

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia memiliki peran dalam dunia perindustria, baik sebagai produsen atau konsume. Dikutip dari *kemenperin.go.id* sektor industri merupakan kontributor terbesar bagi perekonomian nasional dengan sumbangan mencapai lebih dari 20%. Seiring dengan berkembangnya industri dunia, Indonesia juga harus bisa bersaing. Oleh karena itu, diperlukan upaya baru agar bisa lebih kuat dan mampu bersaing dengan negara lain terutama pada bidang industri.

Magnesium merupakan salah satu unsur yang berlimpah kedelapan di kerak bumi dan dalam jumlah besar terdapat dalam air laut. Magnesium ditemukan di lebih dari 60 mineral alam dalam bentuk senyawa, yang artinya magnesium dapat ditemukan secara alami dalam bentuk kombinasi dengan senyawa lain sehingga tidak ditemukan dalam keadaan murni. Devile dan Caron pada tahun 1863 memproduksi magnesium untuk pertamakalinya menggunakan natrium untuk mereduksi campuran magnesium klorida. Sedangkan pada tahun 1883, Michael Faraday melakukan ekstraksi magnesium dengan cara elektrolisis dari magnesium klorida. (Alia, 2021)

Magnesium adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Mg dan nomor atom 12. Magnesium adalah unsur kedelapan yang paling melimpah dalam kerak bumi dan merupakan salah satu unsur paling umum di bumi. Magnesium secara alami ditemukan dalam kombinasi dengan unsur lain sehingga Magnesium tidak ditemukan dalam keadaan murni.

Sektor industri merupakan salah satu sektor yang memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan di Indonesia, dengan begitu banyaknya sumberdaya alam yang dimiliki Indonesia akan mampu bersaing dengan negara industri lainnya. Namun, masih banyak kebutuhan bahan baku maupun bahan dalam industri yang saat ini Indonesia masih bergantung kepada import dari negara lain, salah satunya adalah magnesium klorida.

Magnesium klorida merupakan senyawa kimia dengan rumus $MgCl_2$ dan bentuk hidrat $MgCl_2 \cdot H_2O$. Senyawa ini dapat di peroleh dengan proses kristalisasi dan elektrolisis atau dari reaksi $Mg(OH)_2$ dengan HCl . Magnesium klorida tidak dapat langsung di konsumsi, tetapi senyawa ini ditunjukkan untuk dapat memenuhi segala kebutuhan bahan baku industri-industri hilir. Magnesium klorida di Indonesia pada umumnya digunakan sebagai bahan aditif pewarna tekstil dalam industry tekstil, koagulan industry pulp dan zat aditif industry obat/cairan infus, selain itu magnesium klorida juga digunakan sebagai anti beku pada aspal agar jalanan tidak licin. Beberapa manfaat dari $MgCl_2$ dalam berbagai bidang, antara lain:

1. Bahan pembuatan keramik, semen, kertas, industry tekstil, fireproofing agent, dan komponen zat penahan panas pada kayu
2. Sebagai koagulan dalam pembuatan tahu dari kedelai
3. Sebagai bahan penyimpang hydrogen
4. Sebagai bahan utama dalam produksi magnesium oksida, magnesium karbinat dan zat antifreeze.
5. Sebagai fertilizer untuk pertanian.

Saat ini ,berdasarkan data yang di peroleh dari kementerian perindustrian republik Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi magnesium klorida di Indonesia, namun. Kebutuhan magnesium klorida semakin bertambah seiring perkembangan insutri yang ada di Indonesia. Oleh karena permintaan magnesium klorida yang semakin bertambah dari tahun-ketahun, maka dari itu perlu didirikan sebuah pabrik magnesium klorida untuk memperlancar perkembangan industry di Indonesia. Pendirian pabrik magnesium klorida juga sejalan dengan program pemerintah Indonesia untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan impor, menaikkan devisa negara melalui ekspor dan menurunkan tingkat pengangguran di Indonesia.

I.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

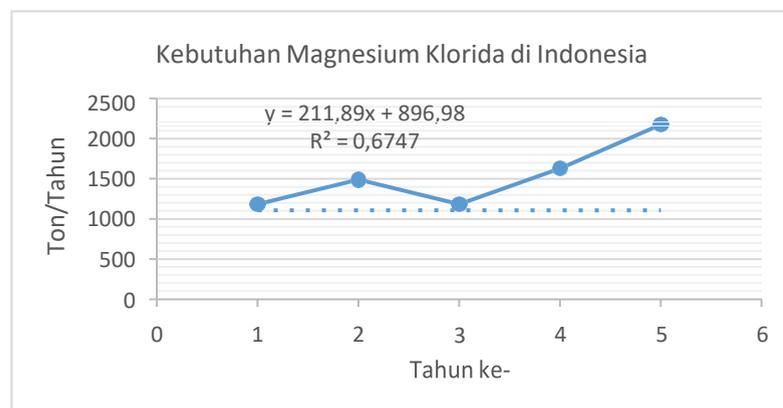
I.2.1. Data Ekspor Impor

Berikut merupakan data impor magnesium klorida untuk wilayah indonesia yang diperoleh dari Bada Pusat Statistik (BPS). Data impor dapat dilihat dalam Tabel I.1.

Tabel I.1 Impor Magnesium klorida di Indonesia

No	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2017	1184,365
2.	2018	1490,539
3.	2019	1184,739
4.	2020	1629,023
5.	2021	2174,566

Berdasarkan data impor Magnesium Klorida yang diperoleh dari BadanPusat Statistik untuk wilayah indonesia dapat dilihat pada Grafik I.1.



Gambar I.1 Grafik Impor Kebutuhan Magnesiaum Klorida di Indonesia

Dari grafik kebutuhan Magnesium Klorida di wilayah Indoneisa, dapat dilihat bahwa dari tahun ke-3 kebutuhan impor Magnesium Klorida di wilayah indonesia mengalami peningkatan. Dari grafik diperoleh nilai Y sehingga diperoleh proyeksi kebutuhan magnesium klorida di Indonesia pada tahun 2027 atau tahun ke-10 adalah 3231 Ton/Tahun.

Berikut data impor Magnesium Klorida di wilayah asia tenggara sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kapasitas pabrik dapat dilihat pada tabel I.2.

Tabel I.2 Data Impor Magnesium Klorida di Asia Tenggara

Tahun					
	Malaysia	Myanmar	Filipina	Singapura	Thailand
2014	1.625,36	259,505	274,342	318,37	31.929,95
2015	2.965,18	1.923,15	247,588	322,66	23.920,66
2016	9.065,72	144,781	270,133	464,215	27.832,14
2017	15.715,12	473,582	228,465	730,246	38.036,13
2018	30.274,70	80,969	369,466	396,582	38.602,81
sub total	59.646,07	2.881,99	1.389,99	2.232,07	160.321,69
Total	226.471,81				

(Sumber :UN Data, 2014-2018)

I.2.2. Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Berikut data beberapa pabrik Magnesium Klorida yang telah berdiri sebagai bahan pertimbangan dalam memntukan kapasitas pabrik yang akan di bagnun dapat dilihat pada table I.3

Tabel I.3 Daftar Pabrik Magnesium Klorida yang telah berdiri di China

Lokasi	Pabrik	Kapasitas
Heibei, China	langfang huinuo fine chemical co. ltd	2400 Ton/th
Shandong, China	guangcheng chemical	6000 Ton/th
Shandong, China	weifang haizhiyuan chemistry and industry co.ltd	12.000 Ton/th
Jiangsu,China	lianyungang rifeng calcium & magnesium co.ltd	30.000 Ton/th
Shandong, China	Tai'an health chemical co. ltd	36.000 Ton/th

Berdasarkan pertimbangan dari beberapa data di atas maka kami menyimpulkan kapasitas produksi dari perancangan yang kami gunakan adalah sebesar 10.000 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan pabrik yang telah berdiri dan kebutuhan Magnesium Klorida di Indonesia.

I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik merupakan hal yang sangat penting pada saat perancangan suatu pabrik. Dibutuhkan berbagai pertimbangan dalam menentukan lokasi suatu pabrik akan didirikan dengan pertimbangan beberapa faktor yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dan perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Faktor penting dalam penentuan lokasi pabrik yang perlu dipertimbangkan seperti lokasi pabrik dengan biaya produksi dan transportasi seminimal mungkin. Adapun faktor lain yang perlu diperhatikan seperti pengadaan bahan baku, utilitas, dan lainnya. Berikut beberapa faktor pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam penentuan lokasi pabrik:

I.3.1. Ketersediaan Bahan Baku

Salah satu faktor penting dalam pendirian dan keberlangsungan suatu pabrik adalah sumber bahan baku. Pabrik Magnesium Klorida direncanakan akan didirikan di Gersik, Jawa Timur. Hal ini berdasarkan pertimbangan sumber bahan baku berupa asam klorida diperoleh dari PT. Petrokimia Gersik, Jawa Timur Indonesia. Ini agar dilakukan agar dapat mengurangi biaya transportasi pengiriman bahan baku serta mengurangi investasi pabrik. Sedangkan bahan baku magnesium hidroksida diperoleh dari pabrik Liaoning Metal & Minerals Enterprise Co., Ltd, China yang didatangkan dari pelabuhan Tanjung Perak.

I.3.2. Pemasaran Produk

Kebutuhan magnesium klorida terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, peningkatan kebutuhan magnesium klorida dapat dilakukan dengan cara pemasaran. Oleh karena itu, pabrik magnesium klorida direncanakan akan didirikan di kawasan industri Gersik karena berdekatan dengan pelabuhan Tanjung Perak sehingga dapat mengurangi hambatan dalam pemasaran dan dapat dipasarkan baik di dalam maupun luar negeri.

I.3.3. Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang dalam pendirian suatu pabrik. Utilitas pada umumnya terdiri dari tenaga listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan listrik pabrik dapat diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sedangkan untuk

kebutuhan air dapat diperoleh dari air sungai yang akan diproses terlebih dahulu. Sedangkan untuk bahan baku dapat diperoleh dari Pertamina.

I.3.4. Transportasi

Transportasi merupakan salah satu sarana penunjang penting dalam keberlangsungan dalam mendisain suatu pabrik karena ini berkaitan langsung dengan keperluan pengangkutan bahan baku dan juga pemasaran produk. Untuk transportasi di kawasan industri gersik cukup memadai naik darat maupun laut, transportasi darat dapat melalui jalanan umum kelas satu dan untuk transportasi laut cukup memadai karena dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak. Pemilihan lokasi pendirian di Gersik menjadi pilihan yang tepat agar kegiatan produksi serta pemasaran produk dapat berjalan tanpa ada kendala baik transportasi untuk domestik maupun internasional.

I.3.5. Geografis

Keadaan geografis merupakan faktor yang penting dalam penentuan tempat pendirian pabrik karena akan menentukan keberlangsungan dan keamanan dalam produksi pabrik itu sendiri, apabila keadaan geografi tidak mendukung kemungkinan pabrik akan mengalami kendala dalam produksi akan semakin besar. Gersik adalah daerah yang memiliki iklim cukup baik dengan temperatur udara berkisar 20-32⁰C dan curah hujan yang cukup.

I.3.6. Faktor Penunjang

Untuk faktor penunjang tidak berperan secara langsung dalam proses produksi akan tetapi memiliki pengaruh bagi kelancaran proses produksi pada suatu pabrik. Adapun beberapa faktor penunjang, antara lain:

a. Perluasan Area Pabrik

Dalam pendirian suatu pabrik haruslah mempertimbangkan perluasan pabrik dalam jangka sekitar 10-20 tahun ke depan. Sehingga apabila suatu saat dimungkinkan untuk pabrik dalam menambah peralatan untuk meningkatkan kapasitas produksi area yang diperlukan untuk pembangunan telah tersedia sehingga tidak kesulitan dalam mencari area di luar kawasan pabrik yang hanya akan menambah biaya

produksi dan transportasi.

b. Perizinan

Pada suatu industri perizinan meliputi izin mendirikan bangunan, pajak serta undang-undang setempat. Lokasi di kawasan industri Gersik bertujuan untuk mempermudah mendapat perizinan dalam pendirian pabrik. Hal yang perlu diperhatikan dalam mengurus perizinan yaitu:

- Sistem birokrasi daerah setempat
- Undang-undang atau aturan yang berlaku
- Penjabat daerah setempat

c. Sosial Masyarakat

Manfaat suatu pabrik kepada masyarakat sosial dapat dilihat dari tersedianya lapangan pekerjaan serta pembangunan infrastruktur jalan raya sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat dengan berdirinya pabrik di daerah tersebut.

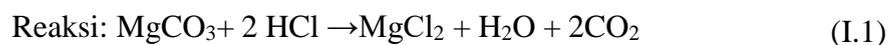
Faktor-faktor diatas merupakan pertimbangan utama dalam penentuan lokasi pendirian suatu pabrik, sehingga dapat disimpulkan bahwa kawasan industri Gersik layak dipilih sebagai tempat pendirian pabrik Magnesium Klorida di Indonesia.

I.4. Tinjauan Pustaka

I.4.1. Pemilihan Proses

Terdapat beberapa proses yang dapat digunakan dalam memproduksi Magnesium Klorida, diantaranya:

- a. Pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Karbonat dan Asam Klorida
- Magnesium International Corp. mengembangkan proses pembuatan magnesium klorida dalam satu tahap proses yaitu dengan menggunakan bahan baku magnesium karbonat ($MgCO_3$) yang akan bereaksi dengan asam klorida. (Kirk Ohmer, 1964). Magnesium Karbonat dengan ukuran diameter 5-400 mm diumpankan ke dalam Packed Bed Reaktor dengan kondisi operasi suhu 40-90°C.

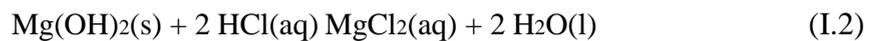


HCl diumpangkan melalui bagian bawah reaktor pada suhu 80°C. Karbon dioksida yang dihasilkan pada reaksi tersebut mengalir secara cocurrent ke bagian atas reaktor dan magnesium klorida cair berada pada bagian bawah reaktor. Proses ini menghasilkan magnesium klorida dengan kemurnian 33,5% dan yield 85% (Mejdell et al,1992).

b. Pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida

Magnesium Hidroksida $Mg(OH)_2$ di reaksikan dengan HCL 10%. Reaksi belangsung pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm, dari reaksi ini diperoleh magnesium klorida heksahidrat dengan konversi 94,5%. Proses ini menghasilkan magnesium klorida dengan kemurnian 50% (Richard, 1949). Selanjutnya magnesium klorida heksahidrat akan didehidrasi sehingga menghasilkan magnesium klorida anhidrat.

Reaksi:



Tabel I.4 Proses Dehidrasi $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

No	Temperature	Reaksi
1	95-115°C	$MgCl_2 \cdot 6H_2O \rightarrow MgCl_2 \cdot 4H_2O + 2H_2O$
		$MgCl_2 \cdot 4H_2O \rightarrow MgCl_2 \cdot 2H_2O + 2H_2O$
2	135-180°C	$MgCl_2 \cdot 4H_2O \rightarrow MgOHCl + HCl + 2H_2O$
		$MgCl_2 \cdot 2H_2O \rightarrow MgCl_2 \cdot H_2O + H_2O$
3	185-230°C	$MgCl_2 \cdot 4H_2O \rightarrow MgOHCl + HCl + 2H_2O$
4	>230°C	$MgCl_2 \cdot H_2O \rightarrow MgCl_2 + H_2O$
		$MgCl_2 \cdot 4H_2O \rightarrow MgOHCl + HCl$

Impuritis yang terkandung dalam magnesium hidroksida padaproses ini tidak larut bersama produk.(Afrinaldi,2019)

Tabel I.5 Perbandingan proses pembuatan Magnesium Klorida

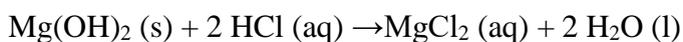
Parameter	Proses dari Magnesium Karbonat	Proses dari Magnesium Hidroksida
Bahan Baku	$MgCO_3$	$Mg(OH)_2$
Fase Reaksi	Padat-Cair	Padat-Cair

Reaktor	Fixed Bed Reaktor	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Suhu	40-90°C	70°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Konversi	85%	94,5%
Yield	85%	94,5%
Katalis	TiCl ₃	-
Kemurnian produk	33,5%	50%

Dari kedua proses pembuatan Magnesium Klorida diatas, maka dipilih proses pembuatan Magnesium Klorida dengan menggunakan Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida. Proses ini memiliki kelebihan berupa harga bahan yang murah, suhu operasi yang rendah, kemurnian produk yang tinggi dan konversi reaksi yang tinggi.

I.4.2. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika digunakan untuk menunjukkan sifat reaksi (endotermis/eksotermis), arah reaksi (reversible/ irreversible) dan mengetahui keberlangsungan reaksi pada suhu yang diinginkan. Penentuan panas reaksi berjalan secara endotermis atau eksotermis dapat ditentukan dengan menghitung panas reaksi standar (ΔH_{R0}) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$. Pada pembentukan magnesium klorida terjadi reaksi sebagai berikut :



Diketahui data-data pendukung sebagai berikut:

Tabel I.6 Harga ΔH_f° masing-masing komponen (Perry, 1999)

No.	Komponen	ΔH_f° (kcal/mol)
1	Mg(OH) ₂	-221,9
2	HCl	-22,063
3	MgCl ₂	-153,22

$$\Delta H_{298}^\circ = \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \quad (\text{I.3})$$

$$\Delta H_{298}^\circ = (\sum \Delta H_f^\circ \text{ MgCl}_2 + 2 * \sum \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (\sum \Delta H_f^\circ \text{ Mg(OH)}_2 + 2 * \sum \quad (\text{I.4})$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{HCl})$$

$$\Delta H_{298}^\circ = (-153,22 + (2 \cdot -68,3174)) - (-221,9 - (2 \cdot -22,063))$$

$$= -23,8288 \text{ kcal/mol}$$

$$= -99,6997 \text{ kJ/mol}$$

Mencari ΔH°_R pada kondisi operasi 70°C dan 1 atm

Tabel I.7 Kapasitas Panas Masing masing komponen (Perry, 1999)

Komponen	Cp (cal/mol.K)
Mg(OH) ₂	18,2
HCl	6,70 + 0,00084T
MgCl ₂	17.3 + 0.00377T
H ₂ O	8,22 + 0,00015T + 0,00000134T ²

$$\Delta H_{RT} = \Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{298^\circ} + \Delta H_{\text{produk}} \quad (\text{I.5})$$

$$\Delta H_{\text{reaktan}} = \sum .C_p. dT \quad (\text{I.6})$$

$$= \sum \int_{343}^{298} C_p. dT \quad (\text{I.7})$$

$$= (1 * \int_{343}^{298} C_p. dT)_{\text{Mg(OH)}_2} + (2 * \int_{343}^{298} C_p. dT)_{\text{HCl}} \quad (\text{I.8})$$

$$= -819 \text{ cal/mol} + (2 * -313,6149) \text{ cal/mol}$$

$$= -1446,2298 \text{ cal/mol}$$

$$= -6051,0254 \text{ J/mol}$$

$$= -6,051 \text{ kJ/mol}$$

Dengan menggunakan persamaan (I.6) maka nilai Δh_{produk} :

$$\Delta h_{\text{produk}} = \sum C_p. dT$$

$$= \sum \int_{343}^{298} C_p. dT$$

$$= (2 * \int_{343}^{298} C_p. dT)_{\text{H}_2\text{O}} + (1 * \int_{343}^{298} C_p. dT)_{\text{MgCl}_2}$$

$$= (2 * 209,8958 + 832,8728) \text{ cal/mol}$$

$$= 1252,6644 \text{ cal/mol}$$

$$= 5241,1478 \text{ J/mol}$$

$$= 5,2411 \text{ kJ/mol}$$

Hasil perhitungan disubstitusikan ke persamaan (I.5) sehingga diperoleh:

$$\Delta H_{RT} = \Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{298^\circ} + \Delta H_{\text{produk}}$$

$$= -6,051 \text{ kJ/mol} + -99,6997 \text{ kJ/mol} + 5,2411 \text{ kJ/mol}$$

$$= -100,5096 \text{ kJ/mol}$$

Karena nilai ΔH_{RT} negatif maka reaksi tersebut eksotermis.

a. Mencari Energi Bebas Gibbs (ΔG)

Menentukan arah reaksi (reversible/irreversible) dapat ditentukan dengan menghitung energi Gibbs standar (ΔG°) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$. Harga ΔG°_f masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Harga ΔG°_f masing-masing komponen (Ulmann, 2007)

No.	Komponen	ΔG°_f (kJ/mol)
1	Mg(OH) ₂	-833,6
2	HCl	-100,4
3	MgCl ₂	-591,8
4	H ₂ O	-237,1

$$\Delta G_{298} = \sum \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \sum \Delta G^\circ_f \text{ reaktan} \quad (\text{I.9})$$

$$\Delta G_{298} = (\Delta G_{298} \text{ Mg(OH)}_2 \text{ (s)} + 2 \Delta G_{298} \text{ HCl (aq)}) - (\Delta G_{298} \text{ MgCl}_2 \text{ (aq)} + 2 \Delta G_{298} \text{ H}_2\text{O (l)})$$

$$\begin{aligned} \Delta G_{298} &= (-591,8 + 2 \cdot -237,1) - (-833,6 + 2 \cdot -100,4) \\ &= -1066 - (-1034,4) \\ &= -31,6 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena ΔG°_{298} hasilnya negatif, maka reaksinya berjalan spontan. Konstanta kesetimbangan reaksi pada suhu 25°C dapat dihitung, dengan:

$$K = \exp\left(\frac{-\Delta G}{RT}\right) \quad (\text{I.10})$$

$$K = \exp\left(\frac{31,600 \frac{\text{J}}{\text{mol}}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \times 298 \text{ K}}\right)$$

$$K = \exp(12,754)$$

$$K = 345.932,863 \quad (\text{Mc. Ketta, 1976})$$

Pada keadaan suhu operasi 70°C

$$\ln \left[\frac{K'}{K} \right] = \frac{-\Delta H}{R} \left[\frac{1}{T'} - \frac{1}{T} \right] \quad (\text{I.11})$$

(Smith & Vannes, 2001)

Dimana :

K' = konstanta kesetimbangan pada suhu reaksi

K = konstanta kesetimbangan pada suhu standar(298 K)

ΔH°_r = panas reaksi pada suhu 343 K , kJ/mol

R = ketetapan gas ideal, 0,008314 kJ/mol.K

$$\ln \left[\frac{K'}{863,932.345} \right] = \frac{100,5096}{008314,0} \left[\frac{1}{343} - \frac{1}{298} \right]$$

$$K' = 344081,912$$

Karena hasil konstanta kesetimbangan besar maka reaksi berlangsung irreversible.

Mencari ΔG° pada suhu 70°C atau 343K

$$\Delta G^{\circ}_{343} = -RT \ln K \quad (\text{I.12})$$

$$\Delta G^{\circ}_{343} = -0,008314 \text{ kJ/mol.K} \times 343 \text{ K} \times \ln 344081,912$$

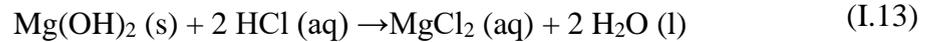
$$\Delta G^{\circ}_{343} = -36,3553 \text{ kJ/mol.}$$

Karena ΔG°_{343} hasilnya negatif, maka reaksinya berjalan spontan.

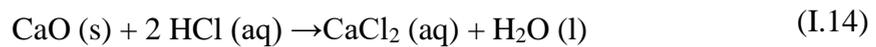
I.4.3. Tinjauan Kinetika

Tinjauan kinetika ini bertujuan untuk mengetahui harga konstanta kecepatan reaksi pembentukan magnesium klorida.

Reaksi 1 :



Reaksi 2 :



Untuk menghitung laju reaksi digunakan persamaan laju reaksi:

$$(-r_a) = k \cdot C_A \cdot C_B^2 \quad (\text{I.15})$$

$$(-r_a) = k \cdot C_{A0}^2 \cdot (1 - X_A) \cdot (M - 2X_A)^2 \quad (\text{I.16})$$

Diketahui persamaan untuk waktu tinggal dalam reactor adalah:

$$\tau = \frac{\text{Volume of reaktor } (V_R)}{\text{Volumetrik flow rate of A } (fv)} \quad (\text{I.17})$$

$$\tau = \frac{F_{A0} \cdot X_A}{V_0 [k \cdot C_{A0}^2 \cdot (1 - X_A) \cdot (M - 2X_A)^2]} \quad (\text{I.18})$$

Sehingga persamaan untuk nilai konstanta kecepatan reaksi adalah:

$$k = \frac{X_A}{\tau \cdot C_{A0}^2 (1 - X_A) (M - 2X_A)^2} \quad (\text{I.19})$$

Dari hasil perhitungan diperoleh untuk kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu 70°C nilai konstanta kecepatan reaksi adalah $k = 135,9441 \text{ L}^2/\text{mol}^2 \text{ jam}$