

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) adalah serbuk padat berwarna putih, tidak berbau, tidak berasa serta tidak larut dalam air <sup>[3]</sup>. Silika dioksida memiliki massa molekul 60,08 gram/mol serta titik didih 2230 °C pada tekanan 1 atm. Dikenal dengan nama IUPAC dioxosilane, silika dioksida memiliki kemurnian 91,5%. <sup>[4]</sup>

Silika dioksida digunakan dalam berbagai industri seperti contohnya pada industri karet digunakan sebagai bahan campuran ban, sol serta bahan isolasi kabel. Pada industri kertas silika dioksida digunakan sebagai bahan pengisi pori-pori kertas sehingga dihasilkan kertas yang lembut. Pada industri makanan dan farmasi digunakan sebagai bahan aditif anti-caking dan anti gumpal pada produk berbentuk serbuk. <sup>[4]</sup>

Pabrik silika dioksida sangat dibutuhkan di Indonesia dalam penyediaan bahan baku untuk berbagai bidang industri. Sampai saat ini pemenuhan silika dioksida di Indonesia masih jauh dari kebutuhan. Hal ini terlihat dari data impor oleh Badan Pusat Statistika yang menunjukkan kenaikan sebesar 5,11% per tahun. Impor tersebut berasal dari Cina, Belgia, Prancis, Jerman, Jepang, Amerika, Australia, Thailand, Taiwan, Malaysia, Singapura, Korea, India, Inggris serta Taiwan. Terdapat pabrik silika dioksida di Indonesia yaitu PT. Darisa Intimitra. <sup>[2]</sup>

Berdasarkan jumlah kebutuhan silika dioksida di Indonesia serta peluang pasar pada berbagai industri, maka pabrik silika dioksida perlu didirikan. Selain itu dengan didirikannya pabrik silika dioksida maka akan tercipta kemandirian ekonomi serta lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat.

### **1.2 Sejarah Perkembangan Industri**

Proses pembuatan Silika Dioksida dengan metode kering dengan bahan baku *Silicon Tetrachloride* ( $\text{SiCl}_4$ ) mulai dikembangkan pada tahun 1930 dengan tujuan untuk mengembangkan bahan *white carbon* sebagai bahan penguat dalam karet. Proses ini

kemudian dipatenkan oleh William Hughes pada tahun 1958<sup>[8]</sup>. Pada proses kering *Silicon Tetrachloride* ( $\text{SiCl}_4$ ) dengan Oksigen didalam burner untuk mendapatkan Silika Dioksida. Sedangkan proses basah dipatenkan secara terperinci pada tahun 1989 oleh Peter Nauroth<sup>[7]</sup>. Proses basah mereaksikan Sodium Silikat dengan Asam Sulfat dalam reaktor berpengaduk untuk mendapatkan Silika Dioksida. Proses basah kemudian menjadi proses yang paling banyak digunakan untuk memproduksi Silika Dioksida karena dinilai lebih ekonomis dari proses kering.

Pada tahun 2004 sebanyak 36% kapasitas produksi Silika Dioksida dikuasai oleh Jerman. Kemudian dilanjutkan oleh Amerika Utara sebanyak 26%, China sebanyak 25% dan Jepang sebanyak 13%. Produsen terbesar di dunia adalah Degussa, Rhone-Poulenc, Akzo dan Crosfield di Eropa. Di Amerika adalah PPG dan Hubber. Sedangkan di Asia ada Nippon Silica dan Tokuyama Soda di Jepang dan Kofran di Korea. Cina merupakan negara pengekspor Silika Dioksida terbanyak di Dunia termasuk Indonesia dengan kapasitas mencapai 400.000 ton/tahun.<sup>[6]</sup>

### 1.3 Kegunaan Produk

Silika dioksida memiliki cakupan fungsi yang luas pada berbagai bidang industri. Berikut kegunaan produk silika dioksida :

- Bahan anti-caking atau anti gempal pada industri makanan dan farmasi
- Bahan pengisi pori pori kertas, pelembut, serta pemutih pada industri kertas
- Bahan campuran pada pembuatan pasta gigi
- Bahan campuran dalam cat untuk menciptakan lapisan mengkilap pada industri cat
- Bahan penguat untuk menurunkan tahanan luncur serta daya cengkram yang baik pada industri karet ban serta sol

### 1.4 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Bahan baku dan produk :

Pada perancangan pabrik silika dioksida dengan bahan baku natrium silika dan asam sulfat memiliki sifat kimia, fisika, dan termodinamika antara lain :

### 1.4.1 Bahan baku

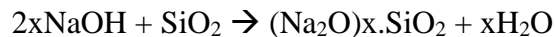
#### Natrium Silika <sup>[5]</sup>

##### Sifat Fisika :

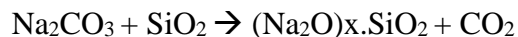
- Rumus molekul :  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$
- Berat molekul : 122,05 gram/mol
- Titik lebur : 1088 °C
- Bentuk : Kristal
- Warna : putih
- Komposisi produk (Richin International China Co, L.td)
- $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  : 98,9 %
- $\text{FeO}_3$  : 1,1 %

##### Sifat Kimia :

- Mudah larut dalam air
- Apabila direaksikan dengan ion logam alkali tanah akan membentuk endapan
- Tidak mudah terbakar
- Dapat diproduksi melalui reaksi dengan Natrium Hidroksida maupun Natrium Karbonat dengan reaksi sebagai berikut :
- Reaksi dari Natrium Hidroksida ;



- Reaksi dari Natrium Karbonat :



#### Asam Sulfat <sup>[5]</sup>

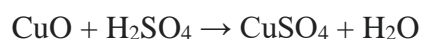
##### Sifat Fisika :

- Rumus molekul :  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Berat molekul : 98,08 g/mol
- Melting point : 10,49 °C
- Titik didih : 340 °C
- Temperature kritis : 652 °C

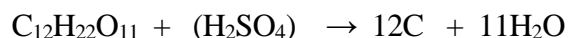
- Tekanan kritis : 63,16 atm
- Specific gravity : 1,834
- Fase : Liquid
- Warna : tidak berwarna
- Densitas : 1,841 g/cm<sup>3</sup>
- Panas pelarutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 18,080 kJ/kgmol

#### Sifat Kimia :

- Dapat larut dalam air, alcohol dan eter
- Apabila direaksikan dengan air akan menghasilkan panas
- Merupakan asam kuat dan zat pendehidrasi yang baik
- Apabila direaksikan basa menghasilkan garam sulfat. Sebagai contoh, garam tembaga tembaga(II) sulfat dibuat dari reaksi antara tembaga(II) oksida dengan asam sulfat:



- Apabila direaksikan dengan gula atau karbohidrat dapat menyebabkan reaksi pembakaran



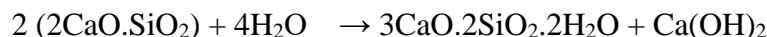
#### 1.4.2 Produk

Produk utama : Silika Dioksida <sup>[5]</sup>

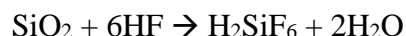
#### Sifat Fisika :

- Rumus molekul : SiO<sub>2</sub>
- Berat molekul : 60,06 g/mol
- Melting point : 1.710 °C
- Specific gravity : 2,32
- Boiling point : 2.230 °C
- Bentuk : serbuk
- Warna : putih
- Kemurnian : SiO<sub>2</sub> (91,5%)

- Sifat Kimia :
- Tidak mudah larut dalam air tetapi larut dalam asam
- Sekitar 95% dari penggunaan komersial silika dioksida (pada pasir) terjadi di industri konstruksi, mis. untuk produksi beton (beton semen Portland)



- Sangat reaktif terhadap asam florida namun tidak reaktif dengan halida lainnya seperti  $\text{I}_2$  dan  $\text{Br}_2$ . Apabila direaksikan dengan asam florida akan membentuk asam hexaflorosilikat



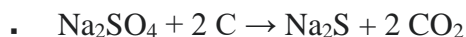
Produk samping : Natrium Sulfat <sup>[5]</sup>

Sifat Fisika :

- Rumus molekul :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- Berat molekul : 142,05 gram/mol
- Melting point : 884 °C
- Spesific gravity : 2,698
- Bentuk : serbuk
- Warna : putih

Sifat Kimia :

- Sangat larut dalam air
- Pembentukan glaserit melalui reaksi natrium sulfat dengan kalium klorida telah digunakan sebagai dasar metode memproduksi kalium sulfat dan pupuk
- Pada suhu tinggi dapat diubah menjadi natrium sulfida dengan reduksi kabotermal atau reduksi termokimia sulfat sebagai berikut :



- Sodium dulfat beraksi dengan asam sulfat menghasilkan garam Sodium Bisulfat
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NaHSO}_4$

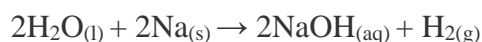
Produk samping :  $\text{H}_2\text{O}$  <sup>[5]</sup>

Sifat Fisika :

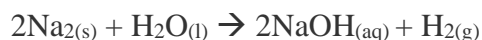
- Rumus molekul : H<sub>2</sub>O
- Berat molekul : 18,016 gram/mol
- Boiling point : 100 °C
- Spesific grafity : 1
- Fase : liquid
- Warna : tidak berwarna

Sifat Kimia :

- Merupakan pelarut yang sangat baik karena dapat larut di hampir semua senyawa
- Kurang larut dalam hidrokarbon alifatik, aromatic dan eter
- Merupakan sumber hydrogen yang baik dengan contoh rekasi redox sebagai berikut:



- Apabila direaksikan dengan alkali tanah Natrium dapat menyebabkan natrium habis terbakar :

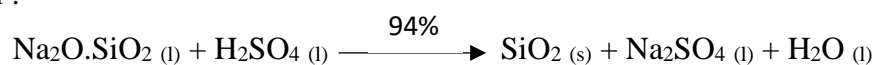


## 1.5 Analisa Pasar

### 1.5.1 Analisa ekonomi

Indonesia tercatat mendatangkan Silika Dioksida dari Cina, Belgia, Perancis, Jerman, Jepang, Amerika, Australia, Thailand, Taiwan, Malaysia, Singapura, Korea, India, Inggris serta Taiwan dengan jumlah rata rata 45.300 ton/tahun. Jumlah ini terus meningkat sebanyak 5,11% per tahun. Kenaikan jumlah impor ini menandakan naiknya kebutuhan dalam negeri yang tidak diimbangi dengan suplai yang memadai. Oleh karena itu pendirian pabrik silika dioksida di Indonesia ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri serta pasar ekspor. Produk silika dioksida banyak dibutuhkan baik di dalam negeri maupun luar negeri. Untuk mengetahui analisa pasar, perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar

Reaksi :



Tabel 1.1 Daftar Harga Bahan Baku dan Produk <sup>[1]</sup>

| No | Bahan                              | Berat Molekul | Harga (\$USD/kg) |
|----|------------------------------------|---------------|------------------|
| 1  | Na <sub>2</sub> O.SiO <sub>2</sub> | 122,05        | 0,75             |
| 2  | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>     | 98,08         | 0,5              |
| 3  | SiO <sub>2</sub>                   | 60,08         | 5                |
| 4  | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>    | 142,04        | 0,8              |

Sumber : <http://alibaba.com>

$$\begin{aligned}
 \text{Economic Potensial} &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\
 &= ((0,94 \times 60,08 \times 5) + (0,94 \times 142,04 \times 0,8)) - \\
 &= ((1 \times 122,05 \times 0,75) + (1 \times 98,08 \times 0,5)) \\
 &= 248,613 \text{ USD/kmol SiO}_2
 \end{aligned}$$

Kurs dollar per tanggal 31 Januari 2022, Bank Indonesia = Rp. 14.392,00,- Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan kesimpulan bahwa pabrik Silika Dioksida diperkirakan memperoleh keuntungan sebesar Rp 3.578.031,- /kmol SiO<sub>2</sub> sehingga dapat didirikan pada tahun 2026.

### 1.5.2 Kapasitas produksi

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik. Jumlah ini dapat mengatasi permintaan kebutuhan Silikon Dioksida di dalam negeri dan juga kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2026. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2015-2020, sehingga perkiraan penggunaan Silika Dioksida pada tahun 2026 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Dimana: M = jumlah impor pada tahun 2026 (ton/tahun)

P = jumlah impor pada tahun 2015 - 2020 (ton/tahun)

i = rata-rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = jangka waktu pabrik berdiri (2020-2026) = 6 tahun

Tabel 1.2 Data Impor Silika Dioksida di Indonesia <sup>[2]</sup>

| No         | Tahun | Impor       |              | Pertumbuhan (%) |
|------------|-------|-------------|--------------|-----------------|
|            |       | Jumlah (kg) | Jumlah (ton) |                 |
| 1          | 2015  | 42.945.447  | 42.945,447   | 1,87            |
| 2          | 2016  | 46.850.503  | 46.850,503   | 9,93            |
| 3          | 2017  | 50.854.224  | 50.854,224   | 14,85           |
| 4          | 2018  | 56.678.653  | 56.678,653   | -0,85           |
| 5          | 2019  | 58.636.849  | 58.636,849   | -0,25           |
| 6          | 2020  | 55.504.895  | 55.504,895   | 5,11            |
| Rata –rata |       | 51.911.762  | 51.911,762   | 5,11            |

Sumber : <https://www.bps.go.id/>

Berdasarkan data kebutuhan Silika Dioksida di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor Silika Dioksida pada tahun 2026 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 M &= P (1 + i)^n \\
 &= 51.911,762 (1 + 0,0511)^6 \\
 &= 70.005,14 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku dan permintaan dalam negeri yang besar, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2026 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

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

C. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

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

D. Persediaan Air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu :

- Dari air sungai / sumber air

- Dari air kawasan industri
- 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

#### D. 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 Silika Dioksida di Indonesia direncanakan berlokasi di daerah Gresik, Kawasan Industri Gresik (KIG) Karangturi-Gresik, Jawa Timur dengan luas lahan sebesar 140 ha. Alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut adalah

##### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan Silika Dioksida adalah Natrium Silika dan Asam Sulfat. Kebutuhan Natrium Silika didapatkan dari Richin International.Co,Ltd China dimana kapasitas produksinya adalah 800.000 ton/tahun. Sedangkan Asam Sulfat didapatkan PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas produksi 1.170.000 MT/tahun. Kawasan Industri Gresik terletak di sebelah PT.Petrokimia Gresik, Pelabuhan Tanjung Perak , serta Bandara Juanda Surabaya sehingga bahan baku Asam Sulfat serta natrium silika tidak membutuhkan ongkos kirim yang berlebih.

## 2. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalur laut, udara maupun darat. Kawasan Industri Gresik merupakan daerah yang dekat dengan pelabuhan dan jalan tol dan kawasan industri lain sehingga memudahkan pemasaran produk.

## 3. Pemasaran

Produk Silika Dioksida mempunyai cakupan pasar yang luas pada berbagai bidang Industri. Kawasan industri Gresik merupakan lokasi yang strategis karena dikelilingi oleh konsumen yang membutuhkan Silika Dioksida sebagai bahan baku pembuatan produk diantaranya :

- Industri Cat : PT. Nipsea Paint and Chemical Co, Ltd., PT. Avian, Pt. Atlantik Ocean Paint
- Industri Kertas : PT. Chia Sin Indonesia, PT. Boas Excelindo Paper, PT. Gaya Baru Paperindo
- Industri Farmasi :PT. Meiji, PT. Bernofarm, PT.Durafarma Jaya, PT.Coronet Crown
- Industri Karet dan Sol : PT. Sumber Rubberindo Jaya, PT. Mega Rubber Factory, PT. Cita Harapan Semesta
- Industri Pasta Gigi : PT. Rita Sinar Indah, PT.Unilever

## 4. Kebutuhan Air

Air yang digunakan diperoleh dapat berasal dari fasilitas air kawasan yang disediakan oleh Kawasan Industri Gresik. Air kawasan dipilih untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik dengan terlebih dahulu mengalami pengolahan. Selain itu pemilihan air kawasan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik juga disebabkan karena kebutuhan air tidak terlalu besar, baik sebagai air proses, air pendingin, maupun sebagai air sanitasi.

## 5. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Pembangkit listrik utama untuk pabrik diperoleh dari PLN Jawa Bali yang telah berintegrasi dengan jaringan listrik yang telah disediakan Kawasan Industri Gresik.

## 6. Tenaga Kerja

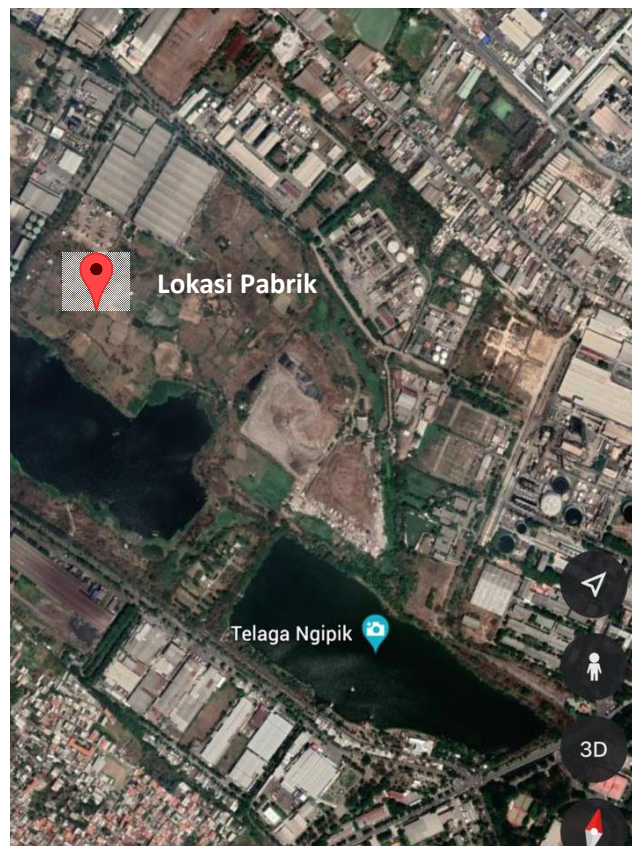
Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang produktif dari berbagai tingkatan baik yang terdidik maupun terlatih.



Gambar 1.1 Peta Indonesia



Gambar 1.2 Peta Provinsi Jawa Timur



Gambar 1.3 Kawasan Industri Gresik, Gresik Barat, Jawa Timur