

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dalam perkembangan Era Globalisasi saat ini Indonesia merupakan salah satu negara agraris, dimana Indonesia memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah, oleh sebab itu pembangunan di Indonesia dititik beratkan pada sektor pertanian. Dan untuk memenuhi kebutuhan sumber pangan dalam negeri maka Pemerintah Indonesia melakukan swasembada pangan dimana cara tersebut merupakan langkah yang otentik dalam melakukan penyuburan lahan pertanian yang sebagian besar lahan pertanian di Indonesia merupakan lahan dengan kandungan asamyang tinggi, sehingga di butuhkan pupuk pertanian dalam skala yg besar untuk memenuhi rencana tersebut.

Salah satu pupuk pertanian yang banyak di konsumsi merupakan pupuk Fosfat seperti NPK, DSP, TSP, SP-36, PONSKA dan pupuk Fosfat lain nya. Dalam pemenuhan kebutuhan pupuk tersebut dapat di lakukan dengan cara pendirian pabrik pupuk dalam negeri, guna mencukupi kapasitas kebutuhan lahan pertanian untuk melakukan Swasembada pangan.

Selain itu penggunaan asam Fosfat tidak hanya di gunakan dalam industry pertanian namun juga dalam industry lain nya seperti industry sabun, makanan, minyak goreng, tekstil, ester organic dan lain nya. (Shreve,1995)

Sejauh ini kebutuhan asam Fosfat dalam negeri di perkirakan mencapai 600.000 ton / tahun, dan selama ini pemenuhan kebutuhan pupuk fosfat di Indonesia masih di penuhi dari PT. Petrokimia Gresik yang hanya memiliki kapasitas produksi 200.000 ton / tahun. Dengan kapasitas industry pupuk fosfat dalam negeri yang tidak mencukupi maka kekurangan dari kebutuhan pupuk fosfat tersebut di impor dari Yordania sebanyak 400.000 ton / tahun guna memenuhi kapasitas tersebut. (Badan Pusat Statistik)

Angka impor pupuk fosfat yang cukup besar guna pemenuhan swasembada pangan dalam negeri tersebut di kahawatirkan dapat mengganggu stabilitas ekonomi dan keuangan dalam negeri karena menggunakan dana APBN yg cukup besar, dan untuk mengatasi hal tersebut maka sebaiknya didirikan industry pupuk fosfat di Indonesia, agar dapat

mencukupi kebutuhan pupuk fosfat dalam negeri sehingga dapat menutupi nilai impor yang cukup besar serta menghemat anggaran APBN dalam negeri.

Pupuk Asam Fosfat masih menjadi salah satu pupuk utama di pertanian Indonesia. Pupuk ini mengandung unsur fosfor (P) yang merupakan satu dari tiga unsur yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar (dibandingkan unsur yang lain) disamping nitrogen dan kalium.

Unsur P diperlukan dalam pertumbuhan tanaman, kekurangan unsure hara makro ini dapat mengakibatkan kekurangan kemampuan tanaman untuk mengabsorpsi unsure hara lainnya, (Soepardi, 1983). Menurut Buckman dan Brandy (1982) unsur (P) dalam tanaman antara lain digunakan untuk pembelahan sel, pembentukan lemak, pembuangan, pembuahan, perkembangan akar, memperkuat batang, kekebalan terhadap penyakit dan lain sebagainya. Dengan banyaknya manfaat dari unsur P ini, maka pupuk Fosfat alam merupakan produk yang banyak digunakan oleh petani.

1.2 Maksud dan Tujuan Pendirian Pabrik

Pertimbangan utama yang melatarbelakangi pendirian Pabrik Asam Fosfat adalah, Indonesia merupakan Negara Agraris yang sebagian besar lahannya digunakan untuk sektor pertanian dan merupakan lahan asam, pendirian pabrik Asam Fosfat diharapkan menjadi solusi pemenuhan kebutuhan dalam sektor pertanian yang cukup besar dalam pemenuhan kebutuhan pupuk di sektor pertanian, sehingga kita dapat mengurangi jumlah impor serta menghemat anggaran dana APBN untuk kebutuhan tersebut.

1.3 Penentuan Kapasitas Produksi

1.3.1 Kebutuhan Produk

Penentuan kapasitas pabrik asam Fosfat ini ditentukan berdasarkan impor fosfat Indonesia. Data impor fosfat dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.1 Data impor dan ekspor Asam Fosfat (2011 – 2015)

No	Tahun	Impor (Kg)	Ekspor (Kg)
1	2011	21.265.682	0
2	2012	303.577.427	17.955
3	2013	230.881.214	50
4	2014	151.388.706	305
5	2015	102.100.206	506.606

Sumber: Badan Pusat Statistik

1.3.2 Perhitungan Kapasitas Produksi

Berdasarkan data impor asam fosfat yang dihimpun dari Badan Pusat Statistik selama periode tahun 2011 – 2015 diperoleh data kebutuhan dalam negeri seperti pada Tabel 1.2.

Berdasarkan data yang diperoleh, penentuan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan memperkirakan kebutuhan asam fosfat di Indonesia pada tahun yang akan datang. Proyeksi kebutuhan dilakukan menggunakan analisa regresi *Least Square*, di bawah ini :

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

Dengan,

$$a = \bar{y}$$

$$b = \frac{\sum(\bar{x} - x) - (\bar{y} - y)}{\sum(\bar{x} - x)^2} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

Keterangan:

y = variabel terikat (konsumsi)

a = *axis interscept*

b = *slope of regression line*

x = variabel bebas (periode tahun)

\bar{x} = x rata – rata

\bar{y} = y rata – rata

n = jumlah data yang diobservasi

(Miller, 2010)

Untuk menghitung proyeksi kebutuhan asam fosfat Indonesia, dihitung terlebih dahulu variabel-variabel yang diperlukan seperti pada Tabel 1.2 di bawah ini:

Tabel 1.2 Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Natrium Bikarbonat

Tahun	Periode Waktu (X)	X ²	Konsumsi dalam Ton (Y)	X.Y
2011	1	1	221.265,68	221.265,68
2012	2	4	503.559,47	1.007.118,94
2013	3	9	430.881,16	1.292.643,49
2014	4	16	351.388,40	1.405.553,60
2015	5	25	301.593,60	1.507.968,00
Σ	15	55	1.808.688,32	5.434.549,72
n (data)	5	5	5,00	5,00
Average	3	11	361.737,66	1.086.909,94

Perhitungan :

$$a = \bar{y} = 361.737,66$$

$$b = \frac{\sum(\bar{x} - x) - (\bar{y} - y)}{\sum(\bar{x} - x)^2} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$b = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{\{5.434.549,72 - \frac{(15)(1.808.688,32)}{5}\}}{\{55 - \frac{(15)^2}{5}\}}$$

$$b = \frac{\{5.434.549,72 - 5.426,064,96\}}{\{55 - 45\}} = \frac{8.484,76}{10} = 848,4765$$

Maka diperoleh persamaan,

$$y = a + b (x - \bar{x})$$

$$y = 361.737,66 + 848,4765 (x - 3)$$

$$y = 359.192,23 + 848,4765x$$

Berdasarkan persamaan di atas dapat dibuat proyeksi konsumsi asam fosfat pada tahun mendatang dengan mengubah x sebagai periode tahun yang ingin ditentukan. Misal:

Untuk menghitung konsumsi asam fosfat pada tahun 2017 ($x = 10$) adalah sebagai berikut :

$$y = 1.737,66 + 848,4765 (x - 3)$$

$$y = 82.267,65 + 1537,227(7) = 364.283,09$$

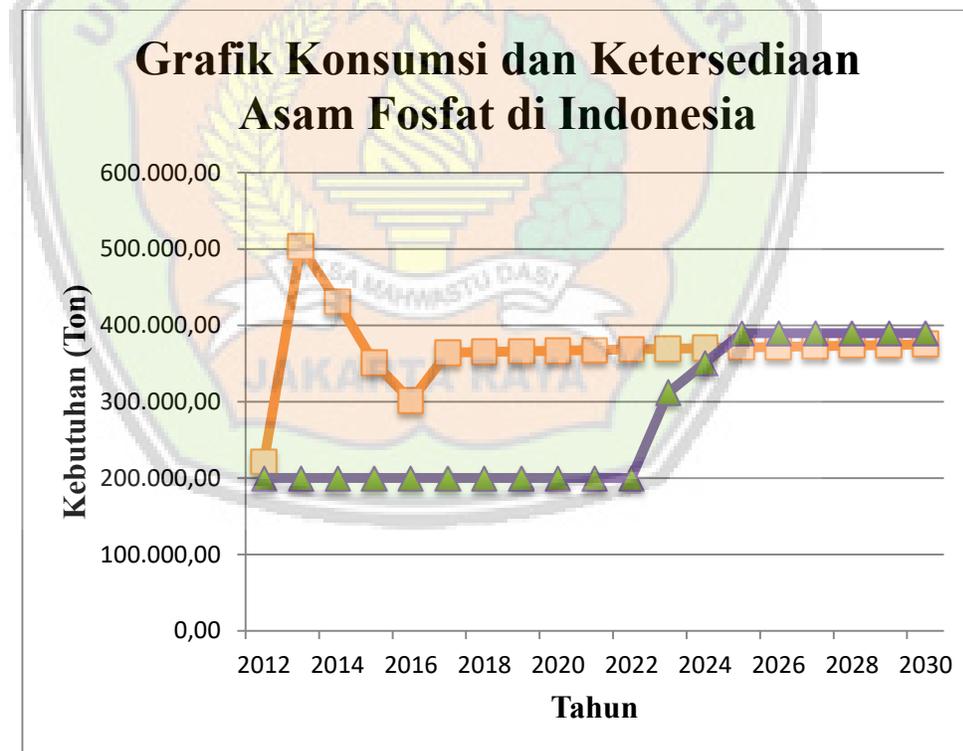
Dengan cara yang sama jumlah konsumsi asam fosfat di Indonesia pada tahun 2017 – 2030 dapat diproyeksikan pada Tabel 1.3 di bawah ini.

Tabel 1.3 Proyeksi Konsumsi Asam Fosfat di Indonesia

Tahun	Periode Tahun (X)	Konsumsi dalam Ton/tahun (Y)
2017	6	364.283,09
2018	7	365.131,57
2019	8	365.980,05
2020	9	366.828,52
2021	10	367.677,00
2022	11	368.525,48
2023	12	369.373,95
2024	13	370.222,43
2025	14	371.070,91
2026	15	371.919,38
2027	16	372.767,86
2028	17	373.616,33

2029	18	374.464,81
2030	19	375.313,29

Tabel diatas dapat di tuangkan kedalam grafik untuk melihat perbandingan atau dampak dari di bangunnya pabrik asam fosfat ini. Grafik 1.1 akan menggambarkan bahwa kebutuhan asam fosfat di Indonesia pada tahun 2023 adalah sebesar 369.373,95 ton/tahun namun Indonesia sendiri sudah memiliki pabrik Petrokimia Gresik yang sudah memproduksi asam fosfat sebanyak 200.000 ton/tahun. Oleh karena itu kebutuhna asam fosfat hаныs sisa 169.373,95 ton/tahun, yang kemudian dibulatkan menjadi 190.000 ton/tahun dengan harapan sisanya akan digunakan untuk ekspor demi membantu menaikkan devisa negara.



Gambar 1.1 Grafik Konsumsi dan Ketersediaan Asam Fosfat di Indonesia

1.4 Penentuan Lokasi Pabrik

1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku

Dalam pembuatan Asam Fosfat bahan baku utama yang di gunakan untuk pembuatan adalah batuan fosfat yang cukup banyak terdapat di pelosok tanah air. Batuan fosfat yang layak digunakan sebagai bahan baku minimal mengandung P_2O_5 32% - 34%.

Selain itu dalam pembuatan Asam fosfat bahan berikutnya di buat dari asam sulfat, di Indonesia sendiri asam sulfat telah banyak diproduksi di antaranya:

- a. PT Petrokimia Gresik, kapasitas produksi: 600.000 ton / tahun.
- b. PT Indonesi Acids, kapasitas produksi: 82.500 ton / tahun.
- c. PT Mahkota Indonesia, kapasitas produksi: 45.000 ton / tahun.

Tabel 1.2 Data kapasitas pabrik asam fosfat yang telah berdiri

Negara	Pabrik	Kapasitas (Ton/tahun)
Indonesia	PT. Petrokimia	200.000
Amerika	PT. Lousiana	100.000
Amerika	Albrightand Willson	155.000
Yordania	Yordania, Ltd	410.000

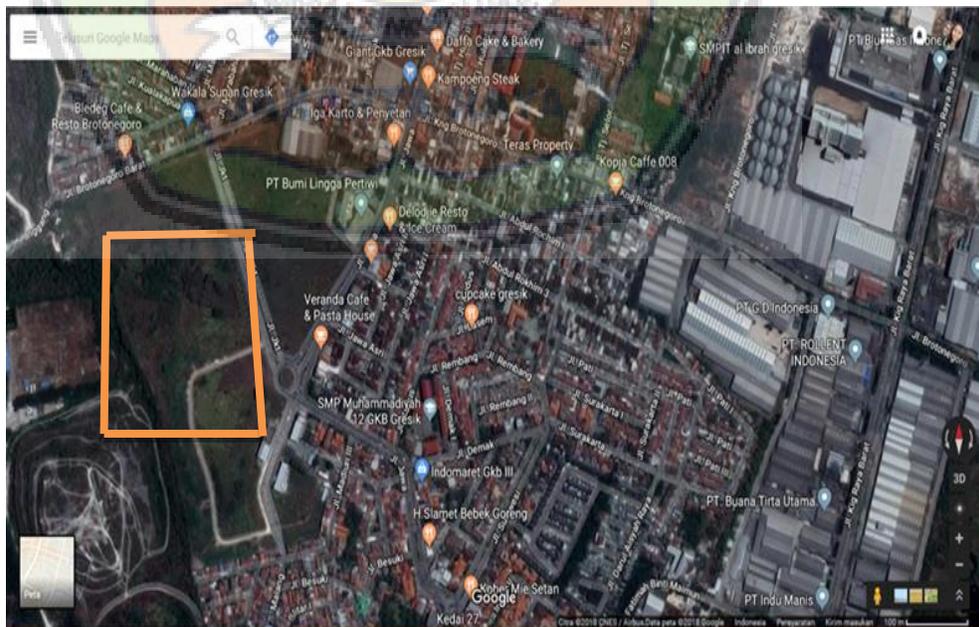
1.4.2 Sarana Transportasi

Transportasi dapat mempengaruhi kelancaran produksi suatu pabrik, karena dalam pengiriman produk maupun penyediaan bahan baku sangat bergantung pada transportasi, transportasi dalam suatu industri dapat mempermudah dan memperlancar dalam proses pengiriman. Oleh sebab itu maka pabrik Asam Fosfat ini di dirikan dengan beberapa pertimbangan antara lain dekat dengan jalan raya, jalan tol, pelabuhan, bahan baku serta pasar.

1.4.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik berada di daerah Gresik Jawa Timur. Alasan pemilihan lokasi ini adalah karena pabrik dekat dengan bahan baku Asam Fosfat di

sekitaran Gresik. Pemilihan lokasi merupakan suatu hal yang penting dalam pendirian pabrik, hal ini dikarenakan berkaitan langsung dengan segi oprasional dan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Batuan fosfat umumnya terdapat di di daerah pegunungan karang, batu gamping atau dolomitik yang merupakan domestic gua, dan potensi penghasil batuan fosfat terbesar di Indonesia dengan deposit fosfat alam menurut data yg dikumpulkan dari tahun 1968-1985 di perkirakan 895.000 ton, dann 66% terdapat di pulau jawa, 17% terdapat di pulau Sumatra, 8% terdapat di pulau Kalimantan, 5% terdapat di Pulau Sulawesi, dan 4% terdapat Papua dan Aceh. Pabrik Asam Fosfat dari batuan Fosfat dan Asam Sulfat direncanakan akan didirikan didaerah, Jawa Timur,di karenakan dekat dengan lokasi bahan baku utama yakni batuan fosfat dimana Jawa Timur merupakan penghasil batuan fosfat terbesar di pulau Jawa dan Asam Sulfat yang di produksi oleh PT. Petrokimia Gresik Jawa Timur, sehingga dapat menghemat nilai anggaran untuk biaya operasional Transportasi pengambilan bahan baku produksi.



Gambar 1.1 Lokasi Prarancangan Pabrik Asam Fosfat

1.4.1 Sumber Daya Manusia

Ketersediaan tenaga kerja berdasarkan kualifikasi merupakan pertimbangan yang sangat penting, oleh sebab itu dibutuhkan tenaga kerja yang berkualitas serta ahli dalam proses produksi secara keseluruhan. Selain itu tenaga kerja pendukung juga diperlukan dalam proses produksi diperindustrian, namun dapat terpenuhi dari masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi pabrik. Hal ini berdampak pada terciptanya lapangan kerja baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran.

1.5 Uraian Proses

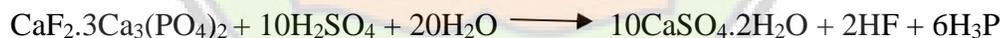
1.5.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pembuatan asam Fosfat ialah Asam Sulfat yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik dan batuan fosfat yang diperoleh dari Jawa Timur

1.5.2 Proses Reaksi

Proses utama yang digunakan untuk pembuatan asam fosfat proses basah adalah dengan menggunakan asam sulfat.

Reaksi pokok adalah :



atau secara sederhana



Reaksi bersifat Endotermis yaitu reaksi antara trikalsium fosfat dengan asam sulfat. Diperlukan pemanas atau *heater* (E-01) untuk menjaga kondisi operasi yaitu 150°C dan bertekanan 1 atm. Pada proses ini menggunakan reaktor berjenis CSTR. Pemanas yang digunakan menggunakan steam pada suhu 280°C. Hasil yang berbentuk slurry yang keluar dari hasil bawah reaktor. Kemudian didinginkan dengan *cooler* (E-

01) sampai suhu 40°C. Selanjutnya produk hasil reaktor diumpungkan ke *Filter* untuk memisahkan produk gypsum dengan asam fosfat.

Pada tahap ini slurry dimasukkan ke *Filter* untuk memisahkan cairan dengan padatan. Cairan yang terpisah berupa asam fosfat dimasukkan ke dalam tangki produk. Produk padatan gypsum yang sudah terpisah akan diumpungkan ke alat *dryer* untuk dikurangi kadar air.

1.5.3 Proses Finishing

Cairan yang keluar dari *Filter* adalah asam fosfat cair yang merupakan produk utama di alirkan ke tangki penampung. Dan hasil produk samping yaitu gypsum di masukan ke tangki gypsum.

1.6 Spesifikasi Bahan Baku

1.6.1 Spesifikasi Bahan Baku

1.6.1.1 Batuan Fosfat

BM (g / mol) :310

Kemurnian : Kemurnian asam Fosfat setiap wilayah berbeda-beda, dan kemurnian batuan Fosfat dari Jawa Timur adalah sebagai berikut :

Tabel 1.3 Kadar Kemurnian Batuan Fosfat

No	Molekul	Kadar (%)
1	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	62-73
2	SiO_2	2-5
3	Al_2O_3	0.40
4	Fe_2O_3	0.20
5	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	5-10

6	CaF ₂	10-18
---	------------------	-------

(US Paten 1,297,464)

1.6.1.1.1 Sifat kimia batuan Fosfat:

Fosfat bila direaksikan dengan Asam Sulfat dan air akan terbentuk Asam Fosfat dan Gypsum, dengan reaksi sebagai berikut:



1.6.1.2 Asam Sulfat.

Rumus Molekul : H₂SO₄

Berat molekul (g/gmol) : 98,08

Kenampakan : cair

Kemurnian : 98 % berat

Impuritas H₂O : 2 % berat

Densitas : 1,837 g/cm³

Kapasitas Panas : 0,4518 kal/g°C

Titik lebur : 10,36 °C

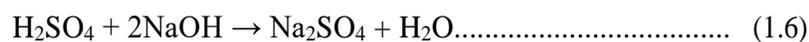
Titik didih : 338 °C

Specific gravity : 1,84

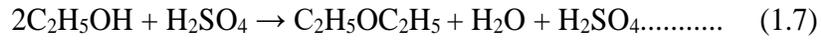
(PT Petrokimia)

1.6.2.1 Sifat Kimia Asam Sulfat:

a. Asam Sulfat direaksikan dengan basa membentuk garam dan air.



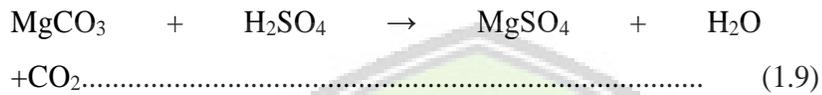
b. Asam Sulfat direaksikan dengan alkohol membentuk eter dan air.



c. Asam Sulfat direaksikan dengan NaCl.



d. Bereaksi dengan MgCO₃ membentuk MgSO₄.



e. Korosif terhadap semua logam.

1.6.1.3 Air

Rumus Molekul	: H ₂ O
Berat molekul (g/gmol)	: 18
Kenampakan	: cair
Densitas (g/cm ³)	: 1
Titik didih	: 100 °C

(Perry's, 2008)

1.6.2 Spesifikasi Produk

1.6.2.1 Prodak Utama

1.6.2.1.1 Asam Fosfat

Rumus Molekul	: H ₃ PO ₄
Berat molekul (g/gmol)	: 97.9957.
Titik lebur	: 42 °C
Titik didih	: 213 °C

<i>Specific gravity</i>	: 1,67
Densitas	: 1,685 g/ml
Wujud	: Cair
Kemurnian	: 85%
Warna	: Tidak berwarna, transparan
Kelarutan	: alkohol dan air
Sifat kimia	:

Merupakan asam tribasa, yang memiliki daya pelepasan ion hidrogen yang pertama adalah ionisasi yang paling cepat. Ionisasi kedua sedang dan yang ketiga lambat. Hal ini bisa dapat dilihat dari ketetapan penguraian ionisasi (Perry's,1999):



Asam fosfat lebih kuat dari asam asetat, asam oksalat, dan asam borak, tetapi lebih lemah dibandingkan asam nitrat, asam sulfat, dan asam klorida (Perry's,1999).

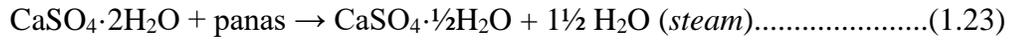
1.6.2.2 Produk Samping

1.6.2.2.1 Gypsum.

Rumus molekul	: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Nama lain gypsum	: Kalsium sulfat dihidrat
Berat molekul (g/gmol)	: 145,15
Titik lebur	: 1450 °C
Kenampakan	: Serbuk berwarna putih

Pada temperatur 170 °C akan terbentuk anhidrit.

Reaksi adalah:



1.6.3 Tinjauan Termodinamika

Menurut Perry 1999, untuk menentukan sifat reaksi apakah berjalan secara eksotermis atau endotermis, maka perlu pembuktian dengan menggunakan panas reaksi pada reaksi 1 atm. Panas reaksi (ΔH) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta H^{\circ} = \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan}$$

Persamaan reaksi:



Data-data harga ΔH°_f untuk masing-masing komponen pada 298 K adalah:

- $\Delta H^{\circ} \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = -45,9$
- $\Delta H^{\circ} \text{H}_2\text{SO}_4 = -175,13$
- $\Delta H^{\circ} \text{H}_2\text{O} = -241,8$
- $\Delta H^{\circ} \text{H}_3\text{PO}_4 = 90,3$
- $\Delta H^{\circ} \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 33,2$

(Carl L Yaws)

Jika $\Delta H = (-)$ maka reaksi berjalan eksotermis

Jika $\Delta H = (+)$ maka reaksi berjalan endotermis

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}_{\text{reaksi}} &= \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan} \\ &= \{(2 \cdot (90,3)) + (3 \cdot (33,2))\} - \{(-45,9) + (3 \cdot (-175,13)) + (6 \cdot (-241,8))\} \\ &= 280 - (-2.022,09) \\ &= \mathbf{2.302,29} \end{aligned}$$

Menurut Yaws, 1999, dari harga ΔH sebesar 2.302,29 kJ/kmol dapat disimpulkan bahwa reaksi ini adalah endotermis. Untuk mengetahui reaksi pembuatan asam fosfat termasuk reaksi *reversible* atau *irreversible*, maka harus dihitung harga tetapan kesetimbangan (K). Diketahui data-data sebagai berikut:

$$\Delta G^\circ_f \text{ Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = -251.360 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{ H}_2\text{SO}_4 = -54.635 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{ H}_3\text{PO}_4 = -94.260 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{ CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = -202.870 \text{ kcal/kmol}$$

Perubahan energi Gibbs reaksi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{\text{reaksi}} &= \sum \Delta G^\circ_{\text{f produk}} - \sum \Delta G^\circ_{\text{f reaktan}} \\ &= 2(-202.870) - ((-251.360) + (-54.635) + (-94.260)) \\ &= -22.949 \text{ kcal/kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{\text{reaksi}} &= -RT \ln K \\ &= 38,737 \end{aligned}$$

$$K = 6,66 \times 10^{16}$$

Untuk harga tetapan kesetimbangan pada $T = 313, \text{ K}$

$$\ln \left(\frac{K}{K_1} \right) = \frac{\Delta H^\circ (1/T_1 - 1/T_2)}{-R}$$

$$K_{\text{reaksi}} = 1,654 \times 10^{16}$$

Dari perhitungan diatas tampak bahwa harga K sangat besar, sehingga reaksi yang terjadi merupakan reaksi *irreversible*

1.6.3 Tinjauan Kinetikas

Proses pembuatan Aasm Fosfat merupakan reaksi eksotermis. Reaksi yang terjadi:

Reaksi



Reaksi di atas merupakan reaksi tunggal :

Dapat dituliskan:

$$-r_A = k \times C_A \times C_B$$

Dari perhitungan yang terlampir diperoleh nilai k sebesar :

$$= 3,021 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{menit}$$

$$= 0,05035 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{s}$$

$$= 181,3 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$$

