

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kalsium karbonat adalah senyawa yang memiliki rumus molekul CaCO_3 , senyawa kalsium karbonat diperoleh dari suspensi kapur padam dalam air dan gas. Senyawa ini merupakan mineral paling sederhana yang tidak mengandung silikon dan merupakan sumber pembuatan senyawa kalsium terbesar secara komersil ^[1]. Kalsium karbonat juga adalah mineral inorganik yang dikenal tersedia dengan harga murah secara komersial. Sifat fisis kalsium karbonat seperti, morfologi, fase, ukuran dan distribusi ukuran harus dimodifikasi menurut bidang pengaplikasiannya.

CaO merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia. CaO adalah batuan padat yang mengandung sebagian besar mineral kalsium karbonat yaitu sekitar 95% ^[2]. Pegunungan kapur di Indonesia menyebar dari barat ke timur mulai dari pegunungan di Jawa Tengah hingga ke Jawa Timur, Madura, Sumatera, dan Irian Jaya. Ketersediaan batuan kapur yang melimpah dapat dikatakan 3,5-4% elemen di bumi adalah kalsium, dan 2% terdiri dari magnesium.

Pada industri modern CaO dipakai sebagai bahan pembuat semen sedangkan dalam sektor pertanian dan perkebunan untuk mengurangi keasaman tanah agar dapat digunakan sebagai campuran pupuk ^[3].

1.2 Sejarah Perkembangan Industri

Kalsium karbonat pada tahun 1850 pada saat J dan E Sturge Ltd., Birmingham, Inggris diproduksi menggunakan kalsium klorida dan sodium karbonat sebagai reaktan. pada tahun 1828 produksi dihentikan dan dimulai lagi di Covington. Produksi komersial di Amerika Serikat dimulai tahun 1913 oleh West Virginia Pult dan Paper Company (Westvacu), Luke, Md, Beberapa tahun kemudian produksi kalsium karbonat dikuasai oleh dua pengusaha Amerika Serikat: Mississippi Lime Company, St. Genevieve, Mo., dimana mulai memproduksi tahun 1928 oleh Peerless Lime Company and the Minerals, Pigments and Metals Division of Pfizer Inc., Adams, Mass dimana pabrik tersebut mulai memproduksi tahun 1933 oleh New England Lime Company ^[4].

1.3 Kegunaan Produk

kalsium karbonat banyak digunakan didalam berbagai industri.

industri yang menggunakan kalsium karbonat antara lain:

1. *Adhesive* dan *Sealants*

Pengunaan kalsium karbonat dapat digunakan sebagai bahan utama *Sealants*, *Filler*, perekat pada keramik, kadang– kadang hingga 80% dari formulanya dan pengatur viscositas.

2. Pakan ternak

Pengunaan Kalsium karbonat dalam bidang perternakan adalah sebagai sumber suplemen, antacid, dan sumber kalsium.

3. Konstruksi

Kalsium karbonat digunakan dalam industri kontruksi sebagai pengisi bahan campuran pada proses pembuatan aspal, atap rumah, plester dan beton.

4. Lingkungan

Kalsium karbonat adalah sumber alkali alami yang digunakan untuk mendessulfurisasi gas buang dalam pembangkit listrik, mendeasamifikasi hutan dan sungai yang asam, serta pengolahan air minum.

5. Pupuk

Kalsium karbonat dapat digunakan dalam pengolahan perkebunan terutama dalam industri pupuk dan telah lama diakui sebagai bahan tambahan untuk pembuatan pupuk.

6. Gelas dan Keramik

Kalsium karbonat merupakan komponen penting dalam pembuatan gelas yaitu yang memiliki kemurnian yang tinggi, warna yang konsisten dan sedikit pengotor. Selain itu juga digunakan sebagai kontrol kiln dalam industri keramik.

7. Cat dan Pelapis

Kalsium karbonat digunakan juga dalam industri bangunan khususnya untuk bahan resin dan polimer, selain itu Kalsium karbonat digunakan sebagai bantuan untuk pigmentasi.

8. Kertas

Kalsium karbonat digunakan secara ekstensif dalam pembuatan kertas yaitu sebagai filler, pigmen coating, kontrol keasaman dan kecerahan.^[4]

1.4 Sifat Fisika, Kimia, dan Termodinamika Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan baku utama

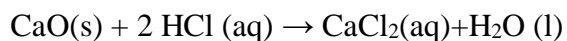
A. Kalsium Oksida

Sifat-sifat fisik ^[7]

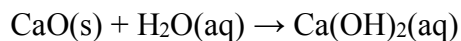
- Rumus molekul : CaO
- Bentuk : bubuk padatan
- Bau : tidak berbau
- Berat molekul : 56,07 g/mol
- Densitas : 3.25-3.37 g/cc
- Titik Didih : 2850 °C
- Titik Leleh : 2572 °C
- Warna : Putih

Sifat kimia:

a. Larut dalam asam



b. Bereaksi dengan air membentuk kalsium hidroksida



Sifat Termodinamika:

- ΔH_f : -635,5 kJ/kgmol
- ΔG_f : -604,2 kJ/mol
- S^0 : 38,2 J/mol.K

c. Ukuran : 140 mesh

d. Kemurnian CaO : 96,7%

B. Karbon Dioksida

Sifat-sifat fisik ^[5]

- Rumus molekul : CO₂
- Bentuk : Gas
- Bau : tidak berbau
- Berat molekul : 44,01 g/mol
- Densitas : 1.53 g/cm³
- Titik Didih : -79 °C
- Titik Leleh : -56 °C

- Warna : Tidak berwarna

Sifat Kimia:

a. Larut dalam air pada 1.7 v/v pada 0°C

b. Bereaksi dengan hidrokarbon dan hampir semua cairan organik

c. Gas pembuat sesak nafas pada konsentrasi 10% atau lebih

Sifat Termodinamika:

- ΔH_f : -393,513 kJ/kgmol

- Temperature Kritis : 31,1 °C

- Tekanan Kritis : 7383 kPa

- Panas Laten Penguapan : 231,3 J/g

- Sublimasi Poin : -78,5 °C

- ΔG_f : -394,4 kJ/mol

- S^0 : 213,7 J/mol.K

C. Air ^[6]

Sifat-sifat fisik

- Rumus Molekul : H₂O

- Bau : tidak berbau

- Bentuk : cair

- Berat Molekul : 18,02 g/mol

- Densitas : 1,0 g/cm³

- pH : 7

- Titik Didih : 100 °C

- Titik Beku : 0 °C

- Warna : tidak berwarna

Sifat Kimia:

a. Bersifat polar memiliki konstanta dielektrik yang tinggi

b. Merupakan elektrolit lemah

c. Air akan menjadi superheated dalam *autoclave* dan tekanan yang tinggi

d. Menjadi sangat dingin dengan penambahan natrium klorida atau senyawa ion yang lain

Sifat Termodinamika:

- ΔH_f : -285,8 kJ/mol

- Temperatur Kritis : 657,1 K
- Tekanan Kritis : 220,5 bar

1.4.2. Produk Samping

A. Kalsium Hidroksida

Sifat-sifat fisik ^[4]

- Rumus molekul : $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Bentuk : padat
- Bau : tidak berbau
- Berat molekul : 74,1 g/mol
- Densitas : 2,240 g/cm³ pada 20 °C
- pH : 12,4-12,6 pada 20 °C
- Titik Didih : 2.850 °C
- Titik Leleh : 450°C
- Warna : warna putih

Sifat kimia:

- a. Melepaskan air pada suhu 580°C
- b. Menyerap karbon dioksida dalam air
- c. Larut dalam gliserol dan asam
- d. Tidak larut dalam alkohol.

Sifat termodinamika:

- ΔH_f : -986,6 kJ/mol
- Kelarutan : 1,85 g/l pada 20°C
- C_p : 1342,500 kJ/kmol
- ΔG_f : -898,56 kJ/mol
- S^0 : 83,39 J/mol.K

1.4.3. Produk Utama

A. Kalsium Karbonat

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : CaCO_3
- Bau : tidak berbau
- Bentuk : Padatan
- Berat molekul : 100,09 g/mol

- Densitas : 2,8 g/cm³
- Spesifik Gravity : 2,60-2,75
- Titik leleh : 900 °C
- Warna : Putih

Sifat Kimia

CaCO₃ yang mengandung air dapat bereaksi dengan Mg/Ca dengan konsentrasi tinggi dapat membentuk dolomite (CaMg(CO₃)₂)

Kalsium karbonat dapat mengalami kalsinasi menjadi senyawa kalsit, terdekomposisi dengan suhu >400°C. [4]

Sifat Termodinamika:

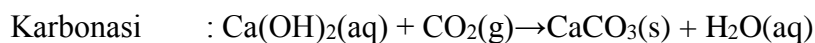
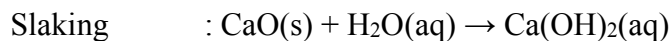
- ΔHf : -1206.87 kJ/kgmol
- Tekanan Kritis : 10,38 MPa (102,5 atm)
- Titik Kelarutan : 0.0013 mol/L pada 18 °C
- Titik Kekerasan : 3,0 Mohs
- ΔGf : -1129 kJ/mol
- S⁰ : 92,9 J/mol.K

1.5 Analisa Pasar

1.5.1 Perhitungan ekonomi potensial

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

Reaksi pada proses pembuatan Kalsium Karbonat:



Tabel 1.1. Daftar harga bahan dan produk (sumber: Alibaba.com) [9]

No.	Bahan	Berat Molekul	Harga (\$/kg)
1.	CaCO ₃	100,09 g/mol	2,5
2.	CaO	56,0774 g/mol	0,0012
3.	H ₂ O	18,02 g/mol	0
4.	CO ₂	44,01 g/mol	1,1

Tabel 1.2. Analisa Kebutuhan dan Hasil reaksi pada Kalsium Karbonat

No.	Komponen Reaksi CaCO ₃				CaCO ₃ (s)
	CaO	H ₂ O	Ca(OH) ₂	CO ₂ (g)	
1.	-1	-1	+1	-	-
2.	-	+1	-1	-1	+1
Total	-1	0	0	-1	1

$$\begin{aligned}
 \text{Economic Potential} &= \{(1 \times 100,09 \times \text{US\$ } 2,5)\} + \{(-1 \times 44,01 \times \text{US\$ } 1,1)\} + \{(-1 \times \\
 &56,0774 \times \text{US\$ } 0,0012)\} \\
 &= \text{US\$ } 201,746 / \text{kmol CaCO}_3
 \end{aligned}$$

Kurs dollar per tanggal 17 Februari 2022, Bank Indonesia = Rp. 14.319,45, maka didapatkan Rp. 2.888.901,88 /kmol

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan kesimpulan bahwa pabrik kalsium karbonat dapat menghasilkan laba (untung).

1.5.2. Kapasitas Produksi

Dalam pendirian suatu pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi, agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi permintaan. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Peluang kapasitas pabrik baru tahun 2026 dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$F = P (1+I)^n \dots \dots \dots (1.1).$$

Dimana:

- F : Perkiraan nilai impor, ekspor
P : Data terakhir nilai impor, ekspor
I : Pertumbuhan rata-rata pertahun
n : Selisih waktu perkiraan

1.3. Tabel Impor Kalsium Karbonat di Indonesia ^[8]

No.	Tahun	Jumlah (Kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2017	11255227	11255,227	-
2	2018	11354880	11354,88	1%
3	2019	17438048	17438,048	35%
4	2020	19751193	19751,193	12%
5	2021	22284302	22284,302	11%
rata-rata				15%

Dari data kebutuhan kalsium karbonat di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor kalsium karbonat pada tahun 2026 adalah

$$\begin{aligned}
 M &= P (1+i)^n \\
 &= 22284,302 (1+0,15)^5 \\
 &= 44260 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Sehingga perkiraan konsumsi adalah 44260 ton/tahun.

Pada umumnya kegiatan ekspor akan di ekspor ke USA, Jepang, Finlandia, China, dan Perancis. Dari hasil diatas dapat dihitung kapasitas pabrik kalsium karbonat pada tahun 2026 yang ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

1.4. Tabel ekspor Kalsium Karbonat di Indonesia ^[8]

No.	Tahun	Jumlah (Kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2017	3408506,11	3408,50611	-
2	2018	4011832,15	4011,83215	15%
3	2019	5525360,44	5525,36044	27%
4	2020	7546569,54	7546,56954	27%
5	2021	8872036,75	8872,03675	15%
Jumlah				21%

Dari data kebutuhan kalsium karbonat di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas ekspor kalsium karbonat pada tahun 2026 adalah:

$$\begin{aligned}
 M &= P (1+i)^n \\
 &= 8872,03675 (1+0,21)^5 \\
 &= 23408,4202 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dari hasil diatas dapat dihitung kapasitas pabrik kalsium karbonat pada tahun 2026 adalah:

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

Dimana:

- m_1 : nilai import tahun A
 m_2 : produksi pabrik didalam negeri (=0)
 m_3 : kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)
 m_4 : nilai ekspor tahun A
 m_5 : nilai konsumsi dalam negeri tahun A(ton)

maka perhitungan kapasitas pabrik kalsium karbonat adalah:

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

$$m_3 = (44260 \text{ ton/tahun} + 23408,4202 \text{ ton/tahun}) - (0 + 0)$$

$$m_3 = 67308 \text{ kg/tahun} \sim 70.000 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga dibulatkan menjadi 70.000 ton/tahun dimana pabrik akan beroperasi selama 24 jam sehari, 330 hari per 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.

Beberapa faktor yang dianggap penting dalam penentuan lokasi :

1. Faktor utama :

A. Penyediaan bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku yang ada
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya

B. Pemasaran (marketing)

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah :

- Dimana hasil produksi akan dipasarkan
- Kemampuan daya serap pasar dan prospek pasar dimasa yang akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut untuk hasil produk CaCO_3 akan dipasarkan di Gresik, Surabaya, Sidoarjo, dan sekitarnya. Untuk pabrik-pabrik yang membutuhkan kalsium karbonat antara lain adalah pada pabrik kertas, plastik, cat, maupun *Coating*, Pabrik farmasi, kesehatan, produksi pangan dalam bentuk seperti baking powder, pabrik material bangunan, serta agrifoto berupa pabrik peternakan dan pembuatan kaca/keramik.

C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Ada serta jumlah tenaga listrik
- Kemungkinan pengadaan listrik dan bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar
- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar

D. Persediaan air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu:

- Dari air sungai / sumber air
- Dari air kawasan industri (KIG)
- Dari perusahaan air minum (PDAM)

Jika kebutuhan air cukup besar, pengambilan air sumber / air sungai lebih ekonomis. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air:

- Kemampuan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air

Pada pabrik kalsium karbonate ini untuk persedian air yang digunakan dalam proses utilitas adalah air sungai bengawan solo dan air PDAM

E. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Keadaan alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksinya
- Humidity dan temperatur udara
- Adanya badai, topan, dan gempa bumi

2. Faktor khusus:

A. Transportasi

Yang harus diperhatikan dalam hal ini adalah pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan, berkaitan dengan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu:

- Jalan raya
- Sungai dan laut yang dapat dilalui oleh kapal pengangkut
- Pelabuhan yang ada

B. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah/sukarnya mendapatkan tenaga kerja disekitar pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah itu
- Perburuhan dan serikat buruh

C. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau :

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

D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Susunan tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi pabrik,
- kondisi jalan, serta pengaruh air
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau unit baru
- Harga tanah

E. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Adat istiadat / kebudayaan didaerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik, dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan dan biayanya.

F. Pembuangan limbah

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

Berdasarkan faktor-faktor diatas maka pabrik kalsium karbonat di indonesia direncanakan berlokasi di Desa Rengel Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban Jawa Timur dengan luas lahan sebesar 140 Ha.

Dasar pemilihan lokasi untuk didirikan pabrik kalsium karbonate tersebut adalah:

1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan kalsium karbonat ada 2 yaitu CO_2 dan CaO Bahan baku CO_2 diambil dari PT. Petrokimia Gresik. Sedangkan untuk kebutuhan CaO yang diimport dari vietnam mineral technology join stock company (alibaba.com) melalui pelabuhan Tuban dengan kadar CaO 96,77% berukuran 200 mesh. Tuban memiliki sarana transportasi yang memadai, baik melalui darat (jalan tol kedaerah lain), jalur laut (pelabuhan Tuban) serta melalui jalur udara(Bandara Juanda).

2. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalur darat karena masih cukup berdekatan dengan Gresik. Tuban memiliki sarana transportasi yang memadai baik melalui dari jalur darat, laut, serta bandara sehingga memudahkan jalur distribusi barang untuk memenuhi pasar domestik serta pasar internasional ini akan membuat efisiensi biaya logistik dalam memproduksi barang akan semakin optimal dan kompetitif.

3. Kebutuhan air

Air yang digunakan untuk pabrik Kalsium karbonat ini akan disuplai dari aliran Sungai Bengawan Solo yang mengalir melewati daerah ini dan air dari PDAM.

Air yang digunakan baik sebagai air proses, air pendingin, maupun sebagai air sanitasi.

4. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

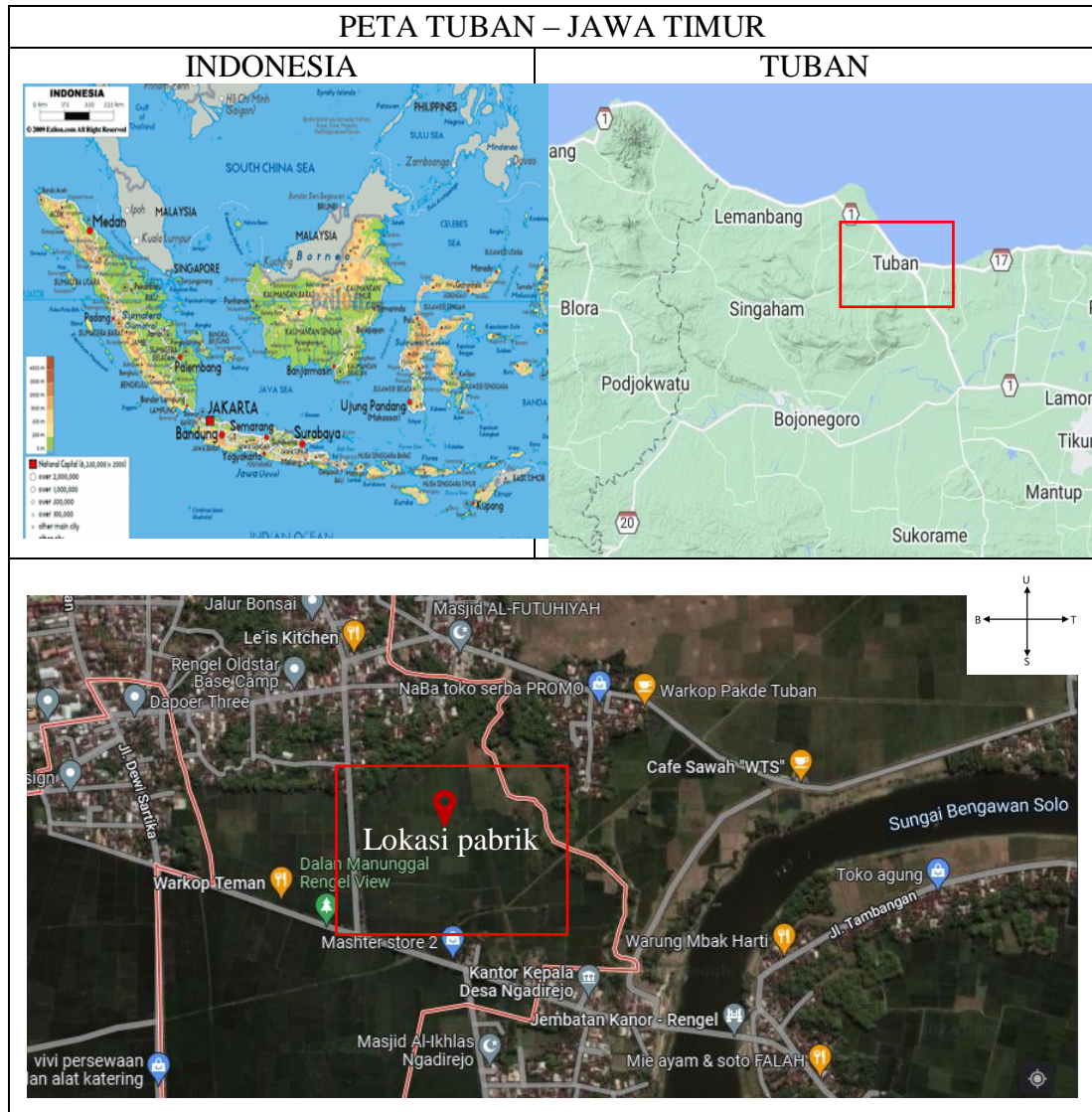
Pembangkit listrik utama untuk pabrik disuplai oleh PLN Tuban dan generator serta bahan bakar yang diperoleh dari PT Pertamina.

5. Tenaga kerja

Daerah ini juga 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 , Kebutuhan tenaga kerja baik buruh maupun tenaga ahli dapat diperoleh di daerah ini.

6. Biaya untuk tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang cukup terjangkau. Sehingga berdasarkan dasar tersebut pemilihan lokasi pabrik dilakukan di Kabupaten Tuban Jawa Timur.



Gambar 1.1. Peta Tuban-jawa timur