

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki kekayaan alam yang sangat berlimpah termasuk juga sumber daya manusianya yang sangat besar. Hal tersebut menjadi indikator bahwa Indonesia berpotensi untuk menjadi negara maju apabila seluruh potensi tersebut dapat dikelola secara optimal. Akan tetapi hingga saat ini sumber daya yang sangat besar tersebut belum mampu dikelola dengan baik dan benar. Sebagai contoh misalnya Indonesia lebih banyak mengekspor bahan mentah yang nilai jualnya jauh lebih rendah daripada nilai jual produk jadi, selain itu Indonesia juga masih tergantung dengan bantuan negara lain dalam mengolah sumber daya alam tersebut. Sedangkan untuk sumber daya manusia juga masih belum dimanfaatkan dengan baik, hal ini dibuktikan dengan masih tingginya tingkat pengangguran yang ada di Indonesia.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Indonesia perlu mendirikan pabrik untuk mengolah kekayaan alam tersebut menjadi suatu produk yang memiliki nilai jual yang lebih tinggi, diantaranya yaitu dengan mendirikan pabrik benzonitril dengan bahan dasar toluena dan ammonia. Benzonitril merupakan *intermediate product* yang sering digunakan sebagai bahan sekaligus pendukung bagi industri seperti melamin, *coating*, *molding resin*, pelapisan logam nikel, hingga tekstil. Senyawa ini memiliki rumus kimia C_7H_5N (BM = 103,12 g/mol), titik leleh $-12,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $190,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada 1 atm, *specific gravity* 1,01 serta larut baik dalam aseton, benzene, etil asetat, kloroform dan etilen oksida namun tidak larut dalam air dingin dan berbau seperti almond (www.sciencelab.com).

Benzonitril dapat dibuat dengan cara mereaksikan antara ammonia dan toluena. Toluena merupakan senyawa yang memiliki rumus kimia $C_6H_5CH_3$ (BM = 92,14 g/mol), titik leleh $-95\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $110,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada 1 atm, *specific gravity* 0,8636, bersifat larut dalam dietil eter, aseton, alkohol, kloroform serta

karbon disulfid (www.sciencelab.com). Hingga saat ini sudah ada beberapa produsen besar toluena di Indonesia antara lain PT. Pertamina Cilacap, PT. Styrimo Mono Indonesia (anak perusahaan PT. Chandra Asri Petrochemical) serta PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama yang mampu memproduksi toluene hingga 300.000 ton/tahun. Harga jual toluen mencapai \$2000 - \$2200/ton yang dipasarkan dalam bentuk *liquid* (www.icis.com).

Ammonia merupakan senyawa yang memiliki rumus kimia NH_3 (BM = 17,04 g/mol) dengan titik leleh $-77,8^\circ\text{C}$, titik didih $-33,3^\circ\text{C}$ serta *specific gravity* 0,59 (www.airgas.com). Ammonia dipasarkan dalam bentuk liquid maupun padatan dengan harga jual berkisar \$386 - \$772/ton (www.icis.com). Di Indonesia, ammonia telah diproduksi oleh beberapa industri diantaranya PT. Petrokimia Gresik, PT. Pupuk Sriwijaya, PT. Pupuk Kujang, PT. Pupuk Kaltim dan PT. Pupuk Kaltim pasifik Amoniak yang merupakan produsen amoniak terbesar di Indonesia dengan produksinya mencapai 629.000 ton/tahun.

Tabel 1.1 Pelaku Utama Petrokimia Hulu di Indonesia

Produsen	Lokasi	Produk	Kapasitas Produksi (Ton)
PT. Chandra Asri Petrochemical	Cilegon, Banten	Ethylen	600.000
		Propylene	320.000
		C4 (Butadiene)	220.000
PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama	Tuban, Jawa Timur	Benzene	300.000
		Toluene	300.000
		Xylene	370.000 (p-xylene) 100.000 (o-xylene)
PT Kaltim Methanol Industri	Bontang, Kalimantan Timur	Metanol	660.000
PT.Kaltim Pasifik Amoniak	Bontang, Kalimantan Timur	Amoniak	692.000

Sumber : kemenprin.go.id

Menurut Kirk dan Othmer (1998) benzonitril merupakan senyawa yang memiliki banyak kegunaan dalam dunia industri, benzonitril dapat digunakan sebagai bahan sintesis benzoguanin yang merupakan derivatif dari melamin. Benzonitril juga bermanfaat sebagai *separating agent* dalam pemisahan *naphtalene* dan *alkyl-naphtalene* dari campuran senyawa non-aromatik melalui distilasi azeotrop. Naphtalene berfungsi sebagai *surfactant* dalam *recovery*

minyak bumi dan industri detergen. Selain itu benzonitril juga dapat dijadikan sebagai zat aditif pada pembasuhan plat-plat nikel, bahan bakar jet, pemutihan kain katun, pengeringan serat *acrylic* dan pemisahan *titanium tetrachloride* serta *vanadium oxychloride* dari *silicon tetrachloride*.

Hingga saat ini Indonesia belum mempunyai pabrik yang dapat memproduksi benzonitril, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut Indonesia masih harus mengimpor dari negara lain. Berdasarkan data dari comtrade.com, pada tahun 2016 Indonesia mengimpor benzonitril hampir sebanyak 12.000 ton dan hal ini diperkirakan akan semakin meningkat lagi untuk tahun-tahun berikutnya. Terdapat beberapa pabrik di dunia yang sudah memproduksi benzonitril dalam skala besar seperti Cina, Jepang dan India.

Tabel 1.2 Produksi Benzonitril Dunia

No.	Negara	Pabrik	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1.	Jepang	Nippon Shokubai	50.000
2.	India	Anami Organic	20.000
3.	Cina	Shanghai Nanda Chemical	20.000

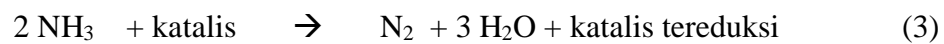
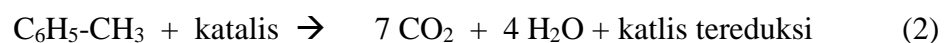
Melihat potensi bahan baku di Indonesia yang sangat berlimpah, maka pabrik benzonitril akan sangat menjanjikan untuk didirikan. Pabrik benzonitril ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2023. Berdasarkan potensi yang ada serta beberapa pertimbangan diatas, maka pabrik direncanakan akan didirikan dengan kapasitas produksi 50.000 ton/ tahun dengan perkiraan 30% produk benzonitril akan dipasarkan di dalam negeri sedangkan 70% lainnya akan di ekspor ke negara lain seperti Jerman, China, Jepang dan lain sebagainya.

1.2 Tinjauan Pustaka

Terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk menghasilkan benzonitril dari bahan amoniak dan toluena. Kedua metode tersebut yaitu :

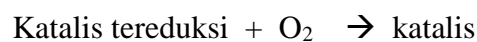
a. Reaksi toluena dan amoniak tanpa udara (O₂)

Reaksi ini dilakukan dengan bantuan katalisator Bi-Mo-O (Bismut-Molibdenum-Oksigen) pada suhu sekitar 525-550 °C, tekanan atmosferik dan merupakan reaksi gas-gas (Groggin, 1958). Reaksi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :



Katalis diaktivasi kembali dengan mengalirkan udara ke dalam reaktor.

Reasinya adalah sebagai berikut :



Dengan menggunakan proses ini, maksimum *yield* benzonitril yang diperoleh adalah 61% dengan selektivitas amoniak terhadap benzonitril 5-50% (Ridder, 1981). Secara komersial, proses ini kurang menarik untuk diaplikasikan di industri karena *yield* yang dihasilkan masih cukup rendah, sedangkan suhu yang diperlukan cukup tinggi sehingga sangat tidak ekonomis.

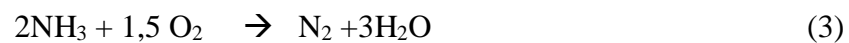
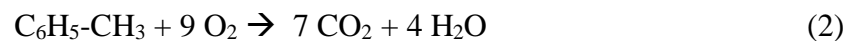
b. Reaksi amoksidasi

Reaksi amoksidasi antara toluena dan amoniak berlangsung dengan bantuan udara (oksigen) dan katalisator V-Ti-O. Penyiapan katalis dilakukan dengan mencampurkan *aqueous solutions* yaitu *vanadyl oxalate* dan TiOCl₂ yang mengandung 25% w/w vanadium dalam bentuk V₂O₅ dengan promotor CsCl. Setelah terbentuk larutan yang homogen selanjutnya dituang di atas penyangga berbentuk silinder yang terbuat dari Al₂O₃ yang telah mengalami *treatment* pemanasan hingga suhu 1000°C (Cavali, P., dkk., 1987). Proses ini menghasilkan benzonitril dengan *yield* maksimum 75 % dan dapat mencapai

90% bila dilakukan *recycle* total terhadap toluena (Ridder, 1981). Reaksi utama dari reaksi amoksidasi antara toluena dan amoniak dapat dituliskan sebagai berikut (Kirk and Othmer, 1998):



Pada proses ini terdapat dua reaksi samping, yaitu:



Secara umum reaksi amoksidasi dapat berlangsung pada suhu 300-500°C dan tekanan 2 atm, bersifat eksotermis dan merupakan reaksi fase gas. Namun untuk meminimalkan terjadinya reaksi samping maka proses dijalankan pada suhu kurang dari 480°C (Shitara, 2000).

Berikut ini adalah *production flow* sederhana benzonitril di Nippon Shokubai yang menggunakan metode amoksidasi toluen:

Tabel 1.3 Perbandingan proses produksi Benzonitrile dari Toluena dan Amoniak

No.	Pembandingan	Reaksi Tanpa Udara	Reaksi Amoksidasi
1.	Katalis	Bi-Mo-O	V-Ti-O
2.	Suhu Reaksi	525-550 °C	300-500°C
3.	Tekanan Reaksi	1 atm	2 atm
4.	<i>Yield</i>	60%	75% (tanpa recycle) 90% (dengan recycle)
5.	Reduksi Katalis	Ada	Tidak ada
6.	Aplikasi di industri	-	a. Nippon Shukobai, Jepang (50.000/tahun) b. Anami Organic, India (20.000/tahun)

Sumber : Adinata.D.N & Suhandono (2017)

Tabel 1.4 Kelebihan dan Kekurangan Proses Produksi Benzonitril dari Toluena dan Amoniak

Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
1. Reaksi toluene dan amoniak tanpa udara (O_2)	1. Tidak memerlukan tambahan udara dalam reaksinya	1. Suhu dan tekana operasi yang diperlukan lebih tinggi dibandingkan reaksi amoksidasi
2. Reaksi amoksidasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prosesnya sudah banyak diaplikasikan di industry. 2. Suhu operasi lebih rendah. 3. Yield benzonitril yang dihasilkan cukup tinggi mencapai 90% 	a. Perlu pretreatment katalis agar kinerja katalis lebih maksimal.

Sumber : Dewi.J.P & Psporini.N.D. (2016)

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa reaksi amoksidasi menghasilkan *yield* yang lebih tinggi dengan suhu operasi yang lebih rendah sehingga proses reaksi berlangsung lebih aman serta berpotensi menghasilkan margin keuntungan yang optimal. Selain itu proses amoksidasi juga telah banyak diterapkan oleh industri-industri besar di dunia untuk menghasilkan benzonitril. Dari pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka proses amoksidasi dipilih sebagai proses untuk memproduksi benzonitril dalam perancangan pabrik ini.