

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin berkembang seiring perubahan zaman yang memunculkan penemuan–penemuan diberbagai bidang. Dunia teknik merupakan salah satu bidang yang menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Terobosan–terobosan baru senantiasa dilakukan dalam rangka mencapai suatu hasil yang bermanfaat bagi umat manusia. Material merupakan salah satu perkembangan di bidang teknik yang mengalami perkembangan yang sangat pesat. “Salah satu material yang paling umum digunakan dalam semua jenis industrial yaitu material komposit”.

Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) sejak beberapa tahun terakhir banyak digunakan dalam berbagai bidang anatas anantara lain sebagai pigmen, bakterisida, pasta gigi, fotokatalis dan elektroda dalam sel surya . Perkembangan perindustrian dewasa ini berdampak pada semakin banyaknya limbah organik yang dihasilkan setiap industri. Untuk menanggulangi limbah organik yang mencemari lingkungan, maka digunakan teknologi baru untuk mengatasi pencemaran tersebut dengan menggunakan fotokatalis  $\text{TiO}_2$ . Bahan pencemar dapat berasal dari senyawa organik maupun anorganik, adapun salah satu senyawa organik yang dapat mencemari lingkungan yang akibat aktivitas industri adalah zat warna yang terdapat dalam limbah industri tekstil. Pembuangan zat warna ke dalam air menyebabkan rusaknya kualitas air itu sendiri, akibat sifat toksik dan karsinogenik dari zat warna tersebut.

Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan material fotokatalis yang sering diaplikasikan pada teknologi lingkungan, karena mempunyai fotoaktivitas tinggi dan bersifat stabil pada paparan sinar UV (Aprilita, 2008). Penggunaan titania sebagai bahan desinfektan alternatif untuk mengatasi pencemaran lingkungan air dan udara akibat terkontaminasi oleh mikroorganisme, mulai dikembangkan oleh Matsunaga pada tahun 1985. Matsunaga (1985) melaporkan bahwa sel mikroba

*Lactobacillus acidophilus*, *Sacharomyces cerevisiae* dan *Escherichia coli* di dalam air dapat didesinfeksi jika berkontak dengan katalis  $\text{TiO}_2$  dan dengan adanya sinar UV (Rilda, 2010). Penggunaan material titania telah dapat mengurangi pemakaian bahan desinfektan konvensional kimia seperti alkohol, detergen, klorin atau yang lainnya. Dimana desinfektan ini tidak efektif untuk beberapa bakteri patogen endospora dan tidak bersahabat dengan lingkungan karena dapat memberikan efek karsinogenik (Rilda, 2010).

Meskipun  $\text{TiO}_2$  memiliki sifat kestabilan yang tinggi, namun memiliki nilai kelistrikan yang cukup rendah dan tidak terlalu banyak menyimpan energy (Fitriana, 2014). Sehingga pada penelitian ini  $\text{TiO}_2$  direkayasa agar didapatkan sifat fisis yang lebih baik dengan cara dicampur dengan karbon aktif menjadi komposit  $\text{TiO}_2$ /karbon aktif. Hal ini dilakukan karena pengaruh penambahan karbon aktif ke dalam  $\text{TiO}_2$  sangat besar, dimana 1% berat dari bola karbon aktif dengan ukuran 100 nm bila ditambahkan ke dalam  $\text{TiO}_2$  akan memiliki efek yang sangat baik pada kinerja DSSC (Fu, dkk., 2011).

## 1.2 Maksud dan Tujuan

### 1.2.1 Maksud

Perancangan pabrik ini bermaksud untuk memenuhi kebutuhan titanium dioksida di Indonesia dan dunia, karena saat ini dan masa yang akan datang titanium dioksida banyak digunakan sebagai pigmen ataupun bakterisida yang digunakan sebagai pembuatan pasta gigi dan jenis produk lainnya. Maka dalam perancangan pabrik ini akan di rancangan pabrik kimia yang memproduksi titanium dioksida dari bahan baku ilmenite.

### 1.2.2 Tujuan

Tujuan dari prancangan pabrik Titanium Dioksida adalah :

1. Untuk meningkatkan jumlah produksi titanium dioksida yang ada di dalam negeri sehingga dapat mengurangi nilai impor.

2. Untuk memenuhi kebutuhan industry terutama industry titanium dioksida yang menggunakan mineral ilmenit sebagai bahan baku maupun bahan campuran.
3. Menerapkan disiplin ilmu teknik kimia dalam sebuah prarancangan pabrik kimia.
4. Dapat menciptakan lapangan kerja sehingga kesempatan untuk bekerja semakin bertambah.

### 1.3 Analisa Pasar

#### 1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku

Dalam proses produksi ketersediaan bahan baku merupakan penunjang penting, pemasok bahan baku produksi TITANIUM DIOXIDE adalah sebagai berikut:

1. PT. Bangun banua Kalimantan, Kalimantan untuk pemasok ilmenite
2. PT. Jhonlin baritama, Kalimantan pemasok untuk ilmenite
3. PT. Karbon kartanegara, Kalimantan untuk pemasok ilmenite
4. PT. Nusa arta, Kalimantan untuk pemasok asam sulfat

#### 1.3.2 Kebutuhan Produk

Titanium Dioksida relatif besar dalam produksi berbagai jenis tinta, mulai dari 25% sampai 50%, dan beberapa bahkan lebih besar. Oleh karena itu, titanium dioksida memainkan peran penting dalam kualitas tinta. Ada tiga jenis kristal titanium dioksida di alam, yaitu tipe rutile, anatase tipe dan jenis piring titanium. Karena bentuk kristal titanium tipe pelat titanium dioksida sangat tidak stabil, bubuk titanium putih cocok untuk produksi tinta adalah hanya rutile type dan anatase type, dan keduanya adalah bentuk kristal tetragonal.

Berikut ini merupakan data perkembangan *Titanium Di oxide* di Negara Lain yang di tunjukan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1.3.1 Kebutuhan *Titanium Di oxide* Di negara Lain

| Negara      | Impor (Ton) |
|-------------|-------------|
| Amerika     | 6870        |
| Eropa       | 5870        |
| Jepang      | 1320        |
| Australia   | 780         |
| Negara Lain | 4030        |

#### 1.4 Penentuan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi merupakan hal terpenting dalam merancang pabrik karena kapasitas produksi yang dibuat dapat mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis seperti biaya bahan baku, biaya produksi dan juga keuntungan dari hasil penjualan produk.

Pabrik pembuatan Titanum di oxide direncanakan akan didirikan pada tahun 2025, melalui pertimbangan terhadap peluang dari kebutuhan Negara lain berdasarkan data yang akan direncanakan sebagai berikut :

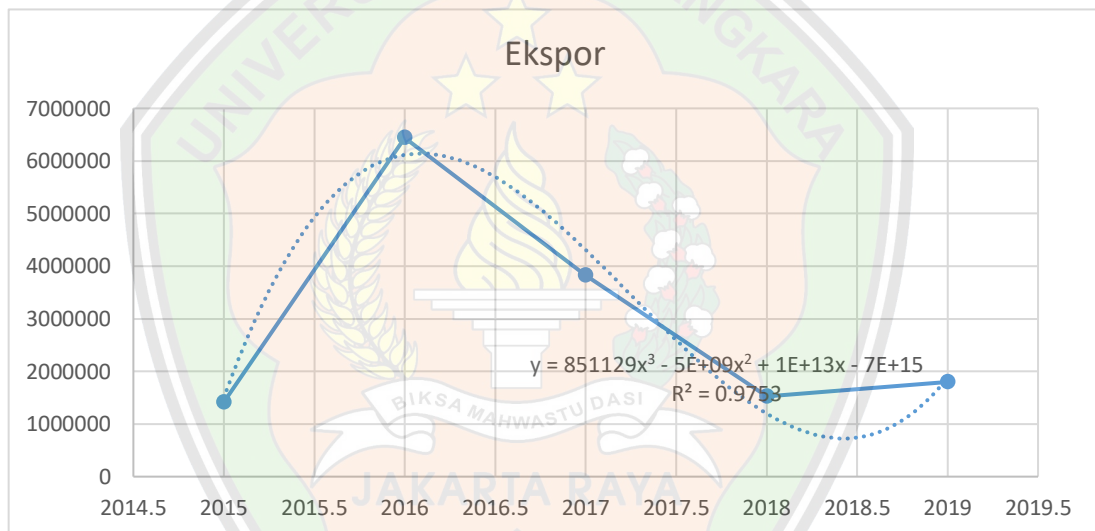
Tabel 1.4.1 Data Ekspor Impor dan Konsumsi Titanium Dioksida Diindonesia

| Tahun | Ekspor    | Impor       | Konsumsi |
|-------|-----------|-------------|----------|
| 2015  | 1.417,414 | 79.929,763  | 55940    |
| 2016  | 6.439,665 | 90.622,402  | 54070    |
| 2017  | 3.826,672 | 100.464,538 | 55940    |
| 2018  | 1.522,508 | 97.693,774  | 54070    |
| 2019  | 1.796,647 | 94.095,163  | 59680    |

Tabel 1.4.2 Data Ekspor

| Tahun | X  | Ekspor   |
|-------|----|----------|
| 2015  | 1  | 1417414  |
| 2016  | 2  | 6439665  |
| 2017  | 3  | 3826672  |
| 2018  | 4  | 1522508  |
| 2019  | 5  | 1796647  |
| Total | 15 | 15002906 |

Dengan menggunakan perhitungan analisa regresi didapatkan metode analisa regresi polinomial orde 3 dimana  $R^2$  mendekati 1, seperti pada grafik berikut :



Gambar 1.4-1 Grafik Ekspor Titanium Dioksida Di Indonesia

Dari hasil perhitungan tersebut maka didapatkan :

$$\alpha_3 = 851129x^3 \quad \alpha_2 = -5E+09x^2 \quad \alpha_1 = 1E+13x \quad \alpha_0 = -7E+15$$

Tahap awal produksi diperkirakan pada tahun 2025 adalah :

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x^3$$

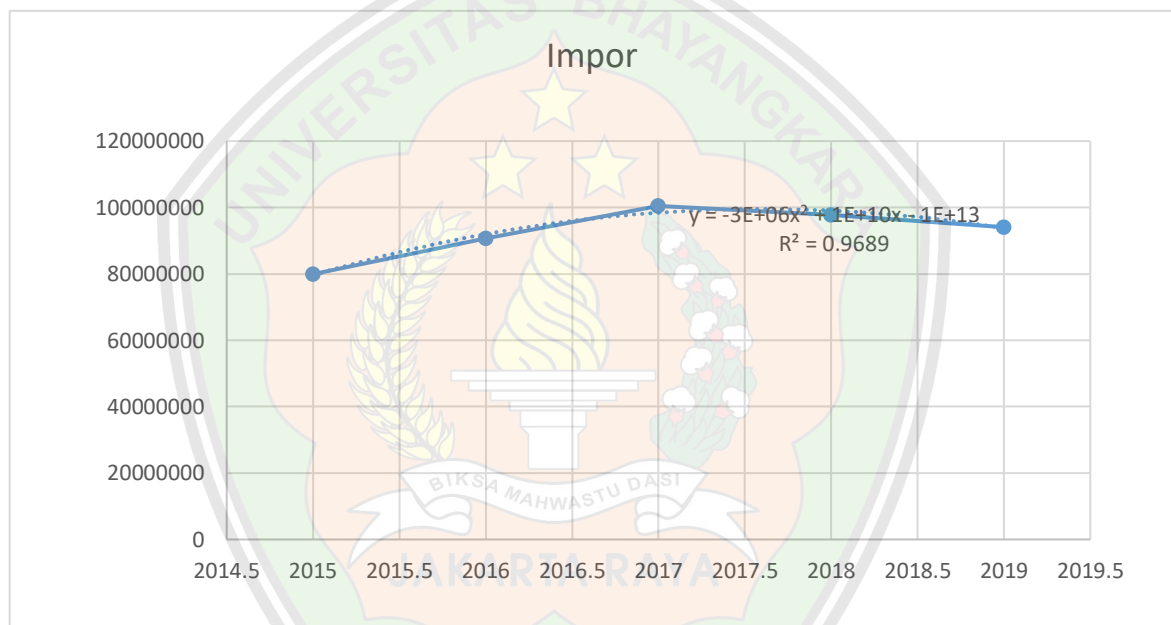
$$y = -7E+15 + 1E+13(11) + (-5E+09x^2)(121) + 851129x^3(1331)$$

$$= -6.89E+15 \text{ Ton/Tahun}$$

Tabel 1.4.3 Data Impor

| Tahun | X  | Impor     |
|-------|----|-----------|
| 2015  | 1  | 79929763  |
| 2016  | 2  | 90622402  |
| 2017  | 3  | 100464538 |
| 2018  | 4  | 97693774  |
| 2019  | 5  | 94095163  |
| Total | 15 | 462805640 |

Dengan menggunakan perhitungan analisa regresi didapatkan metode analisa regresi polinomial orde 3 dimana  $R^2$  mendekati 1, seperti pada grafik berikut :



Gambar 1.4-2 Grafik Impor Titanium Dioksida Di Indonesia

Dari hasil perhitungan tersebut maka didapatkan :

$$\alpha_3 = -3E+06x^2 \quad \alpha_2 = 1E+10x \quad \alpha_1 = 1E+13 \quad \alpha_0 = 0$$

Tahap awal produksi diperkirakan pada tahun 2025 adalah :

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x + \alpha_3 x^2$$

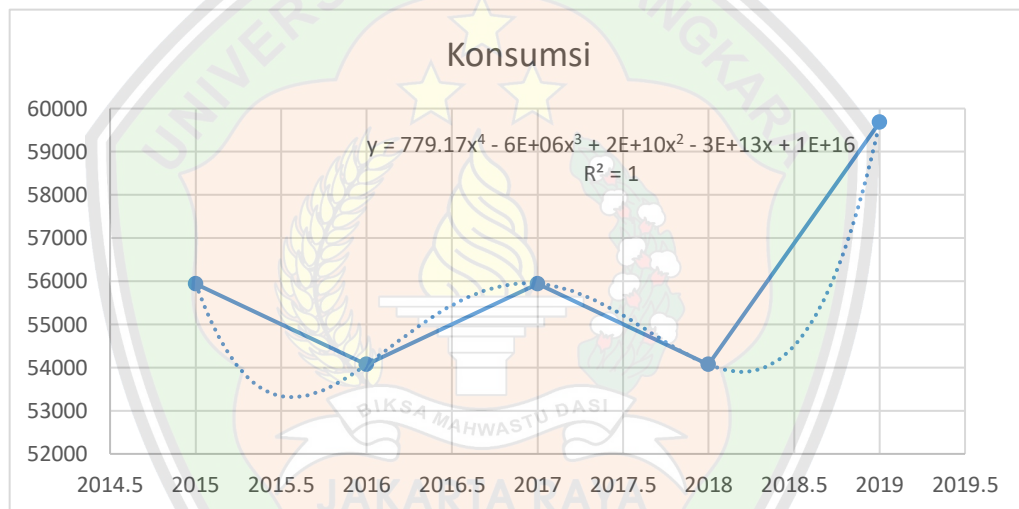
$$y = 0 + 1E+13 + 1E+10(11) + (-3E+06)(121)$$

$$= 1.01E+13 \text{ ton/tahun}$$

Tabel 1.4.4 Data Konsumsi Dalam Negeri

| Tahun | X  | Konsumsi |
|-------|----|----------|
| 2015  | 1  | 55940    |
| 2016  | 2  | 54070    |
| 2017  | 3  | 55940    |
| 2018  | 4  | 54070    |
| 2019  | 5  | 59680    |
| Total | 15 | 279700   |

Dengan menggunakan perhitungan analisa regresi didapatkan metode analisa regresi polinomial orde 3 dimana  $R^2$  mendekati 1, seperti pada grafik berikut :



Gambar 1.4-2 Grafik Konsumsi Titanium Dioksida Diindonesia

Dari hasil perhitungan tersebut maka didapatkan :

$$\alpha_4 = 779.17x^4 \quad \alpha_3 = -6E+06x^3 \quad \alpha_2 = 2E+10x^2 \quad \alpha_1 = 3E+13x$$

$$\alpha_0 = 1E+16$$

Tahap awal produksi diperkirakan pada tahun 2025 adalah :

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x^3 + \alpha_4 x^4$$

$$y = 1E+16 + 3E+13(11) + 2E+10x^2(121) + (-6E+06)(1331) + 779.17(14641)$$

$$= 9.67\text{E}+15 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga kebutuhan Titanum Dioksida di tahun 2025 adalah :

$$\text{Peluang } T_{2025} = m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$= -6.89\text{E}+15 + 1.01\text{E}+13 + m_3 = 0 + 9.67\text{E}+15$$

$$= 27.86.996.416.777.00 \text{ ton/tahun}$$

Maka,

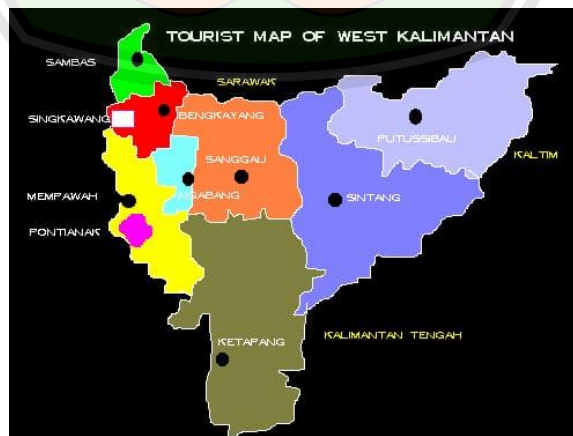
$$= 27.86.996.416.777.00 \times 0.56\%$$

$$= 145.179 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan dari persamaan diatas, maka kapasitas yang di rencanakan untuk produksi Titanum Dioksida di Indonesia tahun 2025 hanya 0,56% dari perhitungan mengingatkan bahwa perkembangan titanium dioksida yang cukup sedikit maka di ambil kebijaksanaan kapasitas sebesar 145.000 ton/tahun.

### 1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Dalam mendirikan suatu pabrik salah satu faktor yang harus di perhatikan adalah pemilihan lokasi berdirinya pabrik, pendirian pabrik Titanium Dioxide dengan kapasitas ton/tahun direncanakan akan didirikan didaerah kalimantan singkawang, dengan pertimbangan sebagai berikut :



#### 1. Pemasaran Produk

Salah satu faktor didirikannya pabrik titanium dioxide adalah lokasi pemasaran produk yang terjangkau, karena purwakarta perbatasan dengan kota padat penduduk seperti, karawang, bandung dan subang. Dengan pertimbangan tersebut diharapkan pemasaran produk dapat dengan mudah di jangkau oleh konsumen.

#### 2. Lokasi penghasil bahan baku

Bahan baku pembuatan Titanium dioxide adalah ilmenite, lokasi pabrik Titanium dioxide tidak jauh dari lokasi bahan baku utama yaitu ilmenite,. Asam sulfat diperoleh dari PT. Nusa arta dikalimantan timur, untuk pemasok ilmenite di daerah Kalimantan timur. Dengan pertimbangan tersebut diharapkan tersebut diharapkan pasokan bahan baku ke lokasi pendirian pabrik sampai dengan mudah.

#### 3. Keperluan Utilitas

Daerah Kalimantan Timur adalah lokasi yang strategis untuk mendirikan pabrik terutama dalam hal utilitas, karena daerah ini dekat dengan sungai-sungai yang memudahkan untuk keperluan utilitas pabrik salah satunya sungai yang mempunyai debit besar yaitu sungai Loa Haur.

#### 4. Tenaga kerja

Lokasi yang dekat dengan kota padat penduduk, sehingga memudahkan dalam mendapatkan tenaga kerja, selain hal tersebut daerah Kalimantan Timur terdapat pabrik yang berdiri sehingga Kalimantan merupakan salah satu kota yang dijadikan tempat mencari kerja.

#### 5. Transportasi

Berdasarkan Badan Pemerintah daerah kalimantan, Kabupaten Purwakarta berbeda pada titik temu tiga koridor utama lalu-lintas yang sangat strategis, yaitu Purwakarta-Jakarta, Purwakarta-Bandung.

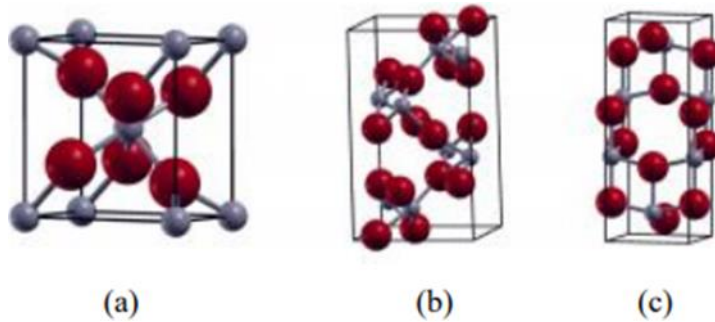
### 1.6 Tinjauan Pustaka

Titanium dioksida atau titanium oksida adalah senyawa anorganik berwujud padat dan berwarna putih yang tidak mudah terbakar serta sulit larut dalam air

dingin, asam klorida, asam nitrat, namun dapat larut dalam asam sulfat pekat dan asam florida (www.sciencelab.com). Titanium dioksida mempunyai rumus molekul  $\text{TiO}_2$  dan memiliki berat molekul 79,87 (Perry, 2008). Titanium dioksida terdapat di alam dalam bentuk endapan, batuan, dan pasir yang umumnya membentuk senyawa oksida (Juniarsih, 2015). Senyawa oksida titanium yang terbentuk di permukaan bumi. Titanium dioksida terdapat di alam dalam tiga jenis struktur kristal, yaitu : rutil, anatase, dan brookite (Habashi, 1997). Struktur rutil merupakan struktur paling stabil di semua suhu dibandingkan dua struktur lainnya sedangkan pada suhu diatas 7000C, anatase akan terkonversi menjadi rutil (Habashi, 1997; Kirk-Othmer, 1997). Struktur kristal rutil dan anatase adalah tetragonal sedangkan brookite adalah orthorhombic (Kirk-Othmer, 1997). Struktur rutil dan anatase digambarkan dalam bentuk rantai oktahedral  $\text{TiO}_6$ . Struktur kedua kristal dibedakan oleh distorsi oktahedron dan pola susunan oktahedronnya (Setiawan, 2012)

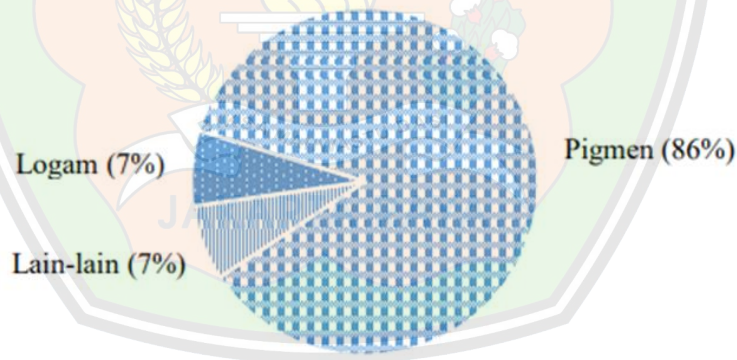
| Mineral                              | Formula                            | $\text{TiO}_2$ , % |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| <i>Rutile</i>                        | $\text{TiO}_2$                     | 92-98              |
| <i>Anatase</i>                       | $\text{TiO}_2$                     | 90-95              |
| <i>Brookite</i>                      | $\text{TiO}_2$                     | 90-100             |
| <i>Ilmenite</i>                      | $\text{FeTiO}_3$                   | 35-60              |
| <i>Leucoxene</i>                     | $\text{FeO}_3 \cdot n\text{TiO}_2$ | 60-90              |
| <i>Perovskite</i>                    | $\text{CaTiO}_3$                   | 40-60              |
| <i>Titanite</i><br>( <i>sphene</i> ) | $\text{CaTiSiO}_3$                 | 30-42              |
| <i>Titanomagnetite</i>               | $(\text{FeTi})_2\text{O}_3$        | 2-20               |

(Sumber : Habashi, 1997)



(Sumber : Esch, 2014)

Titanium dioksida memiliki banyak kegunaan dan umumnya digunakan sebagai pigmen. Titanium dioksida digunakan sebagai logam titanium karena memiliki sifat yang ringan dan kuat dimana kekuatannya sama seperti baja tetapi 45% lebih ringan, serta tahan korosi sehingga digunakan dalam industri penerbangan, industri bangunan, industri alat olah raga, dan alat-alat bedah.



### Kegunaan Titanium Dioxide

Sumber : TZ Minerals International (TZMI))

Kegunaan titanium dioksida lainnya yaitu sebagai pigmen cukup luas, antara lain digunakan dalam pembuatan pelapis arsitektur (cat), pelapis lainnya seperti otomotif, plastik, kertas, tinta, serat, kosmetik, makanan, dan farmasi (Iluka,

2014). Penggunaan titanium dioksida sebagai pigmen karena sifatnya yang memiliki kecerahan dan indeks bias yang sangat tinggi serta tahan terhadap perubahan warna dibawah sinar UV.

#### 1.6.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara Termodinamika dapat digunakan untuk mengetahui sifat reaksi yang membutuhkan panas (endotermis) atau melepaskan panas (eksotermis), dan juga untuk mengetahui arah reaksi, apakah reaksi tersebut berjalan searah (irreversible) atau berbalik (reversible). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis/endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar ( $\Delta H^{\circ}_f$ ) pada  $P = 1 \text{ atm}$  dan  $T = 298 \text{ K}$  serta Energi Gibbs nya ( $\Delta G^{\circ}$ ) dari masing-masing komponen.

Untuk menentukan sifat reaksi apakah berjalan secara eksotermis atau endotermis maka perlu pembuktian dengan menggunakan panas reaksi ( $\Delta H^{\circ}_f$ ) yang dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\Delta H^{\circ}_{\text{reaksi}} = \Sigma \Delta H^{\circ}_f \text{produk} - \Sigma \Delta H^{\circ}_f \text{reaktan}$$

Data  $\Delta H^{\circ}_f$  untuk masing-masing komonen sebagai berikut :

| Komponen          | $\Delta H^{\circ}_f \text{ kJ/mol}$ | $\Delta G^{\circ}_f \text{ kJ/mol}$ |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Besi              | -266,27                             | -245,12                             |
| Asam sulfat       | -813,989                            | -690,003                            |
| Air               | -285,83                             | -228,572                            |
| Besi sulfat       | -928,4                              | -820,8                              |
| Titanium dioksida | -955                                | -889,52                             |

Keterangan

Jika

$\Delta H^{\circ} \text{reaksi} = -$  (negative), maka reaksi bersifat eksotermis

$\Delta H^{\circ} \text{reaksi} = +$  (positif), maka reaksi bersifat endotermis

$$\Delta H^{\circ} \text{reaksi} = \Sigma \Delta H^{\circ} \text{produk} - \Sigma \Delta H^{\circ} \text{reaktan}$$

$$= [\Delta H^{\circ} \text{f}_{\text{TiO}} + (\Delta H^{\circ} \text{f}_{\text{FeSO}_4})] - [\Delta H^{\circ} \text{f}_{\text{FeO}} + [2 \times \Delta H^{\circ} \text{f}_{\text{H}_2\text{SO}_4}]$$

$$= [-955 + (-928,4)] - [-266,27 + [2 \times (-813,989)]]$$

$$= (-1883,4) - (-1894,248)$$

$$= -10,848 \text{ kJ/mol.jam}$$

Menghitung besar nilai  $\Delta G^{\circ} \text{f}$  total dengan menggunakan persamaan van't Hoff

$$\Delta G^{\circ} \text{f total} = \Sigma \Delta G^{\circ} \text{f produk} - \Sigma \Delta G^{\circ} \text{f reaktan}$$

$$= [-889,52 + (-820,8)] - [(-245,12 + [2 \times (-690,003)])]$$

$$= (-1710,32) - (-1627,126)$$

$$= -83,194 \text{ KJ/mol}$$

Menentukan nilai konstanta kesetimbangan (K) pada suhu 298,15 dengan persamaan :

$$\Delta G^{\circ} \text{f} = -RT \ln K \text{ dengan } R = 0,008314 \text{ KJ/Kmol.k (ketetapan gas)}$$

$$K_{298,15} = \exp \frac{\Delta G^{\circ} \text{f}}{RT}$$

$$= \exp \frac{-83,194}{0,008314 \times 298,15}$$

$$= \exp (0,4189)$$

$$K_{298,15} = 1,4189$$

Menghitung nilai K suhu operasi 333,15 K (60°C)

$$d(\ln K) = \frac{-\Delta H^{\circ}}{RT^2} dt$$

$$\ln \frac{K_{\text{operasi}}}{K_{298,15}} = \frac{-\Delta H_{298,15}}{R} \left[ \frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298,15}} \right]$$

$$\ln \frac{KT_{335}}{1,4189} = \frac{-10,848}{8,314} \left[ \frac{1}{333,15} - \frac{1}{289,15} \right]$$

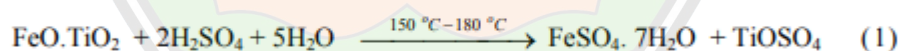
$$\ln \frac{KT_{333,15}}{1,4189} = 0,00059$$

$$K_{\text{Toperasi}} = 1,00059$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai  $K_{\text{Toperasi}}$  sebesar 1,00059 , jadi reaksi berjalan secara reversible.

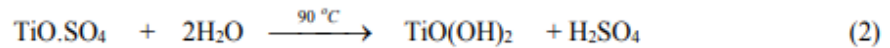
### 1.6.2 Tinjauan Kinetika Reaksi

Salah satu sumber mineral ilmenit yang ada di Indonesia adalah berasal dari hasil samping pengolahan biji timah di PT Tambang Timah. Mineral ilmenit yang dihasilkan mengandung  $\text{TiO}_2$  hingga 40% dengan jumlah rata-rata 120 ton/bulan. Selama ini mineral ilmenit yang dihasilkan digunakan pihak PT Tambang Timah untuk menutupi lubang-lubang yang muncul akibat adanya penggalian tanah dan batuan. Titanium merupakan logam yang mempunyai kekuatan sama dengan baja tetapi 45% lebih ringan daripada baja. Logam titanium 60% lebih berat daripada aluminium tetapi dua kali lebih kuat (Binns, 2001). Hampir 90% titanium yang dikonsumsi dunia adalah berbentuk titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) (Gambogi, 1997). Dalam abad 21 ini logam titanium banyak digunakan dalam industri misalnya industri pesawat terbang dan elektronik. Titanium diperoleh dengan mereaksikan

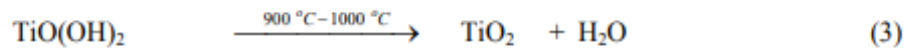


( $\text{TiO}_2$ ) dan gas klorid dan carbon (Inoue, et al., 1998; Rosenberg, et. al, 2001; Ishigami, et. al, 2002). Pigment  $\text{TiO}_2$  sintetis merupakan pigmen hasil pengolahan, yang pada umumnya secara kimia diperoleh dari deposit alam yang mengandung oksida titanium sehingga diperoleh mineral  $\text{TiO}_2$  dengan kemurnian melebihi 90 % berat (Sumardi, 1999). Proses pembuatan  $\text{TiO}_2$  sintetis dari ilmenit dengan proses sulfat dapat ditulis sebagai berikut : (Reed, 1988 ; Kirk & Othmer, 1983) :

Ferri sulfat yang terbentuk direduksi dengan menambahkan iron scrap. Hasil reaksi akan membentuk kristal  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Cooperas). Larutan sisa dipekatkan (Shreeve & Brink, 1977) kemudian dihidrolisis (Kirk dan Othmer, 1983),



Menurut Reed (1977), untuk mendapatkan bentuk rutil dari tetrahedral  $\text{TiO}_2$ , selama hidrolisis ditambahkan bibit kristal  $\text{TiO}_2$  (rutil form). Kemudian Titanium oksida terhidrat dikalsinasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$ .



$\text{TiO}_2$  yang didapat dari proses sulfat memiliki kemurnian lebih besar 90%, dan dapat dipakai sebagai white pigment. Hasil samping dari proses sulfat, dapat diolah untuk menjadi pigment merah hematit,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , yaitu dari pengolahan hasil  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , dengan cara kalsinasi (Hoecker, 1997). Kristalisasi atau penghabluran (crystallization) ialah peristiwa pembentukan partikel-partikel zat padat di dalam suatu fase homogen. Kristalisasi dapat terjadi karena adanya pembentukan partikel padat di dalam uap, sebagai pembekuan (solidification) di dalam lelehan cair atau sebagai kristalisasi dari larutan cair. Kristal yang terbentuk spontan biasanya cukup murni, larutan induk (mother liquor) yang berasal dari magma saat dipanen mengandung kristal sisa yang terikut. Larutan induk perlu dipisahkan dari kristal dengan filtrasi atau sentrifuge, selanjutnya dicuci dengan solven segar. Pemurnian diperlukan untuk mendapatkan ukuran dan keseragaman kristal.

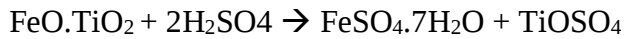
## 1.7 Proses Pembuatan Titanium Dioksida

### 1.7.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Proses persiapan bahan baku dilakukan dengan memasuki proses silotank, didalam silotank ditambahkan asam sulfat dan air. Kemudian dimasukkan kedalam ball mill dengan suhu  $1200^\circ\text{C}$  dengan prosese tertutup agar oksigen tidak masuk kedalam ball mill.

### 1.7.2 Proses Mixing

Hasil persiapan bahan baku kemudian di campurkan kembali didalam ball mill dengan ukuran 200 Mesh. Hasil pencampuran kemudian ditambahkan dengan iron scrap.



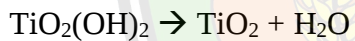
### 1.7.3 Proses Reduksi

Ferri sulfat yang terbentuk direduksi. Hasil reaksi akan membentuk kristal  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (*coopers*). Larutan sisa dipekatkan kemudian dihidrolisis dengan persamaan reaksi berikut :



### 1.7.4 Proses Hidrolisis

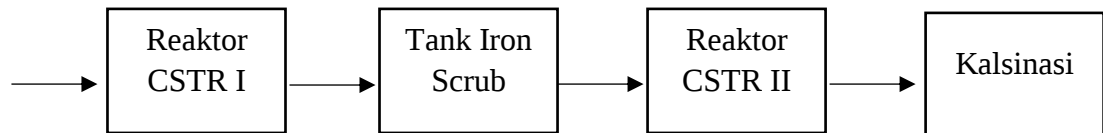
Untuk mendapatkan bentuk rutil dari tetrahedral  $\text{TiO}_2$ , selama hidrolisis ditambahkan bibit kristal  $\text{TiO}_2$  (rutil from). Kemudian titanium dioksida terhidrat dikalsinasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$ .



### 1.7.5 Proses Kalsinasi

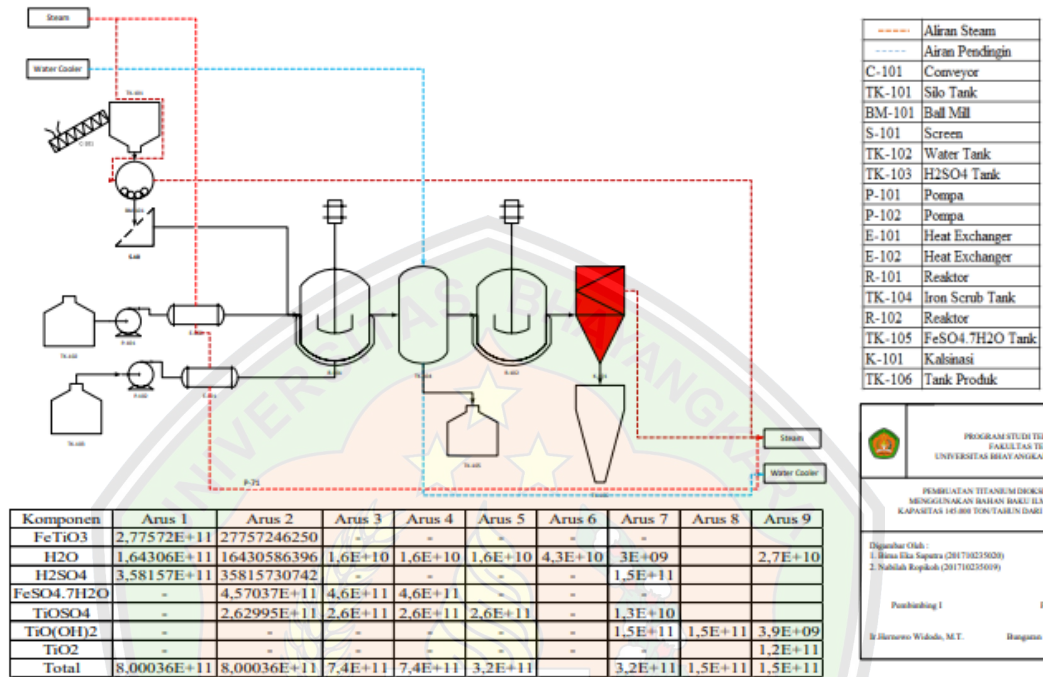
$\text{TiO}_2$  yang didapat dari proses sulfat memiliki kemurnian lebih besar 90%, dan dapat dipakai sebagai white pigment. Hasil samping dari proses sulfat, dapat diolah untuk menjadi pigment merah hematit,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , yaitu dari pengolahan hasil  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , dengan cara kalsinasi.

### 1.8 Blok Diagram Kuantitatif



## 1.9 Flowsheet Titanium Dioksida

### PEMBUATAN TITANIUM DIOKSIDE DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKU ILMENITE DENGAN KAPASITAS 145.000 TON/TAHUN DARI TITANLY SULFATE



## 1.10 Spesifikasi Bahan

### 1.10.1 Bahan Baku

Ilmenite adalah oksida mineral titanium-besi dengan formula ideal  $\text{FeTiO}_3$ . Ilmenite memiliki magnetisme lemah dengan kenampakan hitam atau abu-abu baja yang solid.

Sifat Fisika dari Titanium Dioxide

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| Rumus Kimia | $\text{FeTiO}_3$          |
| Warna       | Black, gray, brown        |
| Berat Jenis | 4.70 – 4.79               |
| Kilap       | Metalik hingga submetalik |

(sumber : badan pusat statistik, 2009)

### 1.10.2 Spesifikasi Bahan Pendukung

#### A. Besi

Besi merupakan unsur kimia dengan simbol Fe dan nomor atom 26. Merupakan logam dalam deret transisi pertama.

Sifat Fisika :

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| Rumus Kimia  | Fe                     |
| Titik Lebur  | 1536°C                 |
| Si (Silikon) | 1,8 – 2,4%             |
| Karbon       | 3,5%                   |
| Densitas     | 1290 kg/m <sup>3</sup> |
| Titik Didih  | 2862°C                 |
| Kepadatan    | 7.874 m <sup>3</sup>   |

|             |      |
|-------------|------|
| Massa Jenis | 4,36 |
|-------------|------|

(Sumber : Perry, 2008)

Sifat Kimia :

- Rumus kimia itu memiliki unsur kimia dengan simbol Fe serta dengan nomor atom 26

#### B. Asam Sulfat

Asam Sulfat merupakan asam mineral yang kiat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia.

Sifat Fisika :

|               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| Rumus Molekul | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| Titik Lebur   | 10°C                           |
| Titik Leleh   | 36°C                           |
| Titik Didih   | 98,3%                          |
| Densitas      | 98,03 g/mol                    |
| Keasaman      | 1,98% pada 25°C                |

(Sumber : dosen pendidikan)

Sifat Kimia :

- Larut dalam air
- Terurai dalam alkohol 95%
- Asam sulfat zat pendehidrasi

### C. Air

Air merupakan zat cair, pada kondisi standar tidak memiliki [rasa](#), [bau](#) maupun [warna](#) dan terdiri atas hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O. Secara alami Air memiliki tiga wujud sekaligus seperti padat (es), cair (air), dan gas (uap air). Air memiliki kemampuan untuk melarutkan zat kimia seperti garam, asam, gas, serta molekul organik. Dengan demikian tidak jarang air disebut sebagai zat pelarut universal. Air berada dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat dibawah tekanan dan temperatur standar.

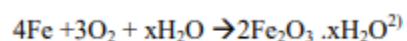
Sifat Fisika :

|                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| Rumus Kimia      | H <sub>2</sub> O        |
| Titik Didih      | 100°C                   |
| Berat Molekul    | 18.0153 g/mol           |
| Fasa             | Cair                    |
| Specific gravity | 0,998 g/cm <sup>3</sup> |

(Sumber : Perry chemical vol 8, edition)

### D. Besi Sulfat

Senyawa besi adalah besi (II) sulfat sebagai bahan pengikat zat warna dan sumber ion Fe<sup>2+</sup> untuk keperluan analisis volumetric, besi (III) sulfat atau besi (III) ammonium sulfat sebagai bahan koagulan pengolahan limbah industri dan air jernih 1) serta pengikat zat warna, dan besi (III) klorida sebagai pelarut lapisan tembaga di permukaan PCB.1) . Besi berkarat merupakan senyawa besi (III) oksida yang sering disebut “karat”. Karat adalah produk reaksi logam besi dengan udara lembab sesuai reaksi:



|               |                              |
|---------------|------------------------------|
| Rumus Molekul | FeSO <sub>4</sub>            |
| Titik Lebur   | 70%                          |
| Densitas      | 2,89 g/cm <sup>3</sup>       |
| Massa Molar   | 151,908 g/mol                |
| Kelarutan     | Tidak tercampur pada alkohol |
| Bau           | Tidak Berbau                 |

### 1.10.3 Produk

#### A. Titanium Dioksida

Titanium dioksida, disebut juga titanium(IV) oksida atau titania, adalah oksida titanium yang muncul secara alami dengan rumus kimia TiO<sub>2</sub>. Umumnya, senyawa ini didapat dari ilmenit, rutil, dan anatase. Titanium dioksida dimanfaatkan secara luas untuk berbagai keperluan seperti cat, pelindung sinar matahari, dan pewarna makanan. Apabila digunakan sebagai pigmen, senyawa ini disebut putih titanium,

|                       |                                                                  |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------|
| Rumus kimia           | TiO <sub>2</sub>                                                 |
| Masa Molar            | 79,866 g/mol                                                     |
| Penampilan            | Padatan Putih                                                    |
| Bau                   | Tidak berbau                                                     |
| Densitas              | 4,23 g/m <sup>3</sup> (rutil)<br>3,78 g/m <sup>3</sup> (anatase) |
| Titik lebur           | 3317 - 3362°F                                                    |
| Titik didih           | 4532 - 5432°F                                                    |
| Kerentanan            | + 5,9 . 10 <sup>-6</sup> cm <sup>3</sup> /mol                    |
| Molar standar entropi | 50 J . mol <sup>-1</sup> . K <sup>-1</sup>                       |

|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| Entalpi standar formasi | -945 kJ . mol <sup>-1</sup> |
| Berat Jenis (air=1)     | 3,84 – 4,26                 |

(Sumber : wordpress.com)

#### 1.10.4 Kegunaan Produk

##### A. Titanium Dioksida

- Titanium digunakan untuk meningkatkan warna putih makanan tertentu, seperti produk susu dan permen.
- Titanium digunakan sebagai bahan tambah makanan dan penambah rasa dalam berbagai makanan putih termasuk sayuran kering, kacang-kacangan, biji, sup dan mustard serta bir dan anggur. Titanium dioksida bisa memantulkan cahaya yang dengan baik sangat ideal untuk digunakan sebagai lapisan pelindung untuk banyak produk seperti komponen mobil, cermin optik dan juga dimasukkan kedalam cet karena kemampuan refraktifnya itu, maka senyawa ini adalah komponen yang digunakan untuk melapisi mobil, kapal dan pesawat terbang. Selain itu titanium ditemukan disekitar konstruksi dan bahan bangunan.