

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Asam adipat yang juga dikenal sebagai asam heksanoat atau asam-1,4-butandikarboksilat merupakan salah satu jenis senyawa kimia dengan bentuk padatan kristal monoklinik berwarna putih dengan titik leleh 152 °C. Senyawa ini termasuk ke dalam jenis asam dikarboksilat yang memiliki berat molekul 146,14 g/mol dan rumus molekul C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>. Asam adipat paling banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan nilon-6,6. Selain itu asam adipat juga digunakan sebagai bahan pembuatan resin. Proses pembuatan asam adipat yang paling banyak digunakan adalah dengan proses oksidasi sikloheksanol.

Di Sampai saat ini di Indonesia masih belum ada pabrik asam adipat. Negara pengimpor asam adipat terbesar adalah Amerika, Prancis, Jerman, dan Inggris [1]. Asam adipat di Indonesia kebanyakan digunakan oleh industri plastik dan tekstil.

Menurut data Badan Pusat Statistik Indonesia masih mengimpor kebutuhan asam adipat, sehingga industri asam adipat cukup menguntungkan jika didirikan dan akan memiliki manfaat yang luas. Dengan mendirikan pabrik asam adipat di Indonesia maka akan mengurangi angka impor untuk memenuhi kebutuhan asam adipat yang akan makin meluas dengan majunya teknologi dari negara-negara yang memproduksi asam adipat dan juga memperbanyak lapangan pekerjaan untuk sumber daya manusia khususnya di Indonesia.

### **1.2. Sejarah Perkembangan Industri**

Asam adipat pertama kali ditemukan oleh W.H. Charoters oleh perusahaan Du Pont pada awal tahun 1930-an. Proses pembuatan asam adipat sejak menjadi kepentingan komersial, telah dipublikasikan sejak tahun 1940-an. Produksi asam adipat secara historis kebanyakan menggunakan bahan baku sikloheksana dengan tingkat yang lebih rendah dan disusul dengan fenol [1].

Langkah kedua dari proses konvensional, yang telah dikembangkan oleh Du Pont pada akhir 1940-an, melibatkan oksidasi sikloheksanol, sikloheksanon, atau campuran keduanya dengan asam nitrat. Sikloheksanol dioksidasi menjadi sikloheksanon, disertai

dengan pembentukan asam nitrat. Sikloheksanon kemudian bereaksi dengan salah satu jalur dari ketiga jalur yang mungkin mengarah pada pembentukan asam adipat [2].

Pada tahun 1970 sampai 1980-an banyak penelitian dilakukan untuk mencari bahan baku alternatif seperti butadiena. Namun semua proses industri saat ini menggunakan bahan baku asam nitrat pada proses oksidasi. Saat ini, tidak mengherankan jika banyak variasi yang dilakukan pada proses pembuatan asam adipat karena asam adipat telah diproduksi dalam jumlah komersial selama lebih dari 50 tahun. Seiring dengan perkembangan teknologi, pada tahun 1999 permintaan asam adipat semakin meningkat di pasaran hingga menyentuh angka 2 milyar metrik ton pertahun [1].

### 1.3. Kegunaan Asam Adipat [1]

Asam adipat digunakan dalam beberapa industri, seperti industri kimia dan industri makanan. Berikut merupakan kegunaan asam adipat:

- Digunakan sebagai bahan baku nilon 6,6
- Sebagai bahan baku pembuatan resin, elastomer, perekat, *coatings*, serat spandex, dan *plasticizer* PVC
- Dalam industri makanan digunakan sebagai *acidulant* pada selai, jeli dan gelatin
- Digunakan sebagai bahan baku produksi *lubricant*
- Digunakan sebagai penyangga dalam operasi *scrubbing* desulfurisasi gas buang pembangkit listrik
- Kadang-kadang digunakan sebagai bahan pelunakan kulit

## 1.4. Sifat-Sifat Fisika, Kimia, dan Termodinamika Bahan Baku dan Produk.

### 1.4.1. Spesifikasi Bahan Baku

#### A. Sikloheksanol [1]

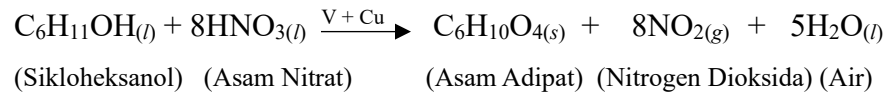
Sifat-sifat fisika :

- Rumus molekul :  $C_6H_{11}OH$
- Massa molekul : 100,159
- Fase : cair
- Densitas : 0,9493 g/L (pada 20 °C)
- Warna : tidak berwarna
- Titik didih : 161,1 °C
- Titik lebur : 25,15 °C
- Viskositas : 4,6 cP (pada 25 °C)

- Tekanan kritis : 0,15 kPa (pada 25 °C)
- Temperatur kritis : 243,1 °C

Sifat-sifat kimia :

- Reaksi oksidasi sikloheksanol membentuk asam adipat



Sifat-sifat termodinamika :

- Panas spesifik : 1,75 J/g (pada 15 – 18 °C)

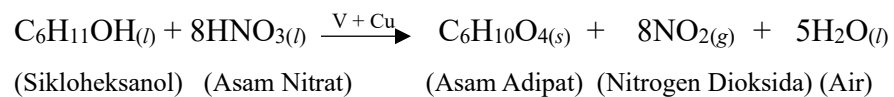
### B. Asam nitrat [3]

Sifat- sifat fisika :

- Rumus molekul : HNO<sub>3</sub>
- Massa molekul : 63,01
- Fase : cair
- Densitas : 1,3667 g/L (pada 20 °C)
- Kemurnian : 60%
- Warna : tidak berwarna
- Titik didih : 83,4 °C
- Titik lebur : -41,6 °C
- Viskositas : 2,0 cP

Sifat-sifat kimia :

- Larut dalam air
- Asam nitrat encer dapat digunakan untuk mengoksidasi hidrokarbon alifatik



Sifat-sifat termodinamika:

- Panas spesifik : 0,640 cal/(g·°C) (pada 20 °C)
- Entropi : 155,60 J/(mol·K) (pada 25 °C)

### 1.4.2. Bahan Baku Pembantu

#### A. Vanadium [1]

Sifat- sifat fisika :

- Rumus molekul : V
- Massa molekul : 50,942 g/mol

- Fase : padatan
- Densitas : 6,11 g/cm<sup>3</sup>
- Warna : abu-abu
- Titik didih : 3380 °C
- Titik lebur : 1890 ± 10 °C

Sifat-sifat kimia :

- Oksidasi pada suhu tinggi
- Tahan korosi
- Relatif bercampur dengan oksigen, nitrogen, dan hidrogen pada suhu ruang

Sifat-sifat termodinamika:

- Panas spesifik : 0,50 J/g (pada 20 – 100 °C)
- Entropi : 29,5 kJ/(mol·°C) (pada 25 °C)

## B. Tembaga [1]

Sifat- sifat fisika :

- Rumus molekul : Cu
- Massa molekul : 63,546
- Fase : padatan
- Densitas : 8,95285 g/cm<sup>3</sup> (pada 20 °C)
- Warna : kemerahan
- Titik didih : 2595 °C
- Titik lebur : 1084,88 °C
- Viskositas : 3,36 cP (pada 1085 °C)

Sifat-sifat kimia :

- Cu(I) dapat memecah menjadi Cu(II) dan logam tembaga dalam larutan *aqueous*

### 1.4.3. Produk Utama

#### A. Asam Adipat [1]

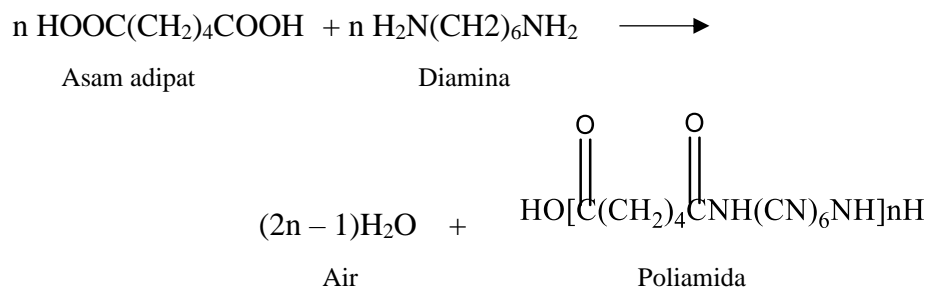
Sifat-sifat fisika :

- Rumus molekul : C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>
- Massa molekul : 146,14
- Fase : padatan
- Densitas : 0,9493 g/L (pada 20 °C)

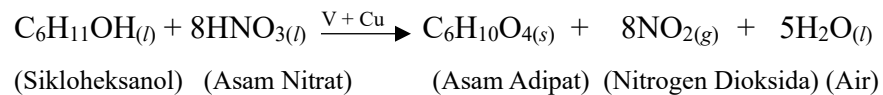
- Warna : tidak berwarna
- Titik leleh :  $152,1 \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $337,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Kelarutan :  $3,88 \text{ g} / 100 \text{ g H}_2\text{O}$  (pada  $35 \text{ } ^\circ\text{C}$ )  
 $192 \text{ g} / 100 \text{ g H}_2\text{O}$  (pada  $91 \text{ } ^\circ\text{C}$ )
- Viskositas :  $5,4 \text{ cP}$  (pada  $143 \text{ } ^\circ\text{C}$ )
- Tekanan kritis :  $0,15 \text{ kPa}$  (pada  $25 \text{ } ^\circ\text{C}$ )
- Temperatur kritis :  $243,1 \text{ } ^\circ\text{C}$

Sifat-sifat kimia :

- Bereaksi dengan diamina membentuk poliamida



- Reaksi pembentukan asam adipat dengan proses oksidasi asam nitrat dan sikloheksanol dengan menggunakan katalis vanadium dan tembaga



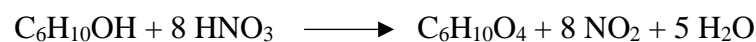
Sifat-sifat Termodinamika:

- Panas spesifik :  $1,590 \text{ kJ}/(\text{kg})(\text{K})$

## 1.5. Analisa Pasar

### 1.5.1. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk asam adipat untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah terpenuhi maka dapat dipasarkan ke luar negeri. Maka untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.



Yield: 95%

Tabel 1.1. Daftar Harga Bahan dan Produk [4]

No.	Bahan	Berat molekul	Harga (\$/kg)
1.	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{OH}$	100,159	10

2.	HNO <sub>3</sub>	63,01	2,20
3.	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	146,14	25

Sumber: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)

Tabel 1.2. Analisa Kebutuhan dan Hasil Reaksi pada Asam Adipat

Reaksi	Komponen				
	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> OH	HNO <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
1	-1	-8	+0,95	+8	+5
Total	-1	-8	+0,95	+8	+5

*Economic potential* = Produk – Reaktan

$$= (0,95 \times 25 \times 146,14) - (1 \times 10 \times 100,159) - (8 \times 2,20 \times 63,01)$$

$$= \$ 1360,259 / \text{kg mol C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$$

Kurs dollar per tanggal 9 Februari 2023, Bank Indonesia = Rp. 15,139,-

Berdasarkan hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Asam adipat memperoleh keuntungan dan dapat didirikan pada tahun 2027.

### 1.5.2. Perhitungan Kapasitas Produksi

Perkiraan kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu industri agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi permintaan pasar dalam negeri maupun luar negeri. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Tabel 1.3. Data Impor Asam Adipat di Indonesia [5]

No.	Tahun	Jumlah (kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2018	32.064.816	32.064,816	-
2	2019	33.549.467	33.549,467	4,425259573
3	2020	34.252.885	34.252,885	2,0536022
4	2021	35.063.799	35.063,799	2,312681521
5	2022	35.884.229	35.884,229	2,286324725
<b>Rata – rata pertumbuhan per tahun (%)</b>				<b>2,769467005</b>

Sumber: Badan Pusat Statistika Indonesia, 2023

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2027. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2018-2022, sehingga perkiraan penggunaan asam adipat pada tahun 2027 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Neraca peluang kapasitas[5]

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots \dots \dots (1.1.)$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \dots \dots \dots (1.2.)$$

Dimana:

$m_1$  = nilai impor tahun 2027 = 0

$m_2$  = produksi pabrik dalam negeri = 0

$m_3$  = kapasitas pabrik yang akan didirikan, (ton/tahun)

$m_4$  = nilai ekspor tahun 2027, (ton)

$m_5$  = nilai konsumsi dalam negeri tahun 2027, (ton)

Perkiraan nilai konsumsi dalam negeri tahun 2027

$$m_5 = P (1 + i)^n \dots \dots \dots (1.3.)$$

Dimana:

$m_5$  = nilai konsumsi pada tahun 2027

$P$  = jumlah impor pada tahun 2022

$i$  = rata-rata kenaikan impor tiap tahun

$n$  = jangka waktu pabrik berdiri (2022-2027) = 5 tahun

$$m_5 = P (1 + i)^n$$

$$m_5 = 35.884,229 (1 + 0,0276)^5$$

$$m_5 = 41.117,253$$

Perkiraan nilai ekspor pada tahun 2027 diperkirakan adalah 40-60% dari kapasitas pabrik baru, maka:

$$m_4 = 0,40 m_3$$

Sehingga kapasitas pabrik baru ( $m_3$ )

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (0,40m_3 + 41.117,253) - (0 + 0)$$

$$0,60m_3 = 41.117,253$$

$$m_3 = 68.528,755$$

$$m_3 = 70.000 \text{ ton/tahun}$$

Dengan perhitungan diatas, peluang kapasitas pabrik asam adipat tahun 2027 adalah 68528,755 ton/tahun, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2027 adalah sebesar 70.000 ton/tahun.

## 1.6. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri pada saat sekarang dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik.

Sedangkan untuk tata letak pabrik dan tata letak peralatan proses merupakan faktor penting dalam kelancaran operasional pabrik, oleh karena itu lokasi tata letak pabrik dan tata letak peralatan pabrik merupakan dua faktor yang tidak terpisahkan untuk menjadi sangat ekonomis dan menguntungkan. Hal ini akan menentukan lancar atau tidaknya operasi pabrik yang bersangkutan.

Beberapa faktor yang dianggap penting dalam penentuan lokasi:

### 1. Faktor Utama

#### A. Penyediaan Bahan Baku

Tersedianya dan harga bahan baku sering menentukan lokasi suatu pabrik. Ditinjau dari segi ini maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku yaitu meliputi:

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya
- Kualitas bahan baku yang ada apakah sesuai dengan syarat kualitasn yang diinginkan
- Cara mendapatkan dan pengangkutan bahan baku tersebut

#### B. Pemasaran

Merupakan salah satu faktor yang penting dalam suatu pabrik atau industri kimia karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Dimana produk akan dipasarkan
- Kebutuhan akan produk pada saat sekarang dan akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak pemasaran dari lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan untuk sampai ke daerah pemasaran.



### C. Persediaan air

Air merupakan kebutuhan penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu :

- Air sungai (sumber)
- Air laut
- Air kawasan

Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air laut akan lebih ekonomis. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air yaitu :

- Kemampuan sumber air untuk melayani pabrik
- Kualitas air yang disediakan
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air

### D. Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan penting terutama sebagai motor penggerak selain penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Ada tidaknya serta jumlah tenaga listrik yang tersedia di daerah itu
- Harga tenaga listrik dan bahan bakar di masa yang akan datang
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar

### E. Iklim dan alam sekitarnya

Hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Keadaan alam yang menyulitkan akan mempengaruhi spesifikasi peralatan dan konstruksi peralatan
- Keadaan angin (kecepatan dan arah) pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut
- Gempa bumi yang pernah terjadi
- Kemungkinan untuk perluasan di masa yang akan datang

## 2. Faktor Khusus

### A. Transportasi

Masalah transportasi perlu dipertimbangkan agar kelancaran pengadaan (*supply*) bahan baku dan penyaluran produk akan lebih terjadi dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang

ada seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui kendaraan bermotor
- Sungai dan laut yang dapat dilayari kapal pengangkut
- Adanya pelabuhan laut

#### B. Tenaga kerja

Hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut

#### C. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah industri
- Ketentuan-ketentuan mengenai jalan umum yang ada
- Ketentuan-ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut

#### D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Kondisi daerah yang merupakan lokasi persawahan atau perbukitan atau lainnya
- Susunan tanah, daya dukung tahap pondasi bangunan pabrik, kondisi jalan serta pengaruh air
- Kondisi jalan, serta pengaruh air
- Penyediaan fasilitas tanah untuk perluasan atau pembangunan unit baru
- Harga tanah dan fasilitas lainnya

#### E. Masalah lingkungan (komunitas)

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Adat istiadat atau kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik dan tempat ibadah
- Apakah merupakan perkotaan atau pedesaan

#### F. Pembuangan limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan atau pencemaran lingkungan yang disebabkan buangan pabrik yang berupa gas, cair atau padat dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor diatas maka pabrik asam adipat di Indonesia

direncanakan berlokasi di daerah kawasan industri Karawang *International Industrial City* (KIIC), Kec. Telukjambe, kota Karawang, Jawa Barat dengan luas lahan sebesar 1.347 ha. Alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut adalah:

#### 1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan asam adipat adalah sikloheksanol dan asam nitrat dengan katalis vanadium dan tembaga. Kebutuhan sikloheksanol didatangkan dari *Shandong Baovi Energy co., LTD.*, China dan asam nitrat didatangkan dari PT Multi Nitrotama Kimia yang berada di Kabupaten Karawang dengan dengan kapasitas produksinya 55.000 ton/tahun. Untuk katalis yang digunakan adalah vanadium dan tembaga dapat diperoleh dari *Luoyang Advanced Material co., LTD*, China. Sebagai kawasan industri yang baik kawasan industri Karawang *International Industrial City* memiliki sarana transportasi yang memadai, baik melalui darat (jalur kereta api, dan jalan tol ke berbagai daerah lain), laut (Pelabuhan Tanjung Priok), bandara (Bandara Soekarno-Hatta), dan pusat pemerintahan Provinsi Jawa Barat.

#### 2. Kebutuhan pasar

Salah satu industri yang membutuhkan asam adipat sebagai bahan baku ialah industri tekstil khususnya pabrik nilon. Di Indonesia sendiri terdapat dua pabrik nilon yang masih beroperasi hingga sekarang yaitu PT Indo Kordsa TBK yang terletak di Bogor dan PT Polychem Indonesia yang terletak di Karawang. Oleh sebab itu, pabrik asam adipat sangat memadai jika didirikan di daerah Karawang *International Industrial City* (KIIC) karena akan memudahkan pemasaran produk asam adipat.

#### 3. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalur laut, udara maupun darat. Karawang *International Industrial City* (KIIC) merupakan daerah yang dekat dan mudah dijangkau dari pelabuhan, jalan tol dan kawasan industri lain sehingga memudahkan pemasaran produk.

#### 4. Kebutuhan air

Air yang digunakan diperoleh dari WTP yang telah diolah sebelumnya dengan menggunakan unit utilitas untuk selanjutnya digunakan dalam keperluan proses dan kebutuhan lainnya (kantor, laboratorium, kantin dan tempat ibadah serta poliklinik).

## 5. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

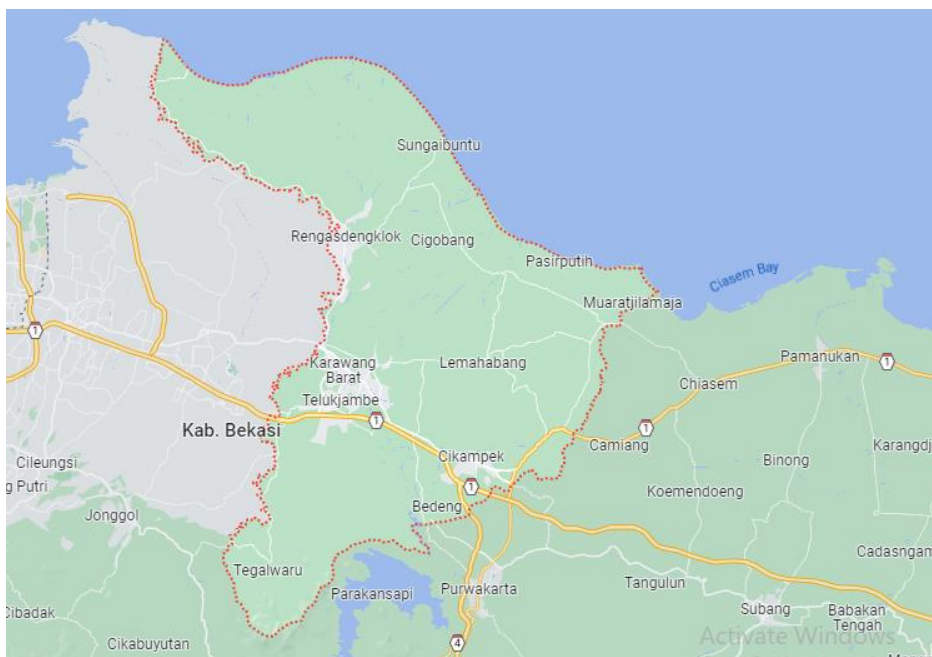
Pembangkit listrik utama untuk pabrik diperoleh dari PLN dan generator solar yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina.

## 6. Tenaga Kerja

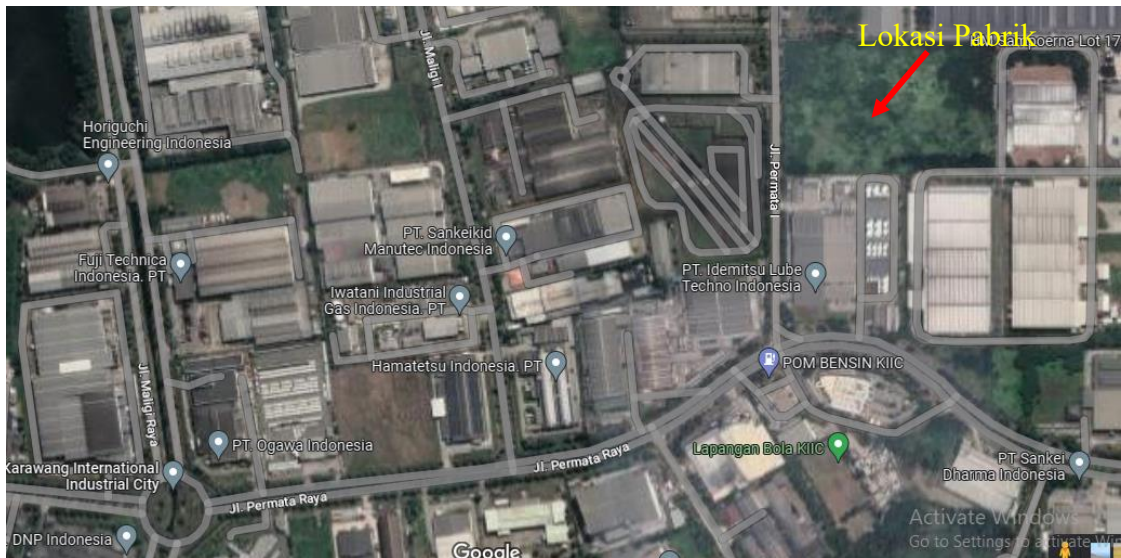
Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang produktif dari berbagai tingkatan baik yang terdidik maupun yang belum terdidik.



Gambar 1.1. Peta Provinsi Jawa Barat



Gambar 1.2. Peta Kabupaten Karawang



Gambar 1.3. Lokasi Pabrik