



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Sektor industri kimia di Indonesia semakin dikembangkan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara. Perkembangan industri kimia ini menyebabkan permintaan kebutuhan bahan baku serta bahan penunjang industri meningkat. Salah satu bahan kimia yang diperlukan saat ini adalah asam monokloroasetat. Asam monokloroasetat adalah senyawa organoklorida yang berbentuk padat serta larut dalam air. Asam monokloroasetat banyak dibutuhkan sebagai bahan baku pada beberapa industri di Indonesia diantaranya industri kimia, industri makanan, industri farmasi dan lainnya. Pada industri kimia seperti PT. Arbe Chemindo memerlukan 18.000 ton/tahun asam monokloroasetat, PT. Humpus Karboksimetil Selulosa memerlukan 12.000 ton/tahun asam monokloroasetat dan PT. Inti Cellulose Utama memerlukan 11.600 ton/tahun asam monokloroasetat untuk memproduksi karboksimetil selulosa di Indonesia. Industri agrokimia seperti PT. Inti Everspring Indonesia membutuhkan asam monokloroasetat sebanyak 1.500 ton/tahun dan PT. Dalzon Chemical Indonesia membutuhkan asam monokloroasetat sebanyak 14.000 ton/tahun untuk memproduksi insektisida dan herbisida.

Pemenuhan kebutuhan asam monokloroasetat di Indonesia masih mengandalkan impor dari luar negeri karena belum tersedianya produsen asam monokloroasetat di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2023), kebutuhan impor asam monokloroasetat di Indonesia mulai dari tahun 2018-2022 mengalami peningkatan. Pertumbuhan impor asam monokloroasetat pada tahun 2018 hingga 2019 mengalami peningkatan 45%, pada tahun 2019 hingga 2020 mengalami penurunan 19%, pada tahun 2020 hingga 2021 mengalami peningkatan 50%, dan pada tahun 2021 hingga 2022 mengalami peningkatan 55%. Rata-rata pertumbuhan impor asam monokloroasetat pada kurun waktu tersebut adalah 30.058.957 ton/tahun dengan presentase rata-rata pertumbuhan impor 42% per tahun. Kebutuhan asam monokloroasetat tersebut diperkirakan akan terus meningkat

---



## Pra Rencana Pabrik Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan Proses Klorinasi

---

setiap tahun. Hasil prediksi kebutuhan asam monokloroasetat menggunakan persamaan linear menunjukkan bahwa kebutuhan asam monokloroasetat pada tahun 2027 mencapai 100.107 ton sehingga pendirian pabrik asam monokloroasetat di Indonesia memiliki peluang yang cukup besar untuk dapat mengurangi ketergantungan pada pemasok luar negeri dan memastikan ketersediaan pasokan yang stabil dan terjangkau bagi industri-industri yang memerlukan bahan tersebut.

Pendirian pabrik asam monokloroasetat dari asam asetat dan klorin dengan proses klorinasi telah direncanakan oleh beberapa perancang terdahulu. Perancangan pabrik asam monokloroasetat oleh Zanadiya (2020) menggunakan *bubble column reactor* sebagai alat utama dengan bahan pendukung yaitu asetat anhidrida. Perancangan pabrik tersebut memiliki beberapa kelebihan diantaranya menghasilkan produk utama asam monokloroasetat dengan kemurnian 99%, dan produk samping asam klorida yang sesuai dengan SNI. Kebutuhan asam asetat dan asetat anhidrida pada desain ini tidak terlalu besar karena dilakukan *recycle* untuk memperoleh asam asetat dan asetat anhidrida sisa reaksi namun penggunaan asetat anhidrida menyebabkan terjadinya reaksi auto katalitik di dalam reaktor yang menghasilkan produk dengan komposisi asam monokloroasetat (32,7338%), asam asetat (57,5190%), asetat anhidrida (0,0958%), klorin (0,8035%), asam dikloroasetat (2,1106%), asam klorida (0,3574%), asetil klorida (6,1654%), kloroasetil klorida (0,1717%) dan dikloroasetil klorida (0,0423%) sehingga memerlukan proses pemisahan menggunakan distilasi untuk memperoleh produk asam monokloroasetat dengan kemurnian 99%. Perbedaan titik didih pada asam monokloroasetat dan *impuritiesnya* sangat berdekatan sehingga proses pemisahan sebaiknya dilakukan dengan proses distilasi azeotrop namun proses tersebut memerlukan energi yang besar dan biaya operasional yang tinggi (Ullman, 2014). Reaktor hidrogenasi juga diperlukan untuk proses hidrogenasi asam dikloroasetat menjadi asam monokloroasetat yang mengakibatkan biaya *maintanace* alat pada desain pabrik ini sangat tinggi. Kekurangan lain dari desain pabrik tersebut adalah tidak adanya sistem *size reduction* pada *downstream* sehingga ukuran produk tidak seragam.

Perancang pabrik asam monokloroasetat lain, yaitu Wahyu (2021)

---



## Pra Rencana Pabrik Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan Proses Klorinasi

---

menggunakan *fixed bed multitube reactor* sebagai alat utama dengan katalis heterogen yaitu fosfor merah. Perancangan tersebut tidak memerlukan proses pemisahan katalis namun menghasilkan produk asam monokloroasetat yang berukuran tidak seragam karena tidak adanya *size reduction* dan menghasilkan limbah yang tidak ramah lingkungan berupa gas asam klorida sebanyak 24% berat dari total produk yang keluar dari reaktor yang dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan sebelumnya.

Berdasarkan pra rencana dari beberapa perancang terdahulu maka diperlukan pembaruan untuk memperoleh desain pabrik asam monokloroasetat yang lebih baik. Pembaruan perancangan pabrik asam monokloroasetat dari asam asetat dan klorin dengan proses klorinasi ini adalah penggunaan reaktor alir tangki berpengaduk sebagai alat utama. Kelebihan penggunaan reaktor alir tangki berpengaduk adalah terdapat proses pengadukan di dalam reaktor sehingga distribusi katalis lebih merata, sehingga kontak antara asam asetat dan klorin dapat terjadi dengan baik dan kualitas produk lebih terkontrol. Biaya *maintenance* pada penggunaan reaktor alir tangki berpengaduk juga relatif rendah sehingga dapat menekan biaya operasional pabrik. Pabrik asam monokloroasetat ini direncanakan menghasilkan produk utama dan produk samping. Produk utama berupa asam monokloroasetat memiliki ukuran yang seragam karena terdapat alat *size reduction* yaitu *ball mill*. Produk samping yang dihasilkan dari pabrik asam monokloroasetat diolah menjadi produk komersial asam klorida sehingga tidak menghasilkan limbah yang merusak lingkungan.

Kebutuhan bahan baku pada pabrik ini diakomodasi melalui produsen bahan kimia di Indonesia antara lain PT. Lotte Chemical Titan yang memproduksi asam asetat sebanyak 100.000 ton/tahun, dan PT. Asahimas Chemical yang memproduksi klorin  $\pm 612.500$  ton/tahun. Produsen lain yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk menyediakan bahan baku yang diperlukan oleh pabrik asam monokloroasetat ini adalah PT. Indo Acidatama yang memproduksi asam asetat sebanyak 36.600 ton/tahun, dan PT. Aneka Gas Industri yang memproduksi klorin  $\pm 716.500$  ton/tahun. Pabrik asam monokloroasetat ini direncanakan menghasilkan produk utama dan produk samping. Produk utama berupa asam monokloroasetat memiliki

---



## Pra Rencana Pabrik Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan Proses Klorinasi

---

ukuran yang seragam yaitu 200 mesh karena terdapat sistem *size reduction* pada *downstream* yaitu *ball mill*. Produk samping yang dihasilkan dari pabrik asam monokloroasetat diolah menjadi produk komersil asam klorida 32% sehingga dapat meningkatkan keuntungan bagi pabrik.

Pendirian pabrik asam monokloroasetat ini ditujukan dapat menghasilkan produk utama asam monokloroasetat dengan persen hasil (*yield*) mencapai 90%. Menurut *European Chemicals Bureau* (2020), syarat mutu asam monokloroasetat memiliki komposisi sebagai berikut; kadar asam monokloroasetat minimal 99% dengan *impurities* asam asetat maksimal 0,5%, air maksimal 0,2%, Fe maksimal 0,0005% dan Pb maksimal 0,0001%. Pendirian pabrik asam monokloroasetat diharapkan dapat memenuhi sebagian besar kebutuhan asam monokloroasetat di Indonesia sehingga jumlah impor produk tersebut dapat dikurangi. Pendirian pabrik asam monokloroasetat di Indonesia juga diharapkan dapat mendorong pertumbuhan industri-industri kimia di Indonesia serta membuka lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi pengangguran di Indonesia.

### I.2 Manfaat

Manfaat pendirian pabrik asam monokloroasetat berbahan baku asam asetat dan klorin antara lain :

1. Pabrik asam monokloroasetat ini dapat memenuhi sebagian besar kebutuhan asam monokloroasetat di dalam negeri sehingga mengurangi kebutuhan impor asam monokloroasetat di Indonesia.
2. Pabrik asam monokloroasetat ini dapat mendorong perkembangan industri baru yang menggunakan bahan baku asam monokloroasetat.
3. Pabrik asam monokloroasetat ini dapat membuat lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.

### I.3 Kegunaan Produk

Asam monokloroasetat merupakan salah satu bahan kimia intermediet yang banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri kimia, diantaranya :

1. Industri karboksimetil selulosa (CMC).
-



## Pra Rencana Pabrik Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan Proses Klorinasi

---

Sebagian besar asam monokloroasetat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan karboksimetil selulosa (CMC). Pada proses produksi CMC, Pati direaksikan dengan asam kloroasetat untuk menghasilkan pati karboksimetil.

### 2. Industri herbisida dan insektisida.

Asam monokloroasetat dapat digunakan dalam produksi pestisida diantaranya insektisida dimetoat, herbisida benazoline dan metil b-naphthyloxyacetate.

### 3. Industri asam tioglikolat.

Asam tioglikolat diperoleh dari reaksi asam kloroasetat dengan natrium atau kalium hidrogen sulfida atau senyawa belerang lainnya. Asam tioglikolat digunakan untuk memproduksi zat penstabil poli(vinil klorida).

### 4. Industri asam glikolat.

Reaksi saponifikasi antara asam monokloroasetat dengan alkali hidroksida menghasilkan asam glikolat. Asam glikolat digunakan sebagai bahan pembantu dalam pencetakan tekstil, perawatan kulit, sebagai komponen pembersih, sebagai bahan tambahan cat dan bahan *plasticizer*.

### 5. Industri farmasi.

Asam monokloroasetat dapat digunakan dalam produksi obat-obatan, termasuk ibuprofen, sodium diklofenak, kafein sintetis, vitamin B6, glisin dan malonat.

(Ullman, 2014)

## I.4 Aspek Ekonomi

Kebutuhan asam monokloroasetat semakin meningkat seiring dengan berkembangnya industri di Indonesia. Pendirian pabrik asam monokloroasetat di Indonesia memiliki peluang yang besar karena masih belum ada produksi asam monokloroasetat di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), Indonesia mengimpor asam monokloroasetat dari negara-negara lain untuk memenuhi kebutuhan asam monokloroasetat. Negara-negara pengimpor tersebut adalah Kanada, Jerman, Cina, Jepang, India, dan Singapura. Biaya impor yang dikeluarkan negara untuk memenuhi kebutuhan asam monokloroasetat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel I.1.



Pra Rencana Pabrik  
Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan  
Proses Klorinasi

Tabel I. 1 Data Biaya Impor Asam Monokloroasetat di Indonesia (2018-2022)

Tahun	Biaya Impor (US Dollar)
2018	US\$ 13.875.059,00
2019	US\$ 18.215.783,00
2020	US\$ 22.461.629,00
2021	US\$ 38.327.262,00
2022	US\$ 55.487.862,00

(Badan Pusat Statistik, 2023)

Berdasarkan Tabel I.1 dapat dinyatakan bahwa biaya impor asam monokloroasetat di Indonesia pada tahun 2018 – 2022 cenderung mengalami peningkatan. Perencanaan pendirian pabrik asam monokloroasetat di Indonesia diperlukan untuk mengurangi impor sehingga sebagian besar kebutuhan asam monokloroasetat di Indonesia terpenuhi.

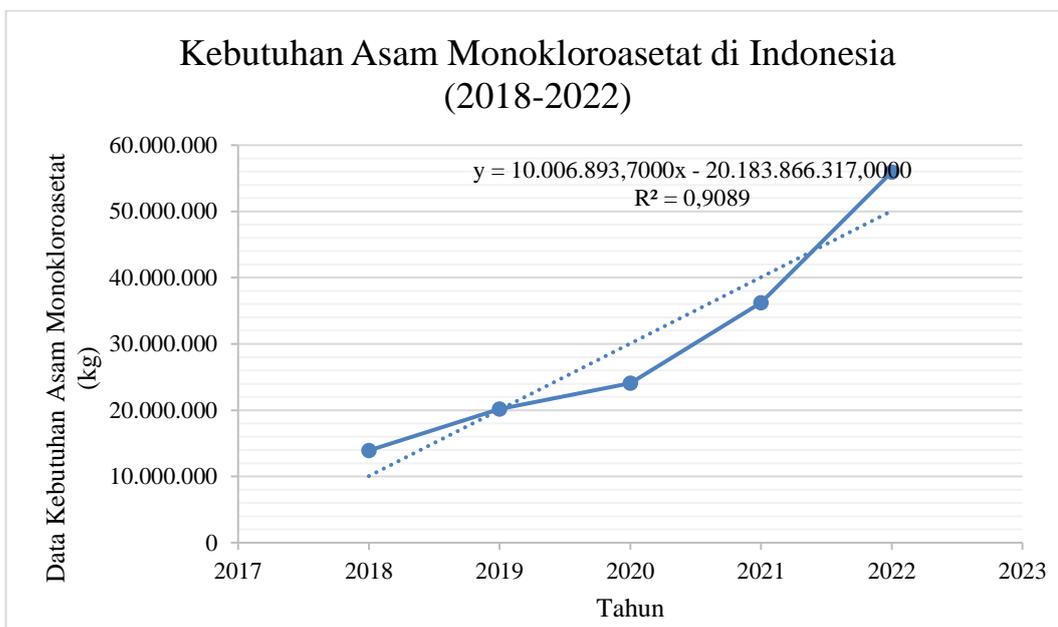
### I.5 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dari pabrik asam monokloroasetat ditentukan berdasarkan kebutuhan asam monokloroasetat di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023) diperoleh bahwa kebutuhan asam monokloroasetat di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahun dengan rata-rata pertumbuhan impor sebesar 42% per tahun. Kebutuhan asam monokloroasetat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel I.2.

Tabel I. 2 Data Impor Asam Monokloroasetat di Indonesia (2018-2022)

Tahun	Data Impor (kg)	Pertumbuhan
2018	13.914.236	-
2019	20.184.002	45%
2020	24.057.561	19%
2021	36.196.561	50%
2022	55.942.425	55%
Rata –Rata	30.058.957	42%

(Badan Pusat Statistik, 2023)



Gambar I. 1 Data Impor Asam Monokloroasetat di Indonesia (2018-2022)

Data kebutuhan impor Asam Monokloroasetat di Indonesia dapat digunakan untuk menentukan nilai kapasitas produksi pada pabrik yang akan beroperasi pada tahun mendatang yaitu pada tahun 2027. Kapasitas produksi merupakan hal pokok dalam menentukan jumlah produk yang akan dihasilkan dalam kurun waktu tertentu. Penentuan kapasitas dilakukan dengan memperkirakan kebutuhan asam monokloroasetat pada tahun pabrik didirikan. Kebutuhan asam monokloroasetat dapat diprediksi melalui persamaan linear sehingga persamaan umumnya adalah  $y = bx + a$ .

Tabel I. 3 Data Perhitungan untuk Menentukan Persamaan Kebutuhan Asam Monokloroasetat

i	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
1	2018	13.914.236	4.072.324	193.605.963.463.696	28.078.928.248
2	2019	20.184.002	4.076.361	407.393.936.736.004	40.751.500.038
3	2020	24.057.561	4.080.400	578.766.241.268.721	48.596.273.220
4	2021	36.196.561	4.084.441	1.310.191.028.226.720	73.153.249.781
5	2022	55.942.425	4.088.484	3.129.554.914.880.620	113.115.583.350
Σ	10.100	150.294.785	20.402.010	5.619.512.084.575.770	303.695.534.637



## Pra Rencana Pabrik

### Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan Proses Klorinasi

Konstanta a dan b ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$a = \frac{(\sum y_i)(\sum x_i^2) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \frac{(150.294.785)(20.402.010) - (10.100)(303.695.534.637)}{5(20.402.010) - (10.100)^2}$$

$$a = -20.183.866.317$$

$$b = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{5(303.695.534.637) - (10.100)(150.294.785)}{5(20.402.010) - (10.100)^2}$$

$$b = 10.006.893,700$$

Harga a atau koefisien yang sudah diperoleh dapat disubstitusikan ke persamaan linear.

$$y = bx + a.$$

$$y = 10.006.893,700x - 20.183.866.317$$

Perkiraan kebutuhan asam monokloroasetat pada tahun 2027 adalah sebagai berikut.

$$y = 10.006.893,7(2027) - 20.183.866.317$$

$$y = 100.107.212,900 \text{ kg / tahun}$$

$$y = 100.107 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka diprediksi jumlah kebutuhan asam monokloroasetat pada tahun 2027 adalah sebesar 100.107 ton. Pabrik asam monokloroasetat ini direncanakan dapat memenuhi 50% kebutuhan asam monokloroasetat di Indonesia sehingga kapasitas produksi pabrik asam monokloroasetat dapat ditentukan sebagai berikut.

$$\text{Kapasitas produksi} = 50\% \times \text{kebutuhan asam monokloroasetat pada tahun 2027}$$

$$\text{Kapasitas produksi} = 50\% \times 100.107 \text{ ton / tahun}$$

$$\text{Kapasitas produksi} = 50.064 \text{ ton/tahun} \approx 50.000 \text{ ton/tahun}$$

Pabrik asam monokloroasetat ini direncanakan dapat beroperasi pada tahun 2027 dengan kapasitas produksi sebesar 50.000 ton/tahun.



## I.6 Spesifikasi Bahan dan Produk

### I.6.1 Spesifikasi Bahan Baku

#### 1. Asam Asetat

- Fase : cair
- Rumus Molekul :  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- Berat Molekul : 60,05 g/mol
- Warna : tidak berwarna
- Titik Leleh :  $17^\circ\text{C}$
- Titik Didih :  $118^\circ\text{C}$
- Vapour pressure* : 15.7 mm Hg pada  $25^\circ\text{C}$
- Kelarutan dalam air : 100 g/100 ml air
- Komposisi Asam Asetat sebagai bahan baku utama

Komponen	% Berat
$\text{CH}_3\text{COOH}$	99,2
$\text{H}_2\text{O}$	0,8

(PT Lotte Chemical Titan, 2023)

- Harga perkiraan pada tahun 2027 : Rp. 8000

#### 2. Klorin

- Fase : gas
- Rumus Molekul :  $\text{Cl}_2$
- Berat Molekul : 70,9 g/mol
- Warna : kuning
- Specific gravity : 1,41 pada suhu  $20^\circ\text{C}$
- Titik Leleh :  $-101,1^\circ\text{C}$
- Titik Didih :  $-33,90^\circ\text{C}$
- Vapour pressure* : 6,3 atm pada  $20^\circ\text{C}$
- Komposisi Klorin sebagai bahan baku utama

Komponen	% Berat
$\text{Cl}_2$	99,7
$\text{O}_2$	0,3

(PT. Asahimas Chemical, 2023)



j. Harga perkiraan pada tahun 2027 : Rp. 22.000

## I.6.2 Spesifikasi Bahan Pendukung

### 1. Fosfor Merah

- a. Bentuk : padat
- b. Rumus Molekul : P
- c. Berat Molekul : 30,97 g/mol
- d. Warna : merah
- e. Titik leleh : 600°C
- f. Suhu dekomposisi : 300°C
- g. Porositas : 0,53 cm
- h. Luas permukaan : 137 m<sup>2</sup>/g
- i. Umur katalis : 2 tahun
- j. Ukuran : 74 μm
- k. Densitas : 2.34 g/cm<sup>3</sup>
- l. Komposisi fosfor merah sebagai katalis

Komponen	% Berat
P	100 %

(Victory Joint Stock Comp., 2023)

## I.6.3 Spesifikasi Produk

### 1. Asam Monokloroasetat

- a. Fase : Padat
- b. Rumus Molekul : ClCH<sub>2</sub>COOH
- c. Berat Molekul : 94,5 g/mol
- d. *Relative Density* : 1,58 kg/m<sup>3</sup> pada 20°C
- e. Titik Leleh : 61,5-62,3°C
- f. Titik Didih : 189°C pada 1,013 hPa
- g. *Vapour Pressure* : 8,7 Pa pada 25°C
- h. Kelarutan dalam air : 4210 g/l air



Pra Rencana Pabrik  
Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan  
Proses Klorinasi

i. Komposisi Asam Monokloroasetat

Komponen	% Berat
$\text{ClCH}_2\text{COOH}$	99
$\text{CH}_3\text{COOH}$	< 0,5
$\text{H}_2\text{O}$	<0,2
Fe	< 0,0005
Pb	< 0,0001

(European Chemicals Bureau, 2018)

j. Harga perkiraan pada tahun 2027 : Rp. 25.000

**2. Asam Klorida**

- a. Bentuk : cair
- b. Rumus Molekul : HCl
- c. Berat Molekul : 36,47 g/mol
- d. Warna : tidak berwarna
- e. Titik Leleh :  $-111^\circ\text{C}$
- f. Titik Didih :  $-85^\circ\text{C}$
- g. Solubilty, cold water : 82,3 gr/100 cc
- h. Solubility, hot water : 56,1 gr/ 100 cc
- i. Komposisi Asam Klorida

Komponen	Satuan Massa	Persyaratan
HCl	Fraksi massa (%)	32
$\text{SO}_4$	Fraksi massa (%)	< 0,5
$\text{Cl}_2$	mg/kg	< 50
Fe	mg/kg	< 5
Pb	mg/kg	< 1
Hg	mg/kg	< 0,1

(Badan Standardisasi Nasional, 2015)

j. Harga perkiraan pada tahun 2027 : Rp. 16.421