



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri kimia di Indonesia membutuhkan sumber daya alam yang melimpah sebagai bahan baku dan penunjang dalam sektor industri. Salah satu senyawa kimia tersebut yaitu monoisopropilamin. Monoisopropilamin (MIPA) adalah senyawa tidak berwarna higroskopis, mudah larut, mudah terbakar dan memiliki bau seperti ammonia. Monoisopropilamin biasa digunakan sebagai bahan baku pada industri kimia diantaranya PT. Rejeki Indo Argotec yang membutuhkan monoisopropilamine 40% dari pada kebutuhan ± 423 ton/tahun untuk pembuatan herbisida dan peptisida. Selain itu, PT Asiana Chemicalindo Lestari juga memproduksi herbisida dengan kapasitas 15.264 ton/tahun dengan kebutuhan Monoisopropilamin 6.105 ton/tahun. PT Petrokimia Kayaku membutuhkan monoisopropilamine untuk peptisida dengan kapasitas peptisida sebesar 21.000 ton/tahun. Monoisopropilamine yang dibutuhkan yaitu 8.400 ton/tahun. Industri kimia lainnya yang menggunakan monoisopropilamin sebagai bahan pendukung yaitu pada PT. Unilever yang membutuhkan 0,2% monoisopropilamine daripada kebutuhan detergen ± 14.000 ton/tahun nya sebagai zat adiktif untuk meningkatkan kemampuan penurunan tegangan permukaan pada pembuatan detergen.

Kebutuhan monoisopropilamine di Indonesia masih mengandalkan negara lain dalam memasok sebagai bahan baku maupun bahan pendukung. Hal tersebut dikarenakan belum adanya pabrik monoisopropilamin yang berdiri di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik Nasional (BPS) pada tahun 2024 bahwa nilai impor Indonesia pada Januari 2024 mencapai US\$ 18,51 miliar, sedangkan nilai impor monoisopropilamine pada empat tahun terakhir mengalami peningkatan. Pada tahun 2020 meningkat sebesar 2,37%, pada tahun 2021 meningkat sebesar 14,20%, pada tahun 2022 meningkat sebesar 21,89%, dan pada tahun 2023 meningkat sebesar 4,83%. Peningkatan terbesar yaitu pada tahun 2022 yaitu sebesar 21,89%. Hasil prediksi kebutuhan monoisopropilamin pada tahun 2030 menggunakan metode disouted pada tabel I.2 diperoleh sebesar 30.000 ton/tahun. Hal tersebut



menunjukkan bahwa monoisopropilamin dibutuhkan untuk bahan baku dan bahan penunjang di Indonesia sehingga dapat mengurangi nilai impor dan memiliki peluang investasi yang tinggi. Sebelumnya, beberapa perancang pabrik monoisopropilamine sudah direncanakan di tahun-tahun tertentu, tetapi sebagian besar perancangan menggunakan metode yang sama dan tidak memaksimalkan hasil produksi yang ada.

Perancangan terdahulu tentang pabrik monoisopropilamin menggunakan metode hidrogenasi memiliki kekurangan dan kelebihan. Kelebihan dari perancangan menggunakan metode hidrogenasi adalah sederhana dan dapat dilakukan dalam fase gas atau fase liquid, dimana pada persiapan bahan baku tidak perlu penyesuaian fase saat akan masuk kedalam reaktor, akan tetapi udara dalam reaktor perlu diganti dengan nitrogen sehingga membutuhkan bahan tambahan yang akan memperbesar modal perancangan. Selain itu, dalam metode hidrogenasi, reaksi berada pada suhu tinggi yang menyebabkan selektivitas katalin menurun serta tidak dipungkiri adanya kontaminasi produk samping berupa diisopropilamine. Namun, ada beberapa perancangan yang memiliki suhu rendah, tetapi hal tersebut memerlukan pengendalian suhu dan tekanan yang ketat untuk mencapai kondisi reaksi yang optimal. Selain itu, beberapa perancangan menggunakan katalis nikel untuk mempercepat reaksi, akan tetapi meskipun nikel memiliki selektivitas yang baik, pembentukan produk samping yang tidak diinginkan seperti propanol atau propanal masih mungkin terjadi dalam reaksi hidrogenasi. Adapula perancangan terdahulu yang menggunakan tangka pencampuran terlebih dahulu sebelum memasuki reaktor. Hal tersebut dikarenakan bahan baku tidak dalam satu fase sehingga diperlukan tangki pencampuran untuk fase liquid dan akan dicampurkan dalam reaktor dengan bahan baku fase gas namun, tidak dapat dihindari bahwa terjadinya sedikit reaksi dalam tangki pencampuran dikarenakan suhu yang sudah diatur sesuai suhu reaktor. Lalu, adanya perancangan terdahulu yang tidak memanfaatkan produk samping berupa diisopropilamin secara maksimal. Perlu diketahui bahwa diisopropilamin memiliki harga yang mahal sehingga bermanfaat jika dijual dengan produk utama yaitu monoisopropilamin agar mendapatkan hasil ekonomi yang besar.



Pembaruan dalam perancangan pabrik monoisopropilamine ini yaitu, menggunakan metode hidroaminasi dengan katalis campuran berupa nikel dan pasir kuarsa. Pada pabrik ini menggunakan alat utama berupa fixed bed reactor. Kelebihan menggunakan reaktor jenis fixed bed ini yaitu selain harganya yang murah, dan dapat digunakan pada suhu dan tekanan yang tinggi. Reaktor dapat digunakan untuk mereaksikan 2 atau lebih macam gas. Selain itu, reaktor ini memiliki kapasitas produksi yang tinggi. Pressure drop pada reaktor yang akan digunakan juga rendah serta memiliki temperature control yang lebih baik. Perancangan pabrik monoisopropilamin ini juga menggunakan metode hidroaminasi, dimana bahan baku akan masuk kedalam reaktor dalam fase gas sehingga tidak membutuhkan tangki pencampuran terlebih dahulu. Selektivitas dalam metode ini tinggi dan juga tidak membangun system rektifikasi diisopropilamin. Konversi yang didapatkan pada metode ini sampai 100% dan kemurnian produk utama berupa monoisopropilamine sampai 99%. Lalu, pada pabrik ini menggunakan penambahan pasir kuarsa sebagai katalis, untuk menghindari penggunaan nikel yang terlalu banyak. Selain itu, pasir kuarsa tergolong murah dan dapat meningkatkan kerja katalis nikel serta meningkatkan efisiensi laju konversi reaksi dan selektivitas reaksi. Pembangunan pabrik monoisopropilamin ini memiliki tujuan dapat menghasilkan produk yang memiliki kemurnian sampai 100%. Pembangunan pabrik monoisopropilamine ini diharapkan dapat menguntungkan ekonomi Indonesia sehingga mengurangi jumlah impor serta dapat memenuhi kebutuhan produk Indonesia yang memerlukan monoisopropilamine sebagai bahan baku maupun bahan pendukung. Hal tersebut menyatakan bahwa Pembangunan pabrik monoisopropilamine di Indonesia sangat dibutuhkan.

I.2 Manfaat

Manfaat dari pendirian pabrik monoisopropylamine yaitu :

1. Memenuhi kebutuhan monoisopropylamine di dalam negeri sehingga mengurangi impor monoisopropylamine



2. Menghemat devisa negara karena kebutuhan monoisopropilamin di dalam negeri terpenuhi.
3. Menyediakan bahan baku atau bahan pembantu monoisopropylamine bagi industri Indonesia untuk pembuatan produk yang membutuhkan monoisopropylamine.
4. Memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.

I.3 Kegunaan Monoisopropylamine

Kegunaan monoisopropilamine di dunia industri pada umumnya, sebagai berikut:

1. Industri Kimia

a. Pembuatan Herbisida

Pada umumnya, herbisida digunakan untuk mematikan tanaman pengganggu oleh petani. Herbisida isopropilamina glisofat efektif mengendalikan gulma total, gulma golongan rumput, gulma *Brachiara mutica* dan gulma *Mikania Micrantha*. Menurut China Patent 79C tahun 2006 presentasi komposisi larutan isopropilamina dalam herbisida isopropilamina glisofat adalah 20% - 80%, dimana lebih disukai pada presentase 40%. Aplikasi herbisida isopropilamina glisofat juga tidak menyebabkan keracunan pada tanaman kelapa sawit. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2024 kebutuhan herbisida di Indonesia mencapai 854 ton/tahun.

b. Pembuatan Detergen

Zat adiktif yang terdapat dalam detergen berfungsi untuk meningkatkan kemampuan detergent untuk menurunkan tegangan permukaan yang membuat proses pencucian cepat dan efektif. Zat adiktif yang terdapat dalam detergent yaitu monoisopropylamine dengan jumlah yang sedikit. Komposisi pelarut detergen dari 0.2% sampai 91% nya adalah campuran garam monoisopropilamine, asam sulfonate alkilbenzena linier, dan



gugus alkil (US Patent 62, 1975). Data pada PT. Unilever pada proses detergen yaitu sekitar 14.000 ton pertahunnya.

2. Industri Karet Sintetis

Dalam industri karet terdapat 2 jenis yaitu karet alami dan karet sintetis. Karet sintetis atau polimer ini merupakan buatan yang dihasilkan melalui produk sampingan minyak bumi yang biasanya digunakan untuk ban, pembalut kabel listrik dan pelapis tangki atau penyimpanan minyak. Pada proses pembuatan karet sintesis dibutuhkan bahan pencepat yang dimasukkan bersamaan belerang untuk reaksi vulkanisasi salah satunya yaitu monoisopropylamine. Monoisopropilamin digunakan sebagai bahan antara dalam sintesis akselerator vulkanisasi untuk karet yang diaweti dengan sulfur. Data kebutuhan karet di Indonesia tahun 2023 menunjukkan 1.385.544 ton/tahun dimana PT Synthetic Rubber Indonesia memproduksi sekitar 120.000 ton setiap tahunnya.

I.4 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi suatu pabrik mempengaruhi perhitungan ekonomis dalam pra rencana pabrik. Dalam aspek ekonomi sebelumnya dilihat bahwa biaya kebutuhan monoisopropylamine semakin meningkat seiring bertambahnya tahun.

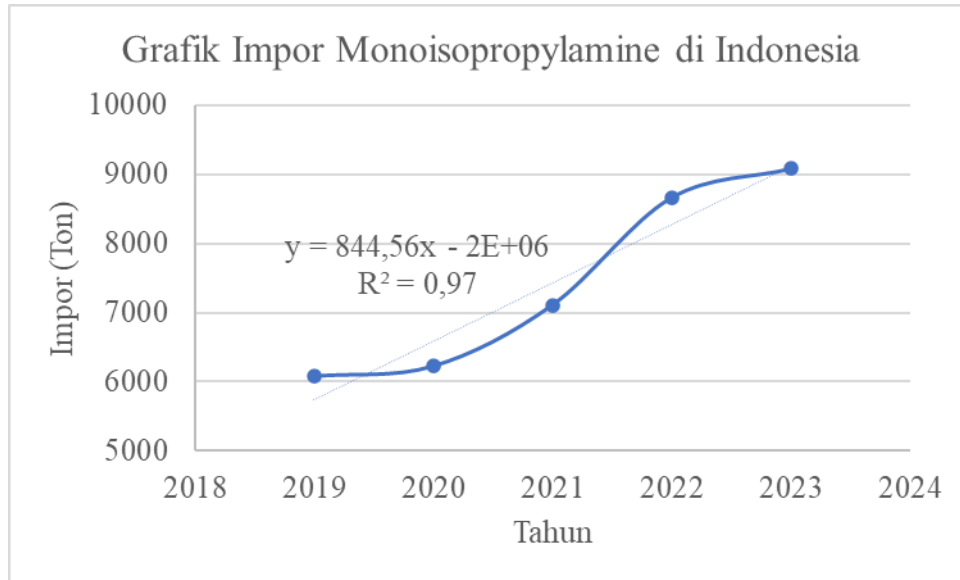
Tabel I. 1 Data impor monoisopropylamine di Indonesia pada tahun 2019 – 2023

No	Tahun	Kebutuhan (ton/tahun)	Kenaikan (%)
1	2019	6082,894	-
2	2020	6226,861	2,37
3	2021	7110,796	14,20
4	2022	8667,19	21,89
5	2023	9085,55	4,83
Kenaikan Rata-Rata			10,82

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)



Berdasarkan data pada tabel diatas, untuk mendapatkan kebutuhan pada tahun 2030 digunakan program Microsoft Excel. Sehingga didapatkan grafik dan persamaan sebagai berikut:



Gambar I.1 Grafik Impor Monoisopropylamine di Indonesia

1. Metode Grafik

Berdasarkan grafik diatas didapatkan persamaan:

$$y = 844,56x - 1699429,38790173$$

Keterangan:

y = Jumlah impor (ton)

x = Tahun

Pabrik Monoisopropylamine ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2030, sehingga didapatkan kebutuhan monoisopropylamine di Indonesia pada tahun 2030 yaitu:

$$\begin{aligned} y &= 844,56x - 1699429,38790173 \\ &= 15035,7 \text{ ton.} \end{aligned}$$

2. Metode Perhitungan

Berdasarkan data diatas, dapat diproyeksikan dan dibuat perencanaan kapasitas produksi monoisopropylamine dengan menggunakan metode Regresi Linier.



Tabel I.2 Data Proyeksi Regresi Linier Perencanaan Kapasitas Produksi

No	x	y	xy	x ²	y ²
1	2019	6082,89	12281362,99	4076361	37001599,42
2	2020	6226,86	12578259,22	4080400	38773797,91
3	2021	7110,80	14370918,72	4084441	50563419,75
4	2022	8667,19	17525058,18	4088484	75120182,50
5	2023	9085,55	18380067,65	4092529	82547218,80
∑	10105	37173,29	75135666,75	20422215	284006218,38

Berdasarkan tabel di atas, maka dihitung nilai a dan b sebagai berikut:

$$a = \frac{1}{n}\Sigma y - \frac{1}{n}\Sigma x = -1699429,38790173$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} = 844,564$$

Maka, berdasarkan metode regresi linier didapatkan perhitungan kebutuhan monoisopropylamine pada tahun 2030 sebesar:

$$y = bx + a = 844,564 (2030) - 1699429,38790173 = 15035,7 \text{ ton}$$

Dikarenakan industri pabrik monoisopropylamine belum begitu banyak maka ditetapkan kapasitas monoisopropylamine 160% dari kebutuhan total sehingga kapasitas pabrik terpasang menjadi 24057,17 ton/tahun \approx 25.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan monoisopropylamine di dalam negeri dan sisanya dapat diekspor ke luar negeri

I.5 Ketersediaan Bahan Baku dan Pemasaran Produk

Ketersediaan bahan baku dan bahan pendukung untuk mendirikan pabrik monoisopropilamine sangat dibutuhkan. Pabrik monoisopropylamine yang akan didirikan menggunakan bahan baku Dimetil Keton, Ammonia, dan Hidrogen. Adapun Bahan pendukung yang juga digunakan yaitu Pasir Kuarsa dan Nikel. Tabel dibawah menunjukkan industri produsen bahan tersebut di Indonesia dan kapasitas nya pertahun.

Tabel I.3 Produsen Ammonia di Indonesia

No	Nama Produsen	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Alkan Chemical Indonesia	Karawang	< 17.000



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Monoisopropilamin dari Dimetil Keton Menggunakan Proses Hidroaminasi”

2	PT. Kaltim Parna Industri	Bontang	< 495.000
3	PT. Pupuk Iskandar Muda	Aceh	< 726.000
4	PT. Pupuk Kalimantan Timur	Bontang	< 2.930.000
5	PT. Pupuk Kujang	Karawang	< 660.000

(Sumber : Kemenperin,2023)

Tabel I.4 Produsen Hidrogen di Indonesia

No	Nama Produsen	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Air Products Indonesia	Simalungun	< 5.150,644
2	PT. Ruci Gas	Bekasi	< 2.260,14
3	PT. Primus Sanus Cooking Oil Industrial	Karawang	< 198.000
4	PT. Sulfindo Adiusaha	Banten	< 6.500.000

(Sumber: Kemenperin, 2023)

Monoisopropilamin yang dihasilkan, dapat dipergunakan untuk industri pertanian seperti herbisida, industri karet sintesis, industri tekstil dan farmasi. Berikut merupakan beberapa industri yang memanfaatkan monoisopropilamine sebagai bahan baku maupun bahan pendukung.

Tabel I.5 Beberapa Industri yang memanfaatkan monoisopropilamine di Indonesia

No	Nama Industri	Produk	Kebutuhan (ton/tahun)	Kandungan Isopropilamina
1	PT. Asiana Chemicalindo Lestari [a]	Glyphosate isopropylamine (herbisida) [a]	15.264 [a]	40% [a]
2	PT. Petrokimia Kayaku [b]	Isopropilamine glysophate (herbisida) [b]	21.000[b]	40%[b]

(Sumber: [a]PT. Asiana Chemicalindo Lestari, 2024; [b] PT. Petrokimia Kayaku, 2024).



I.6 Sifat Bahan Baku dan Produk

1.6.1 Bahan Baku

1. Ammonia

A. Sifat Fisika dan Kimia

1. Bentuk : Gas
2. Rumus molekul : NH_3
3. Berat molekul : 17,031 kg/kgmol
4. Warna : Tidak berwarna
5. Bau : Menyengat
6. Titik lebur : $-77,74^\circ\text{C}$
7. Titik didih : $-33,43^\circ\text{C}$
8. Flamabilitas : bisa terbakar
9. Sifat peledak : tidak mudah meledak
10. Kelarutan : sangat mudah larut dalam air
11. Korosi : korosif terhadap logam
12. Kemurnian Ammonia : 99,5%
13. Impurities : H_2O 0,5%

(PT. Pupuk Kujang, 2019)

- B. Perkiraan harga tahun 2030 : Rp. 10.600/kg

2. Dimetil Keton

A. Sifat Fisika dan Kimia

1. Bentuk : cairan
2. Rumus molekul : $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
3. Berat molekul : 58,08 kg/kgmol
4. Warna : tidak berwarna
5. Bau : seperti buah
6. Titik lebur : $-95,4^\circ\text{C}$
7. Titik didih : $56,2^\circ\text{C}$
8. Sifat peledak : tidak mudah meledak
9. Kemurnian dimetil keton : 99%



10. Impurities : H₂O 1%
(PT. Anugrah Visi Cemerlang, 2019)

B. Perkiraan harga tahun 2030 : Rp. 24.700/liter

3. Hidrogen

A. Sifat Fisika dan Kimia

1. Bentuk : gas
2. Rumus molekul : H₂
3. Berat molekul : 2,0116 kg/kgmol
4. Warna : tidak berwarna
5. Bau : tidak berbau
6. Densitas : 0,06948 (liq)
7. Titik didih : -257,7°C
8. Titik leleh : -259,1°C
9. Stabilitas : stabil
10. Flamibilitas : mudah terbakar
11. Kemurnian hidrogen : 100%

(PT. Sulfindo Adiusaha, 2020)

B. Perkiraan harga tahun 2030 : Rp. 15.500/kg

1.6.2 Bahan Pendukung

1. Nikel

A. Sifat Fisika dan Kimia

1. Bentuk : padatan
2. Rumus molekul : Ni
3. Berat molekul : 59 g/mol
4. Bau : tak berbau
5. Warna : abu abu tua
6. Titik didih : 2900°C
7. Titik leleh : 1452°C
8. Kelarutan dalam air : tidak larut



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Monoisopropilamin dari Dimetil Keton Menggunakan Proses Hidroaminasi”

9. Kemurnian Ni : 100%

(PT. Indonesia Morowali Industrial Park, 2019)

B. Perkiraan harga tahun 2030 : Rp. 15.500/kg

2. Pasir Kuarsa

A. Sifat Fisika dan Kimia

1. Bentuk : padatan
2. Rumus molekul : SiO_2
3. Berat molekul : 60,08 g/mol
4. Bau : tidak berbau
5. pH : 7,4
6. Solubilitas : tidak larut
7. Stabilitas : stabil dalam kondisi normal
8. Kemurnian pasir kuarsa : 100%

(PT. Cipta Putra Permata Abadi, 2022)

B. Perkiraan harga tahun 2030 : Rp. 700/kg

I.6.3 Produk

1. Monoisopropilamine

A. Sifat Fisika dan Kimia

1. Bentuk : Cairan
2. Rumus molekul : $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$
3. Berat molekul : 59,11 kg/kgmol
4. Warna : bening
5. Bau : seperti ammonia
6. pH : 11,8
7. Titik didih : $33^\circ\text{C} - 34^\circ\text{C}$
8. Titik beku : -101°C
9. Solubilitas : larut dalam air

(Acros Organic MSDS, 2009)

B. Perkiraan harga tahun 2030 : Rp. 42.400/kg



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Monoisopropilamin dari Dimetil Keton Menggunakan Proses Hidroaminasi”

2. Diisopropilamine

A. Sifat Fisika dan Kimia

1. Bentuk : Cairan
2. Rumus molekul : $C_6H_{15}N$
3. Berat molekul : 101,2 g/mol
4. Warna : tidak berwarna
5. Bau : seperti amina
6. Titik lebur : $-70^{\circ}C$
7. Titik didih : $83^{\circ}C - 84^{\circ}C$
8. Flamabilitas : mudah terbakar

(ROTH MSDS, 2021)

- B. Perkiraan harga tahun 2030 : Rp. 687.400/liter