

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan industri merupakan bagian dari usaha pembangunan jangka panjang untuk mencapai suatu struktur ekonomi yang kuat. Berpijak dari alasan tersebut, industrialisasi dimantapkan guna mendukung berkembangnya industri, sebagai penggerak utama peningkatan laju pertumbuhan ekonomi dan terciptanya lapangan kerja baru.

Pembangunan sektor industri merupakan upaya untuk meningkatkan nilai tambah suatu bahan. Untuk mencapai kemajuan di bidang industri yang berfokus pada bidang industri kimia, maka kebutuhan akan bahan-bahan kimia dalam negeri perlu ditumbuhkan dan dikembangkan baik dari segi jumlah maupun keanekaragamannya. Salah satunya adalah pembangunan pabrik Kaprolaktam.

Dalam industri petrokimia, Kaprolaktam merupakan bahan kimia *intermediet* yang banyak digunakan dalam proses produksi pada industri. Kaprolaktam adalah bahan dasar untuk pembuatan nilon-6 dan plastik. Sekitar 90% produksi Kaprolaktam digunakan sebagai bahan nilon-6, karpet, dan perkakas rumah. Sepuluh persen sisanya digunakan untuk pembungkus kabel, pengemas makanan, serta produk lain. Selain sebagai bahan baku Nilon-6, Kaprolactam juga diperlukan dalam industri film, kulit imitasi, serat sintesis, plastisizer, dan cat mobil.

Kegunaan lainnya sebagai ikatan silang pada polyurethane dan salah satu bahan baku untuk mensintesa asam amino lysine. Banyaknya penggunaan nilon-6 menyebabkan permintaan nilon-6 di pasar dunia meningkat dari tahun ke tahun mencapai sekitar 3,6 milyar ton pada tahun 1998. Kaprolaktam beredar di pasaran dalam bentuk *flake*, butiran maupun molten yang dijual dalam kemasan kantong kertas, drum, dan tanki.

Kebutuhan Kaprolaktam rata-rata dipenuhi dengan melakukan impor dari beberapa negara. Dalam lima tahun terakhir impor Kaprolaktam masih tergolong besar dengan *range* 31000-33000 ton per tahun. Hal tersebut dapat dilihat dari data impor Kaprolaktam pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data impor Kaprolaktam di Indonesia

tahun	Jumlah Impor (ton)
2014	32.896,14
2015	33.094,70
2016	32.864,65
2017	33.194,99
2018	33.425,29

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2019)

Berdasarkan data impor, kebutuhan Kaprolaktam di Indonesia cukup tinggi dan terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya permintaan oleh industri penggunanya. Tetapi kebutuhan Kaprolaktam ini belum dapat dipenuhi karena tidak terdapat pabrik yang memproduksi Kaprolaktam di Indonesia. Oleh karena itu kecenderungan impor dari tahun ke tahun terus meningkat. Terutama untuk mensuplai industri Nilon-6 yang hingga kini masih merupakan pengkonsumsi Kaprolaktam paling banyak.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

1.2.1 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Pabrik *Caprolactam* akan dibangun dengan kapasitas 34.000 ton/tahun untuk pembangunan pabrik di tahun 2023. Penentuan kapasitas ini dapat ditinjau dari beberapa pertimbangan, antara lain :

1.1.1 Kebutuhan produk di Indonesia

Berdasarkan data statistik, kebutuhan Kaprolaktam di Indonesia mengalami peningkatan. Produksi Kaprolaktam di Indonesia yang masih belum mencukupi kebutuhan dalam negeri, sehingga mengakibatkan Kaprolaktam harus diimpor dari luar negeri.

a. Supply

▪ Impor

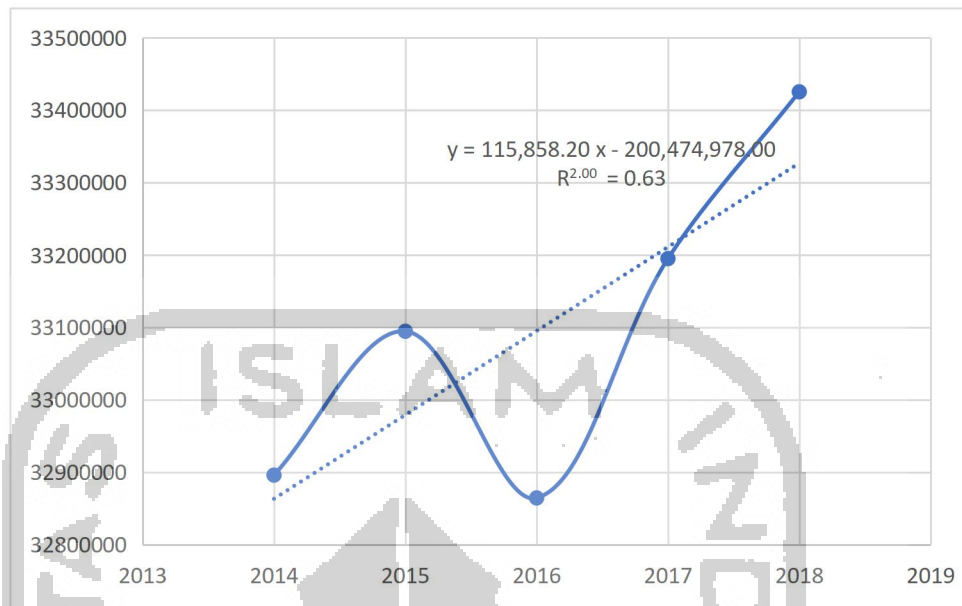
Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tentang kebutuhan impor Kaprolaktam di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Perkembangan data impor akan Kaprolaktam di Indonesia pada tahun 2014 sampai tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Perkembangan Impor Kaprolaktam di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2014	32.896,14
2015	33.094,70
2016	32.864,65
2017	33.194,99
2018	33.425,29

Sumber : (Badan Pusat Statistik 2019)

Dari data impor diatas dapat dibuat grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data impor data impor dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor *Kaprolaktam*

Perkiraan impor Kaprolaktam di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $y = 115.858,20x - 200.474.978,00$ dimana nilai x sebagai tahun dan y sebagai jumlah impor Kaprolaktam.

Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2023 kebutuhan impor Kaprolaktam di Indonesia sebesar :

$$y = 115858,20x - 200474978,00$$

$$y = 115858,20(2023) - 200474978,00$$

$$y = 33906$$

- Produksi Dalam Negri

Di Indonesia sampai saat ini belum terdapat pabrik yang memproduksi Kaprolaktam. Pabrik Kaprolaktam di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Pabrik Kaprolaktam di Dunia

Nama	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
NANJING DONFANG, NANJING (JIANGSU)	China	45000
SNIA	Italy	20000
Fibrex	Romania	25000
CPDC,TOUFEN	Taiwan	55000
THAI CAPROLACTAM (UBE 80%)	Thailand	30000
		175000

Sumber : (Badan Pusat Statistik 2019)

b. Demand

- Ekspor

Berdasarkan kondisi belum ada pabrik Kaprolaktam di Indonesia, sementara untuk pemenuhan kebutuhan Kaprolaktam di Indonesia dipenuhi dari import maka tidak ada ekspor Kaprolaktam ke luar negeri

- Konsumsi Dalam Negeri

Berdasarkan keadaan di Indonesia belum ada pabrik Kaprolaktam yang berdiri, import yang dilakukan adalah untuk pemenuhan konsumsi Kaprolaktam di dalam negeri.

Peluang mendirikan pabrik

Secara teoritis peluang kapasitas pabrik yang akan didirikan merupakan selisih *demand* dikurangi *supply*. Berdasarkan penjelasan tersebut diatas nilai *supply* merupakan nilai import dan nilai *demand* dipenuhi hanya dari import, maka peluang kapasitas merupakan substitusi import. Proyeksi import pada tahun mendirikan pabrik mempunyai nilai 34000 ton/tahun, nilai tersebut merupakan peluang kapasitas pabrik yang akan didirikan. Kapasitas pabrik yang akan didirikan mengambil 100% peluang, dengan kebijakan importir yang sebelumnya melakukan pengadaan Kaprolaktam dari pasar dunia diberi kesempatan sebagai distributor untuk Kaprolaktam yang akan di produksi.

Jadi kapasitas pabrik yang akan didirikan sebesar 34.000 ton/tahun, nilai ini masuk didalam kapasitas ekonomis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.2 dimana ada pabrik yang berproduksi pada kapasitas 30000 ton/tahun dan juga 45000 ton/tahun.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor yang sangat penting untuk kelangsungan hidup suatu pabrik. Untuk menjamin kontinuitas produksi pabrik, bahan baku harus mendapat perhatian yang serius dengan tersedianya secara periodik dalam jumlah yang cukup. Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan Kaprolaktam adalah Siklohensanon Oksim dan Asam Sulfat. Bahan baku Kaprolaktam diperoleh dari luar negeri yaitu dari *Shanghai Miner Chemical Technology Co.Ltd.* China, Shanghai, Luwan. dengan kapasitas produksi Siklohensanon Oksim sebanyak 86.000 ton/tahun.

Sedangkan untuk air diambil dari sungai dengan jumlah yang tidak terbatas dan ada disekitar pabrik yang akan dibangun tersebut. Untuk katalis Asam Sulfat (H_2SO_4) didapatkan dari kerjasama dengan PT Petrokimia Gresik dengan kapasitas 63.000 ton/tahun dan Natrium Oksida (NaOH) didapatkan dari kerjasama dengan PT. Industri Soda Indonesia, Sidoarjo dengan kapasitas 54.000 ton/tahun. serta tersedianya tenaga kerja yang cukup banyak maka dimungkinkan untuk didirikan pabrik Kaprolaktam dari Sikloheksanon Oksim dan Asam Sulfat di Indonesia.

Berdasarkan pertimbangan diatas maka pabrik Kaprolaktam ingin didirikan di indonesia dengan alasan sebagai berikut:

1. Kaprolaktam banyak digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan polimer, cat, bahan – bahan sintetik dan lain-lain.
2. Belum adanya pabrik *Kaprolaktam* di indonesia.
3. Kebutuhan Kaprolaktam semakin tahun semakin meningkat, sementara ketersediaan Kaprolaktam di dalam negeri tidak ada. Sehingga pemenuhan kebutuhan Kaprolaktam di Indonesia selama ini masih diimpor dari luar negeri.
4. Pendirian pabrik Kaprolaktam diharap dapat memenuhi kebutuhan Kaprolaktam dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor Kaprolaktam dari luar negeri, sehingga dapat menghemat devisa negara.
5. Mengurangi tingkat pengangguran dengan cara membuka lapangan kerja di sekitar wilayah industri yang didirikan. Dengan tujuan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar.

6. Sebagai pemasok bahan baku bagi industri dalam negeri yang memakai Kaprolaktam sebagai bahan baku maupun bahan pembantu dalam berbagai produk yang ada. sehingga dapat memacu perkembangan industri yang menggunakan Kaprolaktam.

Dengan memperhatikan hal – hal tersebut diatas serta belum mencukupinya kebutuhan Kaprolaktam dalam negeri, maka pendirian pabrik Kaprolaktam di Indonesia merupakan gagasan yang perlu dikaji lebih lanjut sebagai investasi yang menguntungkan di masa yang akan datang.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Macam Macam Proses

Kaprolaktam dapat dibuat dengan beberapa proses. Untuk menentukan proses yang paling menguntungkan, kita harus meninjau beberapa proses pembuatan Kaprolaktam.

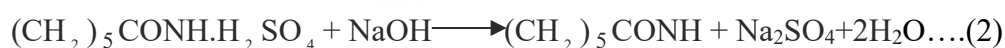
a. Tinjauan berbagai proses

1. *Hidrosilamine Processed to oksime (HPO) Process*

Reaksi :



Sikloheksanon oksim Asam Sulfat Kaprolaktam sulfat



Kaprolaktam sulfat Natrium Hidroksida Kaprolaktam Natrium Sulfat

(Faith, Keyes & Clarks, 1975)

Pada proses ini bahan yang digunakan adalah sikloheksanon oksim, asam sulfat dan natrium hidroksida. Sikloheksanon oksim diimpor dari negara Jepang, Amerika, Australia dan lain lain. Pengangkutan sikloheksanon oksim menggunakan kapal, setelah sampai pelabuhan diangkut dengan truk sampai ke pabrik. Sikloheksanon oksim disimpan dalam gudang dan diberi tanda bahan berbahaya bila terhirup/tertelan.

Asam sulfat berasal dari PT Petrokimia Gresik, yang dipompakan ke tangki penyimpanan. Untuk penyusunan potensial ekonomi (EP) dapat menggunakan persamaan:

$$EP = (\text{Nilai Produk}) - (\text{Harga Bahan Baku}) \text{ (Smith, Robin., 1995)}$$

Tabel 1.5. Harga Bahan dan Produk Proses HPO

Bahan	Berat Molekul	\$/Kg
$(\text{CH}_2)_5\text{CONH}$ (Kaprolaktam)	113	2,70
C_6H_{10} (NOH) (Sikloheksanon oksim)	113	0,80
H_2SO_4 (Asam Sulfat)	98	0,34
NaOH (Natrium Oksida)	40	0,20

$$EP = (113 \times 2,7) - ((113 \times 0,8) + (98 \times 0,34) + (40 \times 0,20))$$

$$EP = 173,35 \text{ \$/kmol}$$

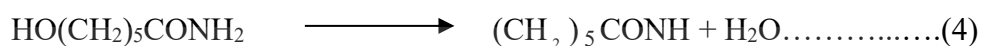
Pada reaksi ini menggunakan reaktor jenis RATB karena fase umpan masuk reaktor adalah cair - cair dengan kondisi reaksi suhu 110 °C dan tekanan 1,5 atm tanpa menggunakan katalis.

2. Proses Aminasi Kaprolakton

Reaksi :



Kaprolakton Amonia Aminocaproic acid



Aminocaproic acid Kaprolaktam

Bahan baku yang digunakan adalah Kaprolakton dan Amonia. Kaprolakton diimpor dari negara Jepang, Cina, Belanda, Spanyol, dll. Pengangkutan Kaprolakton menggunakan kapal tangki, setelah sampai dipelabuhan diangkut dengan truk tangki sampai ke pabrik. Amonia diperoleh dari pabrik pupuk lokal. Kaprolaktone disimpan dalam tangki penyimpanan dan diberi tanda berbahaya bila terhirup/tertelan. Untuk penyusunan potensial ekonomi (EP) dapat menggunakan persamaan :

$$\text{EP} = (\text{Nilai Produk}) - (\text{Harga Bahan Baku})$$

Tabel 1.6. Harga Bahan dan Produk Proses Aminasi Kaprolakton

Bahan	Berat Molekul	\$/Kg
$(\text{CH}_2)_5\text{CONH}$ (Kaprolaktam)	113	2,7
$\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CO}$ (Kaprolakton)	114	1,32
NH_3 (Amonia)	17	0,33

$$\text{EP} = (113 \times 2,7) - ((114 \times 1,32) + (17 \times 0,33))$$

$$\text{EP} = 149,01 \text{ \$/kmol}$$

Pada reaksi (1) reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan suhu reaksi 125 °C dan tekanannya 3,4-34 atm. Untuk reaksi ke (2) menggunakan reaktor pipa koil dengan suhu reaksi 335-370 °C dan tekanannya 204-340 atm. Kedua reaksi ini tanpa menggunakan katalis.

Selain proses HPO dan proses aminasi Kaprolakton, pembuatan Kaprolaktam juga dapat diperoleh dengan cara :

1. Oksidasi cycloheksanon dengan hydrogen peroksida yang menghasilkan ammonia untuk memproduksi cycloheksanon oksime kemudian digunakan untuk membuat Kaprolaktam secara konvensional
2. Toyo Rayon Proses, yaitu proses photochemical nitrosasi cyclohexane dengan nitrochl chloride untuk membentuk cyclohexanone oksime hydrochloride, senyawa ini merupakan bahan intermediet untuk memproduksi Kaprolaktam.
3. Oksidasi toluene untuk memproduksi asam benzoat dan hidrogenasi senyawa ini untuk memproduksi asam cyclohexane carbocyclic, dengan diikuti reaksi nitrosil sulfuric acid untuk memproduksi Kaprolaktam.

Dari ketiga reaksi diatas membutuhkan bahan baku yang relatif lebih banyak dan memerlukan proses yang cukup panjang sehingga memerlukan biaya dan energi yang cukup besar.

1.3.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan peninjauan proses HPO dan aminasi Kaprolakton, dapat dibuat matrik pemilihan proses, seperti yang terlihat pada tabel I.7.

Tabel 1.7. Matrik pemilihan proses

No		Proses DSM	Proses Aminasi Kaprolacton
1	Produk	Kaprolaktam (***)	Kaprolaktam (***)
2	Bahan baku <ul style="list-style-type: none"> • Cara mendapatkan • Pengangkutan • Penyimpanan 	Sikloheksanon oksim, Asam sulfat, NaOH (*) Sikloheksanon oksim diimpor dari Jepang, Amerika, Australia, dll. Asam sulfat dari pabrik pupuk di dalam negeri. (*) Kapal dan Truk (***) Gudang dan tangki (*)	Kaprolaktan, Amonia (**) Kaprolaktan diimpor dari Jepang, Cina, Belanda, Spanyol, dll. Amonia dari pabrik pupuk di dalam negeri. (*) Kapal tangki dan Truk tangki (**) Tangki (**)
3	Potensial Ekonomi	173,35 \$/kmol(**)	149,01 \$/kmol (*)
4	Reaktor	RATB (***) Netralizer	RATB (1) Pipa Coil (2) (**)
5	Kondisi operasi <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • Tekanan 	110 °C 110°C (***) 1 atm 1 atm (***)	125 °C (1) 335-370 °C (2) (**) 3,4-34 atm (1) 204-340 atm (2) (*)
6	Fase	Cair (***)	Cair (***)
7	Katalis	- (***)	- (***)

Keterangan : (***) = Baik
 (**) = Sedang
 (*) = Kurang