

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Asam oksalat merupakan asam dikarboksilat yang paling sederhana, asam oksalat merupakan bahan kimia yang saat ini dikonsumsi sebagai bahan pembantu maupun bahan baku pada industri kimia, logam, tekstil dan farmasi. Asam oksalat memiliki rumus  $C_2H_2O_4$ . Kegunaan asam oksalat antara lain sebagai elektrolit, daya tahan terhadap kawat, pewarna kain, penghilang lapisan besi pada marmer, melapisi logam stainless steel, nickel dan alloy, bahan baku agrochemical, sebagai bleaching agent, penghilang noda, penetral alkali dan salah satu bahan untuk produksi antibiotik.

Untuk memenuhi kebutuhan asam oksalat di Indonesia, masih mengandalkan produksi impor dari luar hingga saat ini, dikarenakan belum ada perusahaan yang membuat asam oksalat. Berdasarkan hal tersebut pendirian pabrik asam oksalat sangat dibutuhkan guna mengurangi jumlah impor dan dapat melakukan ekspor ke Negara lain.

Mengingat makin berkembangnya industri-industri di Indonesia dan sampai saat ini masih mengandalkan impor untuk memenuhi kebutuhan asam oksalat yang begitu besar di Indonesia dikarenakan tidak ada pabrik yang memproduksi asam oksalat di dalam negeri.

Untuk membuat suatu industri agar dapat berlangsung dan berkembang di era seperti ini maka dibutuhkan kondisi yang baik mengenai harga produknya dan harus menguntungkan dari segi teknis dan ekonomi, Molase adalah bahan baku yang sangat banyak diproduksi di Indonesia disebabkan produksi gula pada 5

tahun terakhir ini mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan kebutuhan nasional akan gula sehingga akan menghasilkan molase yang banyak pula dengan harga terjangkau.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

### **1.2.1 Maksud**

Maksud dari perancangan pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan Asam Oksalat terutama di Indonesia. Produk ini banyak digunakan sebagai bahan baku maupun bahan *intermediate* pada pabrik kimia, maka dalam perancangan pabrik ini akan dirancang pabrik kimia yang memproduksi Asam Oksalat dari Molases dan Asam Nitrat.

### **1.2.2 Tujuan**

Tujuan pendirian Asam Oksalat ini adalah :

1. Untuk meningkatkan produksi asam oksalat di dalam negeri agar kebutuhan akan asam oksalat di Indonesia dapat terpenuhi.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu teknik kimia dalam pendirian pabrik asam oksalat di Indonesia.
3. Untuk memenuhi Tugas akhir (TA) yang harus ditempuh sebagai persyaratan Kelulusan di Program Studi Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
4. Menambahkan lapangan pekerjaan baru dan mengurangi pengangguran .
5. Dapat melakukan ekspor ke negara- negara lain yang membutuhkan asam oksalat dalam proses produksi.

## **1.3 Analisa Pasar**

### **1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku**

Tersediaanya bahan baku ini adalah suatu hal yang terpenting dalam mendirikan sebuah pabrik. Tiadanya bahan baku akan mempengaruhi

produksi, yang menyebabkan pabrik akan berhenti dan berdampak pada distribusi produk.

### 1.3.2 Kebutuhan Produk

Kebutuhan Asam Oksalat Impor dan Ekspor dapat dilihat dari tabel dibawah ini

Tabel 1.1 Data total Impor asam oksalat di beberapa Negara asia pada tahun 2013-2017

Negara	Impor (ton/tahun)
Japan	31.872.615
Malaysia	19.484.728
Philippines	10.654.735
Rep.of Korea	35.086.266
Singapore	1.595.902
Thailand	5.492.071

(United Nations Data, 2018)

### 1.4 Penentuan Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas pabrik asam oksalat ini ditentukan berdasarkan kebutuhan asam oksalat di Indonesia. Dalam perhitungan kapasitas pabrik asam oksalat ada beberapa pertimbangan, yaitu prediksi kebutuhan asam oksalat di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik yang sudah didirikan. Pabrik Asam Oksalat Dyhidrate dari molase dan asam nitrat dengan katalis vanadium pentoksida direncanakan akan didirikan dengan kapasitas 30.000 ton/tahun. Data kebutuhan Asam Oksalat di Indonesia dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

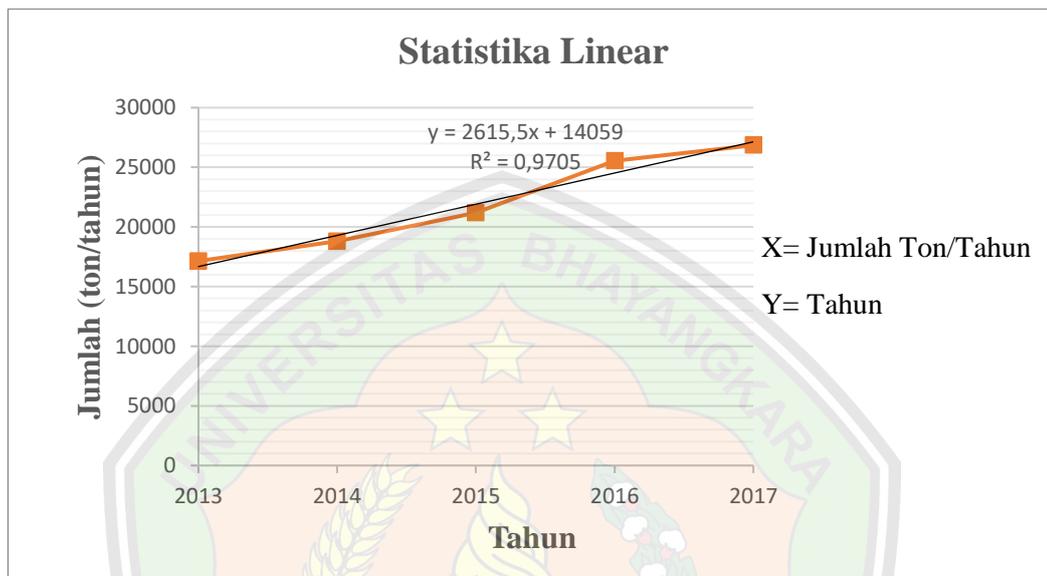
Tabel 1.2 Data Impor dan Expor Asam Oksalat di Indonesia pada tahun 2013-2017

Tahun	Impor (ton/tahun)	Expor (ton/tahun)
2013	17.140	0
2014	18.805	0
2015	21.191	0

2016	25.540	0
2017	26.850	0

(Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS))

Perhitungan kapasitas produksi menurut ilmu statistika.



Gambar 1.1 Grafik regresi linear

Dari grafik didapatkan regresi  $R^2 = 0,9705$ . Dengan persamaan  $y = 2615,5 + 14059$ . Berdasarkan data yang diperoleh, pada gambar grafik regresi linear 1.1 pada tahun 2022 perkiraan Asam Oksalat di Indonesia adalah 27.137 Ton/Tahun. Kebutuhan Asam Oksalat di Indonesia lebih tinggi dibandingkan kebutuhan Asam Oksalat di Indonesia pada tahun 2017, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan Asam Oksalat di Indonesia sangat besar mengingat masih sangat sedikit produksi dalam negeri sehingga di 5 tahun yang akan mendatang diharapkan dapat mengurangi ketergantungan Impor dari negara lain dan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Maka, dapat dipertimbangkan kapasitas produksi Asam Oksalat adalah **30.000 Ton/Tahun**

### 1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan letak suatu pabrik sangat mempengaruhi terhadap kelangsungan operasi dan penduduk sekitar pabrik tersebut. Oleh karena itu pabrik Asam Okslat

dengan kapasitas 30.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Kawasan Industri Cikampek.

Pabrik asam oksalat dilakukan dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a) Persediaan bahan baku

Sedangkan untuk asam nitrat diperoleh Kawasan industri di daerah Cikampek.

b) Transportasi

Transportasi yang dibutuhkan sebagai penyediaan bahan baku maupun pemasaran produk.

c) Penyediaan listrik dan bahan bakar

Penyediaan listrik dan bahan bakar sudah melebihi dari cukup.

d) Penyediaan air

ketersediaan air telah dipertimbangkan pada penetapan kawasan tersebut sebagai kawasan industri.

e) Tenaga kerja

Tenaga kerja banyak terdapat di Pulau Jawa. Dan diberbagai daerah masih banyak mengalami pengangguran.

## 1.6 Tinjauan Pustaka

### 1.6.1 Fungsi dari Asam Oksalat

Fungsi Asam Oksalat dalam bidang industri :

#### 1. Oxalate Coating

Pelapisan pada logam merupakan suatu keharusan, pelapisan logam dengan menggunakan asam oksalat sudah dilakukan secara umum.

## 2. Anodizing

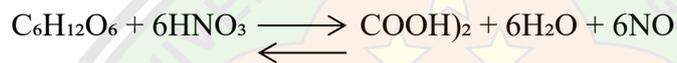
Sebagai pewarna tambahan. Kekurangan dari aplikasi pelapis logam menggunakan proses asam oksalat ini membutuhkan biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan proses asam sulfat.

### 1.6.2 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (*endotermis / eksotermis*) dan arah reaksi (*reversible / irreversible*).

Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat diketahui dengan perhitungan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^0$ ).

Reaksi pembentukan asam oksalat yang terjadi, sebagai berikut:



Kondisi reaksi dijaga pada temperatur 71°C dan tekanan 1 atm bila ditinjau dari data  $\Delta G$  dan  $\Delta H$  untuk reaksi yang terjadi:

Berikut ini disajikan table harga  $\Delta H_f^0$  dan  $\Delta G_f^0$  masing-masing komponen:

Tabel 1.3 Harga  $\Delta H_f^0$  Masing-masing Komponen

Komponen	$\Delta H_f^0$ kJ/mol	$\Delta H_f^0$ kkal/mol	Sumber
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	-1271	-303,776626	Ponomarev,1960
$\text{HNO}_3$	-174,1	-41,6109446	Kirk Othmer
$(\text{COOH})_2$	-826,78	-197,605381	Ullman's
$\text{H}_2\text{O}$	-241,826565	-57,798	Perry's
$\text{NO}$	86,56686443	20,69	Perry's

Tabel 1.4 Harga  $\Delta G_f^0$  Masing-masing komponen

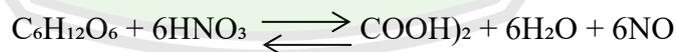
Komponen	$\Delta G_f^0$ kJ/mol	$\Delta G_f^0$ kkal/mol	Sumber
----------	-----------------------	-------------------------	--------

C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	-793,74	-189,708622	chemeo.com
HNO <sub>3</sub>	-80,71	-19,2901743	Krik Othmer
(COOH) <sub>2</sub>	-697,91	-166,804677	Ullman's
H <sub>2</sub> O	-285,829644	-68,315	Perry's
NO	88,99483695	21,2703	Perry's



$$\begin{aligned} \Delta H_f^0_{298k} &= \Delta H_f^0 \text{ reaktan} - \Delta H_f^0 \text{ produk} \\ &= ((\Delta H_f^0 \text{ monosakarida}) + (6 * \Delta H_f^0 \text{ asam nitrat})) - ((3 \times \Delta H_f^0 \text{ asam oksalat anhidrat}) + (6 * \Delta H_f^0 \text{ air}) + (6 * \Delta H_f^0 \text{ nitrie oxide})) \\ &= ((-1271) + (6 \times (-174,1))) - ((3 \times (-826,78)) + (6 \times (-241,8266)) + (6 \times 86,56686)) \\ &= ((-1271) + (-10444,6)) - ((-2480,34) + (-1450,96) + 519,4012) \\ &= (-2315,6) - (-3411,9) \\ &= 1096,3 \text{ kJ/mol.} \end{aligned}$$

a) Panas Reaksi Standar ( $\Delta H_r^0$ )



$$\begin{aligned} \Delta H_r^0_{298k} &= \Delta H_r^0 \text{ produk} - \Delta H_r^0 \text{ reaktan} \\ &= ((3 \times \Delta H_r^0 \text{ asam oksalat anhidrat}) + (6 * \Delta H_r^0 \text{ air}) + (6 * \Delta H_r^0 \text{ nitrieoxide})) - ((\Delta H_r^0 \text{ monosakarida}) + (6 * \Delta H_r^0 \text{ asam nitrat})) \\ &= ((3 \times -826.78) + (6 \times -241,8266) + (6 \times 86,56686)) - ((-1271) + (6 \times -174,1)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= ((-2480,34) + (-1450,96) + 519,4012) - ((-1271) + (-1044,6)) \\
&= (-3411,9) - (-2315,6) \\
&= -1096,3 \text{ kJ/mol.}
\end{aligned}$$

Dapat diambil kesimpulan bahwa entalpi pembentukannya mempunyai harga negatif yang berarti reaksi bersifat eskotermis.

b) Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar

Nilai konstanta kesetimbangan reaksi (K) yang diperoleh kecil maka diperlukan katalis agar reaksi bergeser ke kanan dan memperkecil energi aktivasi.

$$\Delta G_r^0 = RT \ln K$$

Dimana :

$\Delta G_r^0$  = Energi Gibbs pada keadaan standar (T = 298 K, P = 1 atm), j/mol.

$\Delta H_r^0$  = Panas reaksi J/mol

K = Konstanta keseimbangan

T = Suhu standar = 298 K

R = Tetapan gas ideal = 8,314 J/mol.K

Sehingga  $\Delta G_r^0$  dari reaksi tersebut adalah :



$$\Delta G_f^0 = \Delta G_f^0 \text{ produk} - \Delta G_f^0 \text{ reaktan}$$

$$= ((3 \times \Delta G_f^0 \text{ asam oksalat anhidrat}) + (6 \times \Delta G_f^0 \text{ air}) + (6 \times \Delta G_f^0 \text{ nitrie oxide})) - ((\Delta G_f^0 \text{ monosakarida}) + (6 \times \Delta G_f^0 \text{ asam nitrat}))$$

$$= ((3 \times -697,91) + (6 \times -285,8296) + (6 \times 88,99484)) - ((-793,74) + (6 \times -80,71))$$

$$= ((-2093,73) + (-1714,98) + 533,969) + ((-793,74) + (-484,26))$$

$$= (-3274,74) + (-1278)$$

$$= -1996,74 \text{ kJ/mol}$$

$$\ln K_{298} = -\frac{\Delta G_r^0}{RT} = -\frac{-1996,74 \text{ kJ/mol}}{8,314 \frac{\text{kJ}}{\text{mol.K}} \cdot 298 \text{ K}} = \frac{-1996,74}{-2477,572} = K = e^{0,8059}$$

Nilai konstanta kesetimbangan reaksi (K) yang diperoleh kecil maka diperlukan katalis agar reaksi bergeser ke kanan dan memperkecil energi aktivasi.

a) Konstanta kesetimbangan (K) pada  $T = 80^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H_r^0}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Dimana :

$K_1$  = Konstanta kesetimbangan 298 K

$K_2$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

$T_2$  = Suhu standar ( $25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$ )

$T_1$  = Suhu operasi ( $80^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$ )

$R$  = Tetapan gas ideal =  $3,814 \text{ J/mol.K}$

$\Delta H_r^0$  = Panas reaksi standar pada 298 K

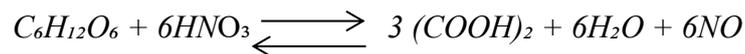
$$\ln \frac{K^2}{0,8059} = \frac{-1996,74}{8,314} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{353} \right)$$

$$\ln \frac{K^2}{0,8059} = -0,1255692$$

$$K^2 = 0,12556922 \times 0,8059$$

$$= -0,1011962$$

### 1.6.3 Tinjauan Kinetika



Menentukan Konstanta Laju Reaksi

$$C_{A_0} + C_A = e^{-k \cdot t}$$

Keterangan :

$k$  : konstanta laju reaksi ( $m^3 / kmol \cdot jam$ )

$CA_0$  : konsentrasi  $C_6H_{12}O_6$  mula-mula, ( $kmol/m^3$ )

$CA$  : konsentrasi  $C_6H_{12}O_6$  sisa, ( $kmol/m^3$ )

$$CA_0 = \frac{7,2053 \text{ kmol}}{12,2954 \text{ m}^3} = 0,5860 \text{ kmol/ m}^3$$

$$CA = \frac{1,0087 \text{ kmol}}{12,2954 \text{ m}^3} = 0,0820 \text{ kmol/ m}^3$$

$$0,5860 + 0,0820 = e^{-k \cdot 1}$$

$$0,668 = -k \ln e$$

$$\ln 0,668 = -k \cdot 1$$

$$-0,40338 = -k \cdot 1$$

$$k = -0,4034$$

$$k = 0,4034 \text{ m}^3 / kmol \cdot jam$$

Dari perhitungan di atas  $k > 1$  sehingga produk tidak dapat Kembali menjadi reaktan diasumsikan bahwa reaksi bersifat irreversible jadi dapat disimpulkan bahwa reaksi yang terjadi dalam produksi adalah dapat bereaksi dengan reaksi irreversible (searah).

### 1.7 Tahap Proses Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa molases disimpan di dalam tangki penampung (T-02). Banyaknya jumlah tangki penampung adalah 1 tangki, dibuat untuk persediaan persiapan proses produksi. Molase disimpan pada tangki penyimpan pada suhu ruang. Diperlukan beberapa tahap sebelum molase memasuki tahap reaksi. Sebelumnya diperlukan tahap traetmen dengan metode filtrasi, molase dilewatkan pada filtrasi tujuannya untuk menghilangkan kotoran dari komponen lainnya . lalu dilewatkan oleh plate heat exchanger agar suhu molasses menjadi 60' C agar dapat bereaksi secara efektif dengan asam nitrat dan vanadium dan dapat mengoksidasi dengan sempurna mnghasilkan asam oksalat cair.

### 1.8 Tahap Proses Reaksi Asam Oksalat

Molase keluaran Plate heat exchanger akan direaksikan dalam Reaktor CSTR pada suhu operasi didalam reaktor CSTR 71°C, oleh karena itu semua bahan dilewatkan pada Heat Exchanger untuk menyetarakan dengan kondisi operasi

didalam reaktor. Di dalam reaktor utama terjadi reaksi antara molase dan asam nitrat dengan bantuan katalis vanadium pentoksida, Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Selain bahan-bahan awal, katalis Vanadium peroksida juga direaksikan dalam reaktor CSTR. Hasil dari reaktor adalah Asam Oksalat cair dan gas NO sedangkan asam oksalat cair akan dipompa ke vacum Evaporator (Vve-01) atau crystalizer setelah menjadi kristal akan dilanjutkan kedalam batch centrifugal (FF-02) untuk memisahkan Kristal dengan Mother liquor, sedangkan gas NO akan direaksikan dengan katalis  $Al_2O_3$  di dalam fluidized bed yang akan menghasilkan  $HNO_3$  kembali.

### **1.9 Tahap Proses Finishing**

Produk dari reaktor CSTR berupa air, Monosakarida dan asam oksalat anhidrat. Diumpankan ke vakum evaporator dengan kondisi operasi pada suhu 80 dan tekanan 0,5 atm. Yang kemudian keluar sebagai produk atas berupa uap air dan keluaran sebagai produk bawah berupa asam oksalat.

### **1.10 Pemilihan Proses Yang Dipilih**

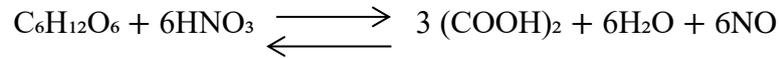
Ada beberapa pemilihan proses yang telah dilakukan dalam pembuatan asam oksalat, diantaranya sebagai berikut:

#### **1.10.1 Proses Oksidasi Karbohidrat**

Proses asam oksalat diproduksi dengan cara mengoksidasi karbohidrat dengan menggunakan asam nitrat. Biasanya bahan baku digunakan dalam proses ini yaitu gula, glukosa, fruktosa, tepung jagung, tapioca dan molasse. Tergantung pada ketersediaan, ekonomi, serta optimalisasi proses reaksi. Misalnya untuk bahan baku molasse atau limbah pertanian lainnya harus melalui tahap preparasi (*permunian*) lebih lanjut, karena molasse sebagai residu produksi dari pemurnian gula memiliki banyak senyawa yang mengandung nitrogen yang Sebagian besar harus dihilangkan selama akan memasuki proses oksidasi menggunakan asam nitrat. Dan jika bahan baku berupa pati maka harus dihidrolisis menjadi glukosa.

Oksidasi terjadi sesuai dengan persamaan berikut:

Reaksi:



(Ullmann's, 2005)

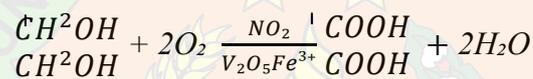
Proses yang menggunakan oksidasi karbohidrat ini dinamakan Proses Allied. Pati mula-mula dihidrolisis dengan asam sulfat menjadi monosakarida. Konsentrasi larutan glukosa yang diperoleh dari hidrolisis pati kira-kira 50-60 wt%. Larutan pati hasil hidrolisis kemudian ditempatkan didalam reactor Bersama dengan asam sulfat 50 wt%, vanadium pentoksida (0,001-0,05 wt%) dan besi (III) Sulfat (0,39 – 0,8 wt%). Persentase tersebut dihitung berdasarkan massa total campuran. Penambahan asam sulfat diperlukan karena untuk menghindari terjadinya oksidasi asam oksalat menjadi karbondioksida. Asam nitrat juga (65 wt%) reactor diatur berkisar antara 70°C dan reaksi berlangsung secara eksotermis. Udara ditiup secara bersamaan kedalam reactor untuk menghilangkan NO dan oksida nitrogen lainnya. Nitrogen oksida yang dikeluarkan dikumpulkan kedalam system absorpsi dan kemudian direcycle kembali. Setelah itu, asam oksalat dari reactor melewati proses pengkristalan dan pemisahan dengan cara sentrifugasi menghasilkan kristal asam oksalat mentah. Kemudian kristal asam oksalat mentah dilarutkan menggunakan air panas dan dipisahkan mother liquornya. Pengkristalan dilakukan lagi yang kedua kalinya supaya makin terbentuk kristal asam oksalat. Setelah dikristalisasi, barulah asam oksalat itu dikeringkan dan asam oksalat dihidrat diperoleh dengan kemurnian 99%. Kontrol Yang tepat didapat dari reaksi merupakan parameter sangat penting untuk yield yang baik. Untuk bahan baku berkualitas baik 65% yield dapat diperoleh 35% yang terbentuk merupakan pembentukan CO<sub>2</sub>. Proses ini masih digunakan di Spanyol, Brasil, China, Taiwan, Korea, dan India. (Ullman's, 2005).

### 1.10.2 Proses Etilen Glikol

Proses oksidasi etilen glikol dengan asam nitrat adalah proses campuran oksidasi dari 30-40% asam sulfat dan 20-25% asam nitrat digunakan. Oksidasi

dilakukan Dengan adanya garam vanadium pentoksida dan besi (III), pada suhu 50-70°C dan tekanan atmosfer. Hanya CO<sub>2</sub> yang terbentuk sebagai produk sampingan. Proses asli ini telah diperbaiki oleh Mitsubishi Gas Company di Jepang. Proses yang telah dikembangkan beroperasi pada sekitar 10 bar dalam reactor tekanan, yang mana konsentrasi asam nitrat kurang lebih 60%, asam sulfat pada suhu 80°C, dan pada tekanan dengan oksigen pada 3 –10 bar, etilen glikol kemudian terus dipompa masuk dengan suhu dan tekanan dipertahankan serta dengan penambahan oksigen.

Reaksi eksotermik harus dipertahankan pada suhu 50-70° dengan pendinginan yang efektif. Hasil asam oksalat, berdasarkan etilen glikol, adalah 90-94% dari nilai teoritis. Asam nitrat dapat digunakan kembali. Ini menunjukkan nitrogen oksida dan asam nitratnya hanya bertindak sebagai katalis dan oksidasi yang sebenarnya telah dipengaruhi oleh oksigen. Persamaan keseluruhan ideal untuk reaksi ini adalah:



### 1.10.3 Proses Propilen

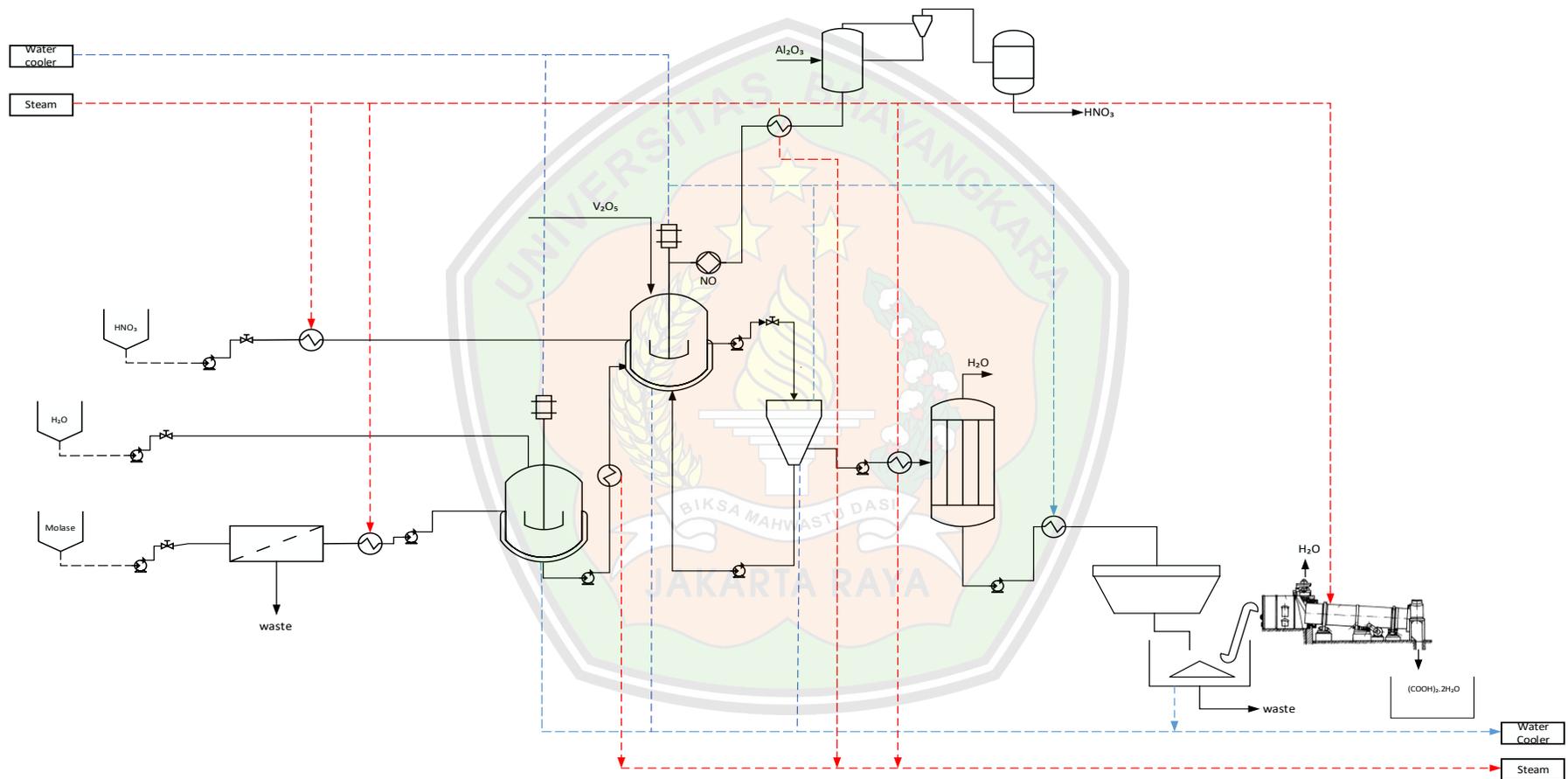
Proses propilen ini merupakan proses dalam pembuatan asam oksalat dengan oksidasi propilen menggunakan gas dari feed stock pada operasi cracking minyak bumi. Propilen dioksidasi oleh asam nitrat oleh, proses Asam nitrat ini dilakukan melalui dua tahap: tahap pertama propilen direaksikan dengan NO<sub>2</sub> cair untuk menghasilkan produk antara berupa asam a- nitrolactid. Kemudian, a-nitro lactid dioksidasi pada temperature tinggi untuk menghasilkan asam oksalat (Kirk, Othmer, 1945).

Tabel 1.5 Perbandingan keuntungan dan kerugian berbagai proses pembuatan asam oksalat

Metode	Keuntungan	Kerugian
--------	------------	----------

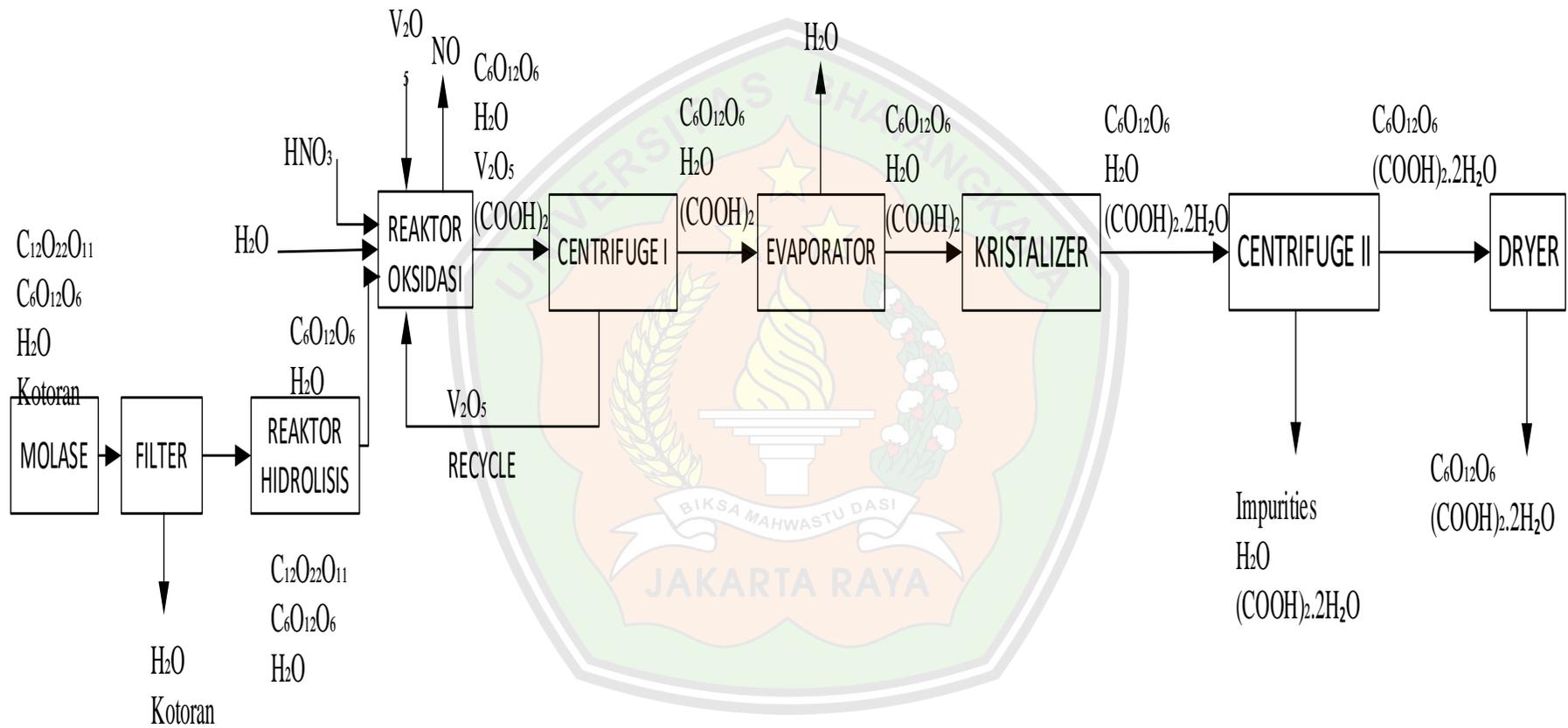
Oksidasi Karbohidrat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dihasilkan asam oksalat dalam jumlah yang cukup besar (yield 65%).</li> <li>• Bahan baku mudah didapat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diperlukan katalis <math>V_2O_5/Fe^{3+}</math>.</li> </ul>
Etilen Glikol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dihasilkan asam oksalat dengan yield &gt; 90%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diperlukan katalis <math>V_2O_5/Fe^{3+}</math>.</li> <li>• Menggunakan bahan baku (etilen glikol) yang mahal.</li> </ul>
Proses Propilen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dihasilkan asam oksalat dengan konversi 75%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses yang digunakan cukup sulit.</li> </ul>

### 1.10.4 Blok Diagram Kuantitatif



Gambar 1.2 Blok Diagram Kuantitatif

### 1.10.5 Blok Diagram Kualitatif



Gambar 1.3 Blok Diagram Kualitatif

## 1.11 Spesifikasi Bahan Baku

### 1.11.1 Molase

- Molase pada umumnya memiliki sifat sebagai berikut:

Bentuk	: Cairan berwarna hitam
Bau	: Tidak memiliki bau khas
Kelarutan dalam air	: 100%
Specific Gravity	: 0,46
pH	: 6

(MSDS Molase, 2013)

Di dalam molase terdapat beberapa komponen, diantaranya adalah glukosa, sukrosa, air dan kotoran. Adapun sifat fisika dan kimia dari masing-masing komponen disajikan dalam poin-poin berikut:

a) Glukosa

Rumus molekul	: $C_6H_{12}O_6$
Wujud	: Padat
Berat Molekul	: 180,16 g/mol
Densitas	: 1,54 g/cm <sup>3</sup>
Titik leleh	: 146°C
Kelarutan	: 909 g/L
Spesifik gravity	: 1,562
Viskositas	: 0,5375 cp

(MSDS Glukosa, Sciencelab.com)

b) Sukrosa

Rumus molekul	: $C_{12}H_{22}O_{11}$
Wujud	: Kristal padat berwarna putih
Berat molekul	: 342,3 g/mol
Densitas	: 1582 kg/m <sup>3</sup>
Titik didih	: 9,1710 cp

Spesifik gravity : 1,587

(MSDS Glukosa, Sciencelab.com)

c) Air

Rumus Molekul : H<sub>2</sub>O

Wujud : Cair tidak berwarna

Berat molekul : 18,02 g/mol

Densitas : 100 kg/m<sup>3</sup>

Titik didih : 100 C

Kelarutan : 1

Viskositas : 0,4021 cp

(MSDS Glukosa, Sciencelab.com)

d) Kotoran

Rumus molekul : CaO

Wujud : Kristal padat berwarna putih

Berat molekul : 56,08 g/mol

Densitas : 1845 kg/m<sup>3</sup>

Titik didih : 2850 C

Titik leleh : 2572 C

Viskositas : 1,9952 cp

Spesifik gravity : 3,33.

(MSDS Glukosa, Sciencelab.com)

### 1.11.2 Asam Nitrat

- Sifat Fisika

Rumus Molekul : HNO<sub>3</sub>

Bentuk : Cairan tidak berwarna

Berat Molekul : 63,013

Titik didih : 83°C

Fp : -41,59°C

Bp :  $82,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$

Densitas Cair

Pada  $0^{\circ}\text{C}$  :  $1549,2 \text{ kg/m}^3$

Pada  $20^{\circ}\text{C}$  :  $1512,8 \text{ kg/m}^3$

Pada  $40^{\circ}\text{C}$  :  $1476,4 \text{ kg/m}^3$

Indeks Bias  $n_D^{24}$  : 1,3970

Viskositas Dinamis

Pada  $0^{\circ}\text{C}$  : 1,092 mPa.s

Pada  $25^{\circ}\text{C}$  : 0,746 mPa.s

Pada  $40^{\circ}\text{C}$  : 0,617 mPa.s

Tegangan Permukaan

Pada  $0^{\circ}\text{C}$  : 0,04356 N/m

Pada  $25^{\circ}\text{C}$  : 0,04115 N/m

Pada  $40^{\circ}\text{C}$  : 0,03776 N/m

Konduktifitas Termal ( $20^{\circ}\text{C}$ ) :  $0,343 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Standar Entalpi

Cair : 2,7474 J/g

Gas : 2,1258 J/g

Panas Penguapan : 626,3 J/g *(Ullman's, 2005)*

- Sifat Kimia

- a) Sifat Asam

1. Mudah bereaksi dengan alkali, oksida dasar, dan karbonat untuk membentuk garam.

2. Zat pengoksidasi basa yang memiliki radikal logam
- b) Sifat Pengoksidasi
1. Zat pengoksidasi yang kuat (akseptor electron) yang bereaksi keras dengan banyak bahan organik (misalnya, terpentin, arang, dan serbuk gergaji).
  2. Asam pekat bisa bereaksi dengan etanol.
  3. Zat pengoksidasi untuk senyawa organik tertentu misalnya, furfural alcohol dan anilin.
  4. Sebagian besar unsur non logam (kecuali nitrogen, oksigen, klorin, dan bromin) dioksidasi dengan asam pekat kadang kala menggunakan katalis sulfur, fosfor, arsen, asam sulfat, ortofosfor, ortoarsen, dan iodat.
  5. Asam nitrat bereaksi dengan semua logam kecuali emas, iridium, platinum, rhodium, tantalum, titanium, dan *alloy* tertentu.
  6. Bereaksi nitrat pekat digunakan untuk melarutkan krom, besi, dan aluminium.
- c) Reaksi Organik
1. Nitration dengan cara memasukkan gugus nitro (Asam Nitrat) ke dalam senyawa organik (*Kirk Othmer, 2007*)

## 1.12 Spesifikasi Katalis

### 1.12.1 Vanadium Pentoksida

- Sifat Fisika

a) Sifat Fisika

Rumus molekul	: $V_2O_5$
Bentuk	: Serbuk
Massa atom relative	: 50,9415
Densitas	: 6,11 g/m <sup>3</sup>

mp : 1929°C

Panas Spesifikasi, J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

Pada 298 K : 24,35 ± 0,10 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

Untuk 298 – 900 K :  $C_p = 24,134 + 6,196 \times 10^{-3} T - 7,305 \times 110^{-7} T^2 - 1,3892 \times 10^{-5} T^2$

Untuk 900 – 2200 K :  $C_p = 25,9 - 1,25 \times 10^{-4} T + 4,08 \times 10^6 T^2$ .

Untuk Cairan : 47,43 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

Tekanan Uap

Pada 2190 K : 3,73 Pa

Pada 2200 K : 4,31 Pa

Pada 2300 K : 12,53 Pa

Pada 2400 K : 30,13 Pa

Pada 2500 K : 87,86 Pa

Pada 2600 K : 207,6 Pa

Untuk V cairan, mbar :  $\log p = - 24,265 \times 10^{-3} T^{-1} + 9,65$

Panas Penguapan : 465,9 KJ/mol<sup>-1</sup>

Koefisien ekspansi linear

Pada 20 – 200°C :  $7,88 \times 10^{-6}$

Pada 20 – 500°C :  $9,6 \times 10^{-6}$

Pada 20 – 900°C :  $10,4 \times 10^{-6}$

Pada 20 – 1100°C :  $10,9 \times 10^{-6}$

### Konduktifitas Termal

Pada 100°C : 0,31 J cm<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>

Pada 500°C : cm<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>

Superconductivity, transition : 5,13 K

Capture cross section for thermal neutrons : 4,8 barn

### b) Sifat Kimia

- Vanadium stabil pada temperature 250°C
- Oksidasi signifikan terjadi di udara di atas 300°C
- Lama waktu penyimpanan dapat mempengaruhi perubahan fisik vanadium.

## 1.13 Spesifikasi Produk

### 1.13.1 Asam Oksalat

#### a) Sifat Fisika

Berat molekul : 126,07

Titik leleh : 101,5 C

Densitas : 1,653 g/cm<sup>3</sup>

Indeks bias  $n_4^{20}$  : 1,475

Enthalpy standar of information  $\Delta H^{\circ}f$  (18°C)

Enthalpy of solution (in water) : -1442 kJ/mol

pH (0,1 M solution) : 1,3

Water vapor partial pressure

Pada 20°C : 2,5 kPa

Pada 50°C : 20 kPa

Bulk density, regular product : 0,977 g/cm<sup>3</sup>

Bulk density, coarse product : 0,881 g/cm<sup>3</sup>

**Tabel 1.14.1** Kelarutan Asam Oksalat dalam air

Temperatur °C	Solubility, g/100g*	Densitas realtif
0	3,5	1,016
10	5,5	1,025
17,5	8,5	1,038
20	9,5	-
30	14,5	-
40	22	-
50	32	-
60	66	-

b) Sifat Kimia

1. Setelah pemanasan hingga 100 °C asam oksalat terurai menjadi karbon monoksida, karbon dioksida, dan air dengan asam format sebagai intermediat yang dapat dipisahkan.
2. Asam oksalat mudah bereaksi dengan oksigen  
$$\text{HOOC} - \text{COOH} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
3. Asam oksalat mudah diesterifikasi yang menghasilkan mono asam atau diseter netral.
4. Asam oksalat mudah diesterifikasi, dimana dua jenis, mono asam atau diester netral dapat dihasilkan.