

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan industri di Indonesia semakin meningkat dan menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, hal ini menunjukkan pembangunan disegala bidang semakin harus lebih diperhatikan. Salah satunya peningkatan jumlah pembangunan pabrik-pabrik yang memproduksi bahan kimia, baik yang menghasilkan suatu produk jadi maupun produk antara (*intermediet*) untuk diolah kembali.

Penyebab dari peningkatan produksi di industri kimia dikarenakan peningkatan permintaan di pasar Indonesia dan seluruh dunia. Pembangunan industri kimia sangat penting karena menjadi salah satu pendorong bagi sektor perekonomian Indonesia dan dapat menghasilkan pendapatan bagi negara. Pembangunan pada industri kimia di Indonesia dapat mengurangi pengeluaran devisa impor bahan kimia dari negara lain.

Salah satu produk dari pabrik kimia yang memiliki kegunaan yang penting dan peluang yang bagus adalah nitrometana. Nitrometana merupakan sebuah senyawa organik dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{NO}_2$ . Pada umumnya dikonsumsi sebagai pembuatan pestisida, serat, obat-obatan, *coating* dan peledak. Nitrometana juga dapat digunakan sebagai bahan adiktif dalam bahan bakar. Di Indonesia sendiri kebutuhan nitrometana diperkirakan akan terus meningkat sesuai dengan banyaknya jumlah konsumsi industri. Pendirian pabrik nitrometana didalam negeri memiliki beberapa keuntungan, yaitu :

1. Dapat memenuhi kebutuhan nitrometana dalam negeri dan mengurangi impor dari luar negeri.
2. Bahan baku dapat diperoleh di Indonesia
3. Membuka lapangan pekerjaan sehingga angka pengangguran dapat menurun
4. Memicu dan mendukung perkembangan industri kimia dengan bahan baku nitrometana di dalam negeri.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada umumnya nitrometana sangat penting dalam pembuatan bahan bakar, bahan peledak, industri farmasi, serat, dan pelapis. Indonesia merupakan salah satu negara yang membutuhkan nitrometana. Pemenuhan terhadap kebutuhan nitrometana tersebut dilakukan dengan cara mengimpor dan penggunaannya cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Tentu hal ini menimbulkan masalah tersendiri karena akan memerlukan biaya impor dan harga belinya yang lebih mahal dibanding jika nitrometana tersebut di produksi sendiri di Indonesia.

## **1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik**

Adapun tujuan prarancangan pabrik nitrometana dari asam nitrat dan metana adalah:

1. Untuk memenuhi syarat sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh Ijazah Sarjana (S-1) Teknik Kimia Universitas Malikussaleh.
2. Menerapkan disiplin ilmu teknik kimia, khususnya pada mata kuliah Operasi Teknik Kimia, Instrumentasi Proses, Perancangan Alat Proses, dan Perancangan Proses Pabrik Kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pabrik pembuatan nitrometana.
3. Untuk memenuhi kebutuhan nitrometana dalam negeri yang selama ini masih diimpor dari negara lain dan selanjutnya dikembangkan untuk bertujuan ekspor.
4. Memberi lapangan pekerjaan dan memicu peningkatan produktivitas rakyat yang pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

## **1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik**

Manfaat yang mungkin dicapai adalah terbukanya lapangan kerja dan memacu rakyat untuk meningkatkan produksi dalam negeri dan akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Disamping itu juga untuk memanfaatkan sumber daya alam dan memberikan nilai ekonomis pada bahan baku asam nitrat dan metana agar menjadi produk yang bermanfaat.

## 1.5 Batasan Masalah

Penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik nitrometana ini, membatasi bahan baku utama yaitu dari asam nitrat dan metana dengan kapasitas 45.000 Ton/Tahun. Pada pembuatan flowsheet ini juga dibatasi menggunakan Aspen HYSYS.

## 1.6 Penentuan Kapasitas Produk

Pengertian kapasitas pabrik adalah hasil produksi maksimum yang dapat diproduksi atau dihasilkan dalam satuan waktu tertentu (Kusuma, 2009). Dalam penentuan kapasitas pabrik nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) ada beberapa pertimbangan sebagai berikut:

### 1.6.1 Kebutuhan Nitrometana di Indonesia

Produksi nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) di Indonesia belum mencukupi kebutuhan dalam negeri sehingga masih membutuhkan impor dari luar negeri. Data import nitrometana tidak ditemukan secara spesifik pada laman online Badan Pusat Statistik (BPS). Sehingga nitrometana dikelompokkan dalam kelompok “senyawa turunan yang hanya mengandung gugus nitro atau nitroso selain TNT (Trinitrotoluene)”. Data tersebut digunakan sebagai data nilai import nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) di Indonesia dari tahun 2017-2023. Dapat dilihat pada Tabel 1.1

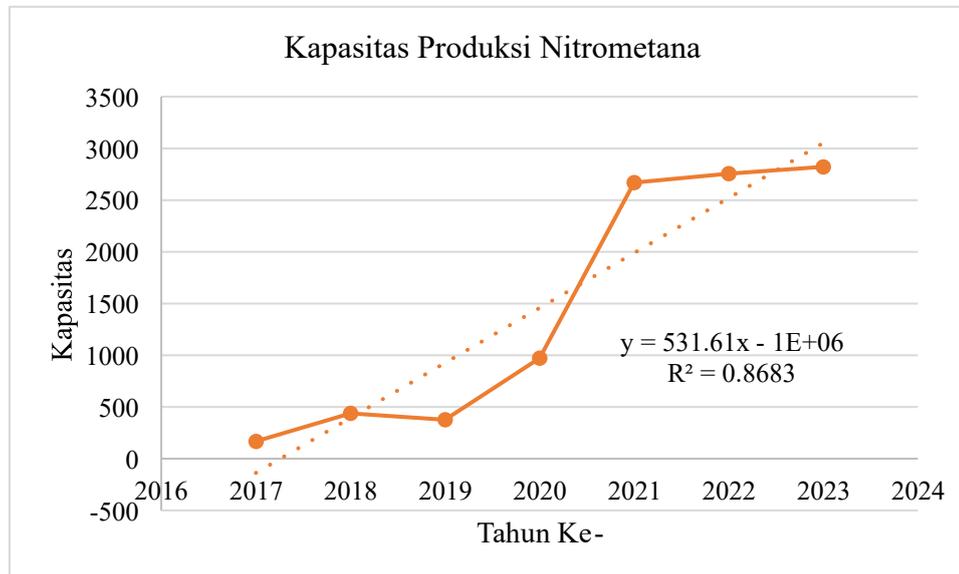
**Tabel 1.1** Kebutuhan Impor Nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) di Indonesia

No	Tahun	Impor (Ton/Tahun)
1	2017	120,322
2	2018	189,447
3	2019	277,430
4	2020	774,715
5	2021	1.632,392
6	2022	1.800,168
7	2023	2.474,152

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)

Untuk menghitung kapasitas dapat dilakukan dengan cara ekstrapolasi dari data Tabel 1.1 dimana x merupakan tahun ke- berapa pabrik akan didirikan dan y

merupakan nilai impor nitrometana. Dari data yang ada didapatkan hasil plot antara tahun dan impor yang merupakan sebuah grafik. Dapat dilihat pada Gambar 1.1



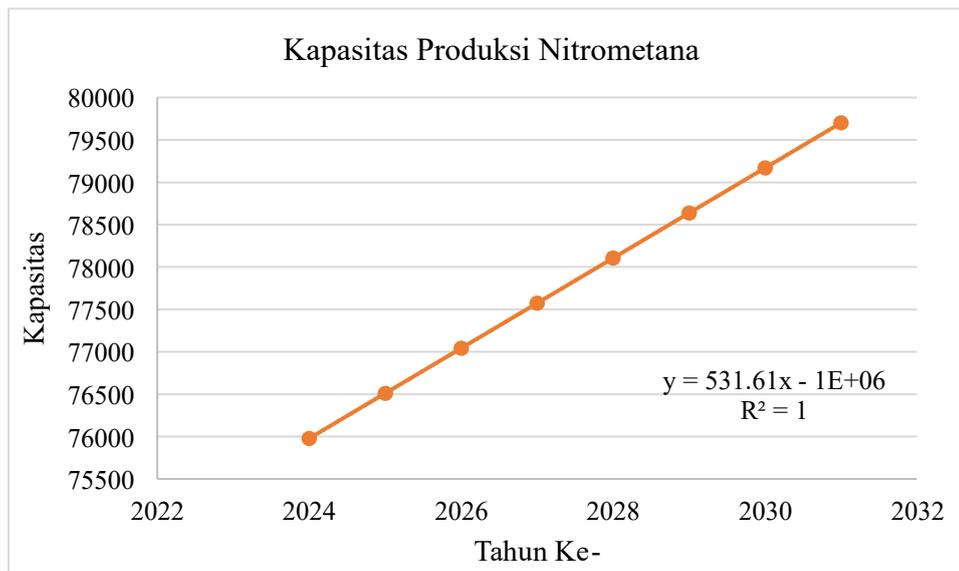
**Gambar 1.1** Grafik Hubungan Antara Tahun Pendirian Pabrik dan Impor  
(Sumber: Badan Pusat Statistik 2023)

Dari Gambar 1.1 menunjukkan grafik hubungan antara tahun pendirian pabrik dan impor pada tahun ke-n menunjukkan nilai  $y = 531.61x - 1E+06$  yang mana dari persamaan ini jika adanya pembangunan pabrik pada tahun 2030 membutuhkan kapasitas. Penentuan kapasitas pabrik Nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) diperhitungkan pada persamaan tersebut. Bagaimana diperlihatkan pada Tabel 1.2

**Tabel 1.2** Hasil Ekstrapolasi data Impor Nitrometana di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan (Ton)
1	2024	75978.64
2	2025	76510.25
3	2026	77041.86
4	2027	77573.47
5	2028	78105.08

Data ekstrapolasi tersebut telah diperoleh untuk kapasitas industri yang menghasilkan nitrometana. Sehingga dapat diprediksi hingga tahun 2030. Jika dilihat dari data ekstrapolasi kebutuhan nitrometana ada peningkatan dari tahun ke tahun.



**Gambar 1.2** Grafik Hasil Ekstrapolasi Hubungan Antara Tahun Pendirian Pabrik dan Impor

Pabrik nitrometana diprediksikan akan didirikan pada tahun 2030 ( $x=2030$ ) sehingga prediksi nilai kebutuhan nitrometana ( $y$ ) pada tahun tersebut sebanyak 79.699,81 ton  $\approx$  80.000 ton. Kapasitas perancangan suatu pabrik setidaknya sama dengan kapasitas minimal pabrik yang telah berdiri dengan baik dan menguntungkan. Salah satu pabrik yang telah berdiri adalah pabrik nitroparaffin di Amerika Serikat (dengan kapasitas 15.000 ton/tahun pada tahun 1962) dan Eropa. Pada pendirian pabrik nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) akan berjalan dengan baik dan menguntungkan pada rentang kapasitas 10.000 – 100.000 ton/tahun. Maka ditemukan kapasitas pabrik yang ingin didirikan berkapasitas:

$$y = \text{Kapasitas rentang pabrik yang telah berdiri} - \text{kebutuhan impor pada tahun 2028}$$

$$y = 10.000 - 80.000 \quad y = 70.000 \text{ ton}$$

berdasarkan data diatas maka kapasitas prarancangan pabrik nitrometana diambil angka 63% dari kebutuhan impor pada tahun 2030 yaitu sebesar 44.100 ton  $\approx$  45.000 Ton/Tahun.

### 1.6.2 Ketersediaan Bahan Baku

Dalam menentukan kapasitas pabrik nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) ketersediaan bahan baku menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan karena dalam pendirian pabrik membutuhkan *supply* bahan baku secara konstan. Bahan baku yang

diperoleh sebisa mungkin didapatkan dari produksi dalam negeri. Apabila produksi dalam negeri tidak dapat memenuhi kebutuhan, impor dapat dilakukan dengan mempertimbangkan dampak ekonomisnya.

Bahan baku yang dibutuhkan untuk pembuatan nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) adalah asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan metana ( $\text{CH}_4$ ). Asam Nitrat dapat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek. Sedangkan bahan baku metana diperoleh dengan membeli gas alam dari PT. Perusahaan Negara, Banten. Ketersediaan bahan baku didalam negeri sudah memenuhi kebutuhan untuk pendirian pabrik Nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ )

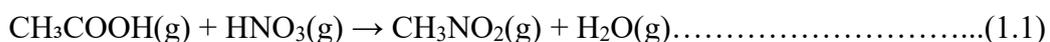
## 1.7 Pemilihan Proses

Dalam pembuatan nitrometana ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ ) ada beberapa kemungkinan proses pembuatan nitrometana yaitu:

1. Proses dengan bahan baku metana
2. Proses dengan bahan baku asam asetat

### 1.7.1 Proses dengan bahan baku Asam Asetat

Adapun proses pembuatan nitrometana dibuat dengan mereaksikan asam asetat dengan asam nitrat dengan perbandingan molar 1:2, proses ini dapat terjadi pada fasa gas, oleh karena itu asam asetat dan asam nitrat perlu diubah fasanya menjadi fasa gas dengan menggunakan alat vaporizer. Dari 100 mol asam asetat akan berbentuk 14 mol nitrometana (Roger, 1991). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Proses berlangsung pada fase gas, reaksi terjadi pada reaktor PFR yang dilengkapi dengan sistem pemanas internal yang dapat diatur dan untuk mengatur suhu reaksi, dan produk reaktor berupa gas masuk ke proses pemurnian. Proses berlangsung pada temperatur  $400^\circ\text{C}$  sampai  $600^\circ\text{C}$  dan tekanan 6 atm serta waktu kontak 10,5 detik, konversi reaksi ini 15,9%.

### 1.7.2 Proses Dengan Bahan Baku Metana

Nitrometana dibuat untuk pertama kali pada tahun 1872, oleh Kolbe dan diproduksi secara komersial dari nitrasi propene dalam fasa uap. Adapun proses

pembuatan nitrometana dibuat dengan mereaksikan metana dengan asam nitrat dengan perbandingan molar 1:1, proses ini dapat terjadi pada fase gas, oleh karena itu asam nitrat perlu dilakukan perlakuan awal untuk mengubah asam nitrat dari fasa cair menjadi fasa gas, asam nitrat cair diubah fasanya menggunakan vaporizer. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi terjadi pada reaktor PFR yang dilengkapi dengan sistem pemanas internal yang dapat diatur dan untuk mengatur suhu reaksi, dan produk reaktor berupa liquid masuk ke proses pemurnian. Proses berlangsung pada temperatur 380°C sampai 700°C dan tekanan 15 atm dan konversi reaksi ini 30,4% (Marshall, 1969).

Sebelum memilih proses yang baik dan tepat, perlu adanya dilakukan perbandingan antara segi ekonomi dan segi teknis. Dilakukan perbandingan antara proses dengan bahan baku asam asetat dan metana. Pemilihan proses dapat dilihat sebagai berikut:

1. Segi Ekonomi

Dari peninjauan proses pembuatan nitrometana, maka dapat dilihat matrik proses yang terlihat pada Tabel 1.3 dan Tabel 1.4. Nilai potensial ekonomi dari reaksi pembuatan Nitrometana dengan bahan baku asam asetat dan metana sebagai berikut:

Tabel 1.3 Harga Bahan Baku dan Produk Proses 1

<b>Komponen</b>	<b>BM (Kg/gmol)</b>	<b>Harga (Rp/Kg)</b>
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	60	32.000
Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> )	63	25.000
Nitrometana (CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> )	61	200.000
Air (H <sub>2</sub> O)	18	0

(Sumber: Alibaba.com, 2024)

$$\text{PE} = \sum \text{Harga produk} - \sum \text{Harga bahan baku}$$

$$\text{PE} = \sum (\text{Harga CH}_3\text{NO}_2 + \text{Harga H}_2\text{O}) - (\text{Harga CH}_3\text{COOH} + \text{Harga HNO}_3)$$

$$PE = (200.000 \times 61) - ((32.000 \times 60) + (25.000 \times 63))$$

$$PE = (12.200.000) - (1.920.000 + 1.575.000)$$

$$PE = 8.705.000 \text{ Rupiah/Kgmol}$$

Nitrometana Potensial ekonomi dari reaksi nitrometana dengan menggunakan bahan baku metana seperti diperlihatkan pada Tabel 1.4

Tabel 1.4 Harga Bahan Baku dan Produk Proses 2

Komponen	BM (Kg/gmol)	Harga (Rp/Kg)
Metana (CH <sub>4</sub> )	16	78.000
Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> )	63	25.000
Nitrometana (CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> )	61	200.000
Air (H <sub>2</sub> O)	18	0

(Sumber: Alibaba.com, 2024)

$$PE = \sum \text{Harga Produk} - \sum \text{Harga Bahan Baku}$$

$$PE = (\text{Harga CH}_3\text{NO}_2 + \text{Harga H}_2\text{O}) - (\text{Harga CH}_4 + \text{Harga HNO}_3)$$

$$PE = (200.000 \times 61) - ((78.000 \times 16) + (25.000 \times 63))$$

$$PE = (12.200.000) - (1.248.000 + 1.575.000)$$

$$PE = 9.377.000 \text{ Rupiah/Kgmol}$$

## 2. Segi Teknis

Kondisi operasi tiap proses untuk menghasilkan nitrometana berbeda-beda sehingga perlu perbandingan proses berdasarkan segi teknis. Berikut data perbandingan pemilihan proses dari segi teknis. Seperti disimpulkan pada Tabel 1.5

Tabel 1.5 Pemilihan Proses Dari Segi Teknis

No	Parameter	Proses 1 (Asam Asetat)	Proses 2 (Metana)
1.	Suhu	400 - 600°C (**)	380 – 700°C (*)
2.	Tekanan	6 atm (**)	10 atm (*)
3.	Waktu Reaksi	10,5 Detik (*)	5 Detik (***)
4.	Fase	Gas (*)	Gas (*)
5.	Konversi	15,6% (*)	30,4% (***)

**Keterangan:** \* = Kurang

\*\* = Cukup

\*\*\* = Baik

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan proses yang paling baik adalah proses ke-2 yaitu proses pembuatan nitrometana dengan mereaksikan metana dan asam nitrat dengan nilai pertimbangan pemilihan proses terbesar. Dan kandungan metana lebih besar dalam gas alam dibanding senyawa alkana dan hidrokarbon lainnya. Sehingga pemakaian alkana sebagai bahan baku pembuatan nitrometana ini akan menghasilkan nitrometana lebih banyak

### 1.8 Uji Ekonomi Awal

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknik dan ekonomi. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu seperti diperlihatkan pada Tabel 1.6

Tabel 1.6 Uji Ekonomi Awal

Bahan yang Digunakan	BM (Kg/gmol)	Harga (Rp/Kg)
Metana (CH <sub>4</sub> )	16	78.000
Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> )	63	25.000
Nitrometana (CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> )	61	200.000
Air (H <sub>2</sub> O)	18	0

(Sumber: Alibaba.com, 2024)

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut:



$$\text{PE} = \sum \text{Harga Produk} - \sum \text{Harga Bahan Baku}$$

$$\text{PE} = (\text{Harga CH}_3\text{NO}_2 + \text{Harga H}_2\text{O}) - (\text{Harga CH}_4 + \text{Harga HNO}_3)$$

$$\text{PE} = (12.200.000) - (1.248.000 + 1.575.000)$$

$$\text{PE} = 9.377.000 \text{ Rupiah/Kgmol}$$

Dari uji ekonomi awal yang telah dibuat, terlihat bahwa harga beli bahan baku lebih murah dibandingkan dengan harga jual produk. Maka dari itu, uji ekonomi awal dapat disimpulkan bahwa pabrik nitrometana ini layak untuk didirikan.

## **1.9 Penentuan Lokasi Pabrik**

Lokasi suatu pabrik adalah hal utama dalam yang penting dalam menunjang keberhasilan suatu perancangan pabrik industri. Letak geografis suatu pabrik industri sangat berpengaruh dalam proses produksi, keuntungan yang akan didapat dan juga perluasan di masa yang akan mendatang. Adapun faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik dengan tepat yang nantinya akan memberikan dampak yang signifikan dalam segi teknis maupun segi ekonomis. Faktor utama yaitu pabrik tidak hanya dibangun dengan *production cost* dan *operating cost* yang minimum, akan tetapi juga tersedianya ruang untuk perluasan pabrik juga akan menjadi hal yang harus dipertimbangkan.

Lokasi pada pabrik yang akan didirikan harus dapat menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimum mungkin. Adapun faktor lainnya juga perlu diperhatikan yaitu aspek penyediaan bahan baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air, dan kebutuhan tenaga kerja. Dengan memperhatikan faktor-faktor untuk mempertimbangkan penempatan suatu lokasi pabrik nitrometana dari asam nitrat dan metana dengan kapasitas 45.000 Ton/Tahun yang memenuhi syarat direncanakan akan dibangun di Cikampek, Kab. Karawang, Jawa Barat, Indonesia. Terdapat dua jenis faktor yang mempengaruhi dalam menentukan lokasi pabrik adalah faktor primer dan faktor sekunder.

### **1.9.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor primer adalah faktor yang dapat mempengaruhi proses produksi dan distribusi dalam pemilihan lokasi pabrik yang akan didirikan yaitu:

#### **1. Penyediaan Bahan Baku**

Asam nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia di Cikampek dengan transportasi darat menggunakan truk tangki. Sedangkan bahan baku metana diperoleh dengan membeli gas alam dari PT. Perusahaan Gas Negara, Banten.

Pemilihan lokasi pabrik menimbang orientasi bahan baku sehingga dianggap sudah tepat.

## 2. Utilitas

Pabrik nitrometana ini cukup banyak memerlukan air sebagai proses dalam produksi, juga kebutuhan air untuk rumah tangga, air minum, air perkantoran, dan lain-lain. Untuk penyediaan air ini dapat di peroleh dari sungai, yaitu sungai citarum, Jawa Barat. Sedangkan bahan bakar sebagai sumber energi dapat diperoleh dengan membeli dari Pertamina dan untuk Listrik dipasok dari PLN dan penyediaan generator sebagai cadangan.

## 3. Daerah Pemasaran

Pemasaran pabrik Cikampek yang dikenal sebagai sentra perdagangan dan industri dengan transportasi yang memadai cukup strategis bagi arus lalu lintas baik untuk kebutuhan domestik maupun untuk ekspor maka pabrik ini didirikan dekat dengan daerah pemasaran.

## 4. Tenaga Kerja

Untuk tenaga kerja berkualitas dan berpotensi dapat dipenuhi dari alumni Universitas seluruh Indonesia, melalui kerja sama dengan Universitas se-Indonesia, lembaga pemerintah maupun swasta atau bahkan dari luar negeri, sedangkan untuk tenaga kerja dapat dipenuhi dari daerah Cikampek dan sekitarnya.

## 5. Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang untuk memasarkan produk yang dihasilkan. Pembangunan di daerah Jawa Barat sudah mengalami perkembanganyang cukup bagus terutama di bidang lalu lintas jalan raya sehingga sarana transportasi menjadi lebih mudah dan lancar. Terlebih pabrik berada di dekat jalur Pantura.

### **1.9.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

#### 1. Perluasan Area Unit

Perluasan pabrik memungkinkan jika tanah disekitar tersedia dan memang dikhususkan untuk daerah pembangunan industri.

## 2. Biaya dan Perizinan Tanah

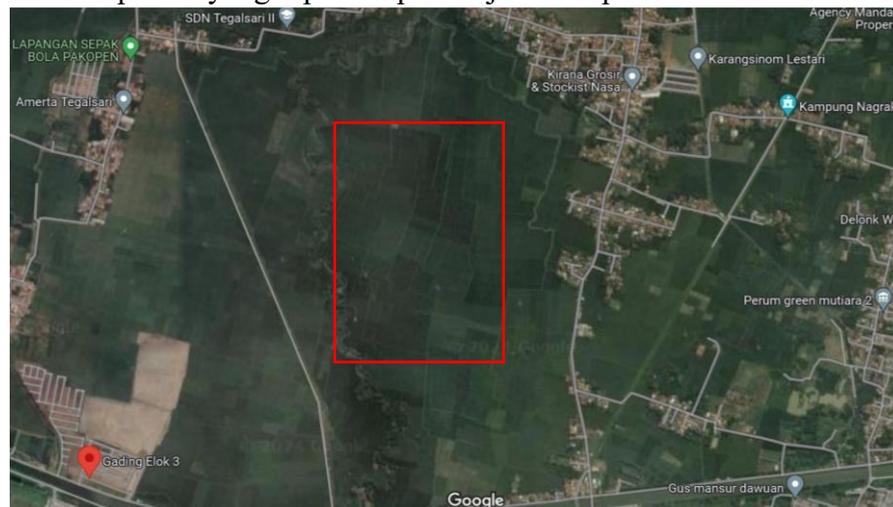
Keamanan dan kemudahan kerja disekitar lokasi pabrik terpenuhi yaitu, pengoperasian, pengangkutan, pemindahan, maupun perbaikan semua peralatan proses. Yang kedua adalah tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dengan harga yang terjangkau, serta pemanfaatan area tanah dengan efisien.

Serta yang terakhir adalah adanya transportasi yang terjangkau.

## 3. Lingkungan Sekitar

Perilaku atau sikap masyarakat di sekitar lokasi pabrik akan mendukung pendirian pabrik karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keamanan dan keselamatan masyarakat yang ada disekitarnya hal ini bisa dilihat dari beberapa pabrik yang telah berdiri.

Adapun lokasi pabrik yang dipilih seperti dijelaskan pada Gambar 1.3



**Gambar 1.3** Lokasi Pabrik Nitrometana  
(Sumber: Google Maps)

