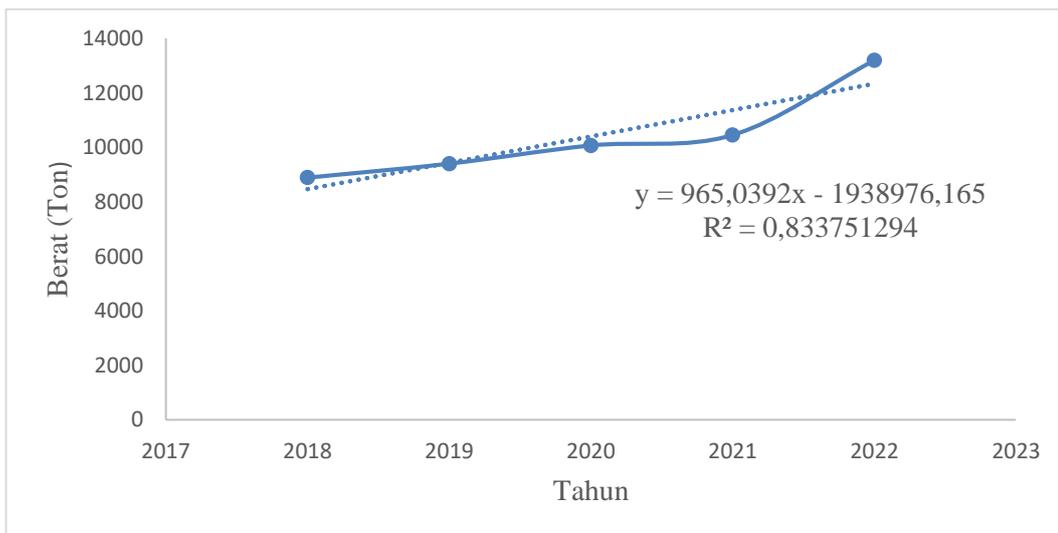
**Tabel 1.2** Data Impor Metilen Klorida Dalam Negeri

Tahun	Ton
2018	8.891,638
2019	9.404,019
2020	10.073,395

2021	10.454,395
2022	13.191,646
Total	52.015,093

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)

Adapun data impor metilen klorida dalam negeri dapat dilihat dari Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Grafik Data Impor Metilen Klorida Di Indonesia

Adapun data hasil ekstrapolasi impor metilen klorida dapat dilihat dari Tabel 1.3.

**Tabel 1.3** Hasil Ekstrapolasi

Tahun Ke	Tahun	Jumlah(ton)
6	2023	13,298,136
7	2024	14.263,175
8	2025	15.228,215
9	2026	16.193,254
10	2027	17.158,293

Adapun kebutuhan impor dari berbagai negara dapat dilihat pada Tabel 1.4.

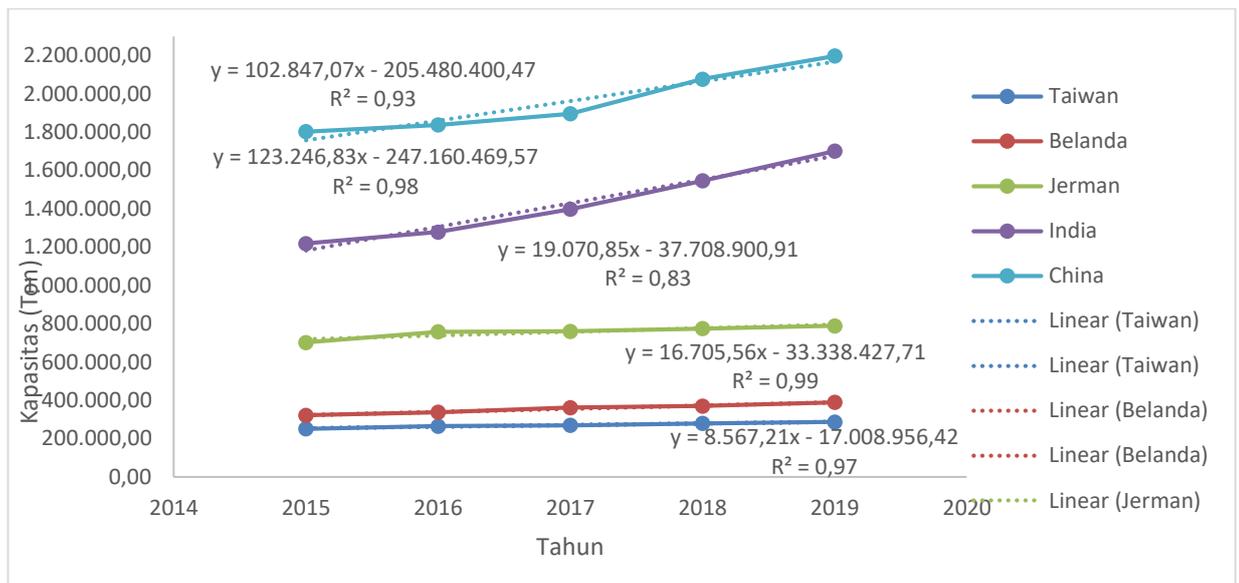
**Tabel 1.4** Kebutuhan Impor dari Berbagai Negara

Negara	Kebutuhan Impor Metilen Klorida (Ton/Tahun)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Taiwan	251.708.28	266.124,928	269,951,203	280.226,680	287.493,441
Belanda	322.490.511	338,240,546	362.213,729	370.792,129	389.742,542

Jerman	702.316,53	757.878,727	760.879,257	774,672,107	789.274,088
India	1.218,701,193	1.278.349,223	1.397,892,833	1.545,805,362	1.701.207,285
China	1.802.938,960	1.837.275,920	1.896.259,298	2.076.779,95	2.197.422,284

Sumber: (UN Data, 2022)

Adapun data ekstrapolasi kebutuhan impor metilen klorida dalam negeri dapat dilihat dari Gambar 1.2.



**Gambar 1.2** Grafik Data Ekstrapolasi Kebutuhan Impor Metilen Klorida

Adapun hasil ekstrapolasi kebutuhan impor dapat dilihat pada Tabel 1.5.

**Tabel 1.5** Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Impor

Tahun	Hasil Ekstrapolasi (Ton/Tahun)				
	Taiwan	Belanda	Jerman	India	China
2023	322.509,41	456.920,17	871.428,64	216.786,752	257.922,214
2024	331.076,62	473.625,73	890.499,49	229.111,435	268.206,921
2025	339.643,83	490.331,29	909.570,34	241.436,118	278.491,628
2026	348.211,04	507.036,85	928.641,19	253.760,801	288.776,335
2027	356.778,25	523.742,41	947.712,04	266.085,484	299.061,042

Berdasarkan Tabel 1.5 dapat dilihat bahwa pabrik ingin dibangun pada tahun 2025 dengan kapasitas 80.000 ton/tahun, karena kapasitas pabrik baru diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dari kapasitas produksi yaitu 13.192 ton/tahun pada tahun 2022 yang akan datang. Sehingga diperoleh kapasitas pabrik baru pada tahun 2025 adalah 80.000 ton/tahun. Kapasitas baru ini dapat

memenuhi kebutuhan dalam negeri dan diluar negeri. Sekitar 15.228 ton/tahun dijual didalam negeri sedang sisa produk dapat diekspor keluar negeri.

Adapun produsen metilen klorida dari berbagai negara dapat dilihat dari Tabel 1.6.

**Tabel 1.6** Nama Produsen Metilen Klorida di Berbagai Negara

<b>Nama Pabrik</b>	<b>Kapasitas Produksi (ton/tahun)</b>
LCP, Moundsville, W.Va	126.300
Occidental, Belle, W.Va	80.900
The Dow Chemical Company, Freeport Tex	50.000
The Dow Chemical Company, Plaquemine, La	154.500
Vulcan, Geismar, La	136.400
Vulcan, Wichita, Kans	159.100

Sumber: (Kirk Orthmer, 1979)

## **1.8 Uraian Proses**

Proses pembuatan metilen klorida menggunakan proses klorinasi metil klorida terdiri atas beberapa unit proses, yaitu:

### **1.8.1 Unit Persiapan Bahan Baku**

#### **a. Metil klorida**

Metil klorida yang disimpan dalam fase cair pada suhu 30°C dan tekanan 9 atm kemudian dialirkan ke heater untuk menaikkan suhu. Arus ini lalu diturunkan tekanannya menjadi 3 atm melalui valve. Fluida ini kemudian dipanaskan di dalam heater hingga suhunya menjadi 18,59°C. Selanjutnya, digunakan untuk mendinginkan hasil bawah menara distilasi masuk menara distilasi hingga suhunya menjadi 68,31°C di dalam heater. Terakhir, campuran ini dipanaskan hingga suhu 400°C sebagai umpan reaktor di dalam heater.

#### **b. Klorin**

Klorin cair pada suhu 30°C dan tekanan 9 atm dialirkan ke heater untuk menaikkan suhu. Kemudian dimasukkan ke vaporizer agar menguap sebagian. Arus ini lalu diturunkan tekanannya menjadi 3 atm melalui valve. Kemudian, uap klorin ini dipanaskan hingga suhu 300°C di dalam heater sebagai umpan reaktor.

### **1.8.2 Unit Reaksi Pembentukan Metilen Klorida**

Reaksi pembentukan metilen klorida dilakukan di dalam reaktor jenis *plug flow multi tube*. Gas klorin yang sudah aktif direaksikan dengan campuran gas metil klorida dan hasil atas menara distilasi dengan perbandingan dan kecepatan alir tertentu. Reaktor dengan waktu tinggal 0,63 detik dan suhu reaktor akan naik karena reaksi bersifat eksotermis, maka untuk menjaga suhu agar tidak melebihi 450°C dialirkan pendingin berupa cairan downtherm A dan menggunakan katalis alumina. Hasil reaksi berupa produk utama metilen klorida dan produk lainnya berupa hidrogen klorida, dan gas klorin. Suhu gas keluar reaktor dan pendingin tinggi, maka panas keduanya dimanfaatkan untuk pemanasan awal umpan sebelum masuk reaktor dan memanaskan arus yang lain.

### **1.8.3 Unit Pemurnian Metilen Klorida**

Gas keluar reaktor banyak membawa HCl. Untuk memisahkan HCl ini, gas diturunkan suhunya terlebih dahulu dengan memanfaatkannya sebagai pemanas arus yang lain.

Gas produk keluaran reaktor digunakan untuk pemanas pada reboiler hingga suhunya dari 441,5°C hingga menjadi 151,2°C. Kemudian campuran gas ini didinginkan di dalam cooler hingga suhu 128,8°C. Selanjutnya didinginkan di dalam cooler hingga suhunya menjadi 51,3°C.

Kolom distilasi ini bertujuan untuk memisahkan produk berupa metilen klorida dengan produk samping berupa hidrogen klorida dan klorin. Pada kolom destilasi keluaran atas berupa hidrogen klorida dan klorin. Hidrogen klorida diserap dengan air dari unit utilitas menjadi asam klorida 35% yang kemudian dikirim ke tangki penyimpanan. Sedangkan produk bawah berupa produk metilen klorida dan beberapa sisa hidrogen klorida untuk kemudian disimpan dalam tangki produk.

## **1.9 Lokasi Pabrik**

Lokasi pabrik merupakan salah satu yang paling penting. Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, misalnya kemudahan dalam pengoperasian pabrik dan perencanaan di masa depan, letak pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan pembantu, letak pabrik dengan pasar

penunjang, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial dan lain-lain.

Lokasi geografis dari suatu pabrik akan berpengaruh pada kegiatan pabrik baik proses produksi maupun distribusi produk yang semuanya itu akan berpengaruh pada perkembangan dan kelangsungan hidup dari pabrik. Banyak faktor yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam menentukan lokasi suatu pabrik. Lokasi pabrik pada umumnya ditetapkan atas dasar orientasi bahan baku dan orientasi pasar, karena hal ini bersifat ekonomis.

Berdasarkan pertimbangan diatas Lokasi pabrik didirikan di Kecamatan Cilegon, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Peta lokasi pabrik ditunjukkan pada Gambar 1.3.



**Gambar 1.3** Peta Lokasi Pabrik Metilen Klorida

Pemilihan lokasi pabrik berdasarkan pertimbangan-pertimbangan berikut ini:

**a. Sumber Bahan Baku**

Bahan baku klorin dapat diperoleh dari PT. Asahimas Chemical, Cilegon, Banten. Orientasi pemilihan ini ditekankan pada jarak lokasi sumber bahan baku dengan pabrik cukup dekat. Lokasi pabrik juga dekat dengan pelabuhan sehingga

dapat memudahkan dalam distribusi metil klorida yang didatangkan dari luar negeri yaitu china.

**b. Pemasaran Produk**

Daerah tersebut berdekatan dengan wilayah Jakarta, Depok, Bogor, Tangerang yang merupakan area industri yang potensial sebagai daerah pemasaran. Selain itu juga dekat dengan Pelabuhan Ciwandan yang memudahkan dalam pemasaran ke luar pulau Jawa maupun luar negeri.

**c. Sarana Transportasi**

Daerah tersebut dekat dengan pelabuhan dan akses jalan tol yang lebih memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk. Ini sangat menguntungkan karena bahan baku  $\text{CH}_3\text{Cl}$  didatangkan dari luar negeri.

**d. Tersedianya Sarana Pendukung**

Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia, sehingga penyediaan utilitas utamanya air untuk proses dan pendingin tidak mengalami kesulitan, karena dekat dengan laut dan apabila tidak mencukupi, di kawasan industri Cilegon terdapat pabrik penyedia air yaitu PT. Krakatau Tirta Indonesia.

**e. Tenaga Kerja**

Tenaga kerja untuk pabrik dapat direkrut dari daerah Cilegon dan sekitarnya, di mana kepadatan penduduknya tinggi sehingga merupakan sumber tenaga kerja yang potensial.

**f. Kemasyarakatan**

Keadaan sosial kemasyarakatan sudah terbiasa dengan lingkungan industri sehingga pendirian pabrik baru dapat dengan mudah diterima dan dapat beradaptasi dengan mudah dan cepat.

**g. Utilitas**

Utilitas dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Tenaga listrik tersebut didapat dari PLTU di kawasan industri Cilegon terdapat pabrik penyedia listrik yaitu PT. Krakatau Tirta Indonesia dan tenaga listrik sendiri. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah

menggunakan generator diesel yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina. Lokasi pabrik dekat dengan sungai, maka keperluan air (air proses, air pendingin/penghasil steam, perumahan dan lain-lain) dapat diperoleh dengan mudah.