

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan industri khususnya industri yang mengolah bahan mentah menjadi bahan setengah jadi maupun bahan jadi di Indonesia terus mengalami peningkatan. Sehingga Indonesia dituntut untuk mampu bersaing dengan negara lain dalam bidang industri. Perkembangan industri di Indonesia sangat berpengaruh pada ketahanan ekonomi Indonesia yang akan menghadapi banyak persaingan di pasar bebas nanti. Sektor industri kimia khususnya, sebagai tulang punggung perekonomian negara, banyak memegang peranan dalam memajukan perindustrian di Indonesia, baik yang memproduksi bahan baku maupun bahan hasil olahannya. Namun, untuk kebutuhan berbagai bahan baku dan bahan penunjangnya masih banyak didatangkan dari luar negeri. Jika bahan baku dan bahan penunjang ini bisa dihasilkan dari dalam negeri, hal ini tentunya akan menghemat pengeluaran devisa, meningkatkan ekspor, mengembangkan penguasaan teknologi dan membuka lapangan pekerjaan. Inovasi proses produksi maupun pembangunan pabrik baru adalah hal yang sangat diperlukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk impor bahkan untuk menunjang aspek positif lain dalam pembangunan industri, salah satunya dengan pembangunan pabrik akrilonitril.

Akilonitril adalah molekul tak jenuh yang memiliki ikatan rangkap karbon-karbon yang berkonjugasi dengan golongan nitril (Kirk & Othmer, 1991). akilonitril dengan rumus molekul  $H_2C=CH-C\equiv N$  sering disebut juga asam nitril akrilik, propilen nitril, vinyl sianida dan *propenoic acid nitrile*. Akilonitril ( $C_3H_3N$ ) ini merupakan bahan kimia berbentuk cairan, tidak berwarna, dapat larut dalam hampir semua pelarut organik, seperti etanol, aseton, etil asetat, karbon tetraklorida dan benzene, namun hanya larut sebagian dalam air. Akilonitril bersifat toxic, mudah terbakar dan bersifat karsinogen yang dapat menyebabkan kanker apabila terhirup, alergi dan iritasi kulit.

(Nexant, Inc., 2006)

Akilonitril merupakan bahan baku polimer yang paling luas pemanfaatannya, seperti bahan baku pembuatan serat sintetik contohnya digunakan untuk pakaian, kain selimut, karpet, plastik, dan bahan lain. Sekitar 60% akilonitril dikonsumsi untuk serat sintetik (nexant. inc, 2006). Selain itu, akilonitril juga sangat menunjang dalam pembangunan di sektor industri polimer, fiber sintetis, dan sejumlah resin. Di indonesia, konsumsi akilonitril sebagian besar digunakan pada industri resin seperti *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS), *styrene acrylonitrile* (SAN).

Namun, hingga saat ini kebutuhan industri dalam negeri untuk akilonitril masih diimpor dari luar negeri. Kebutuhan akan akilonitril ini yang cukup tinggi di indonesia menyebabkan besarnya impor ini terus bertambah tiap tahunnya. Perkembangan industri di indonesia yang didukung dengan tersedianya sumber daya manusia serta posisi strategis perdagangan dunia mendukung untuk

didirikannya pabrik pembuatan akrilonitril di Indonesia. Selain untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri, akrilonitril merupakan komoditas ekspor yang sangat potensial karena sangat dibutuhkan negara-negara lain.

Berdasarkan uraian diatas, dengan melihat kebutuhan, peluang pasar, dan kesempatan yang ada, maka pendirian pabrik akrilonitril perlu dipertimbangkan lebih lanjut dalam rangka substitusi impor akrilonitril yang selama ini selalu dilakukan setiap tahunnya.

### 1.1.1 Kapasitas Perancangan

Dalam penentuan kapasitas perancangan akrilonitril ini didasarkan pada kebutuhan di Indonesia. Di Indonesia sekarang ini banyak didirikan pabrik-pabrik kimia yang menggunakan akrilonitril sebagai bahan baku utamanya di antaranya adalah pabrik *acrylic fibers*, *ABS resin* dan akrilonitril stirena.

Data impor akrilonitril di Indonesia tahun 2010-2013 ditunjukkan dalam tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Impor Akrilonitril Indonesia

Tahun	Data Impor (kg)
2010	8.947.247
2011	8.086.883
2012	7.516.292
2013	7.188.118

(Sumber: BPS, 2014)

Dari *Encyclopedia of Chemical Processing and Design* Mc. Ketta 1954, diperoleh data bahwa kapasitas minimum yang masih dapat memberikan keuntungan apabila mendirikan pabrik akrilonitril adalah 5.000 ton/tahun.

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan.

Tabel 1.2 Data pabrik akrilonitril dunia tahun 2013

<b>Pabrik</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Acrilonitrila do Nordeste	Camacari, Brazil	90.000
Anqing Petrochemical	Anqing, China	80.000
Asahi Kasei	Kawasaki, Japan	150.000
	Mizushima, Japan	350.000
China Petrochemical Development	Tha-Sheh, Taiwan	190.000
Cytec Industry	Tirtier, Louisianan, US	227.000
Daqing Refining and Chemical	Daqing, China	80.000
Dia-NitriX	Mizushima, Japan	115.000
	Otake, Japan	90.000
DSM	Geleen, Netherlands	275.000
DuPoint	Beamont, Texas, US	185.000
Formosa Plastics	Mailiao, Taiwan	280000
Fushun Petrochemical	Fushun, China	90.000
INEOS	Cologne, Germany	300.000
	Green Lake, Texas, US	460.000
	Lima, Ohio, US	200.000
	Seal Sands, UK	280.000
Jihua Group	Jilin City, China	250.000
Lukod Neftochim	Burgas, Bulgaria	28.000

Tabel 1.2 Data pabrik akrilonitril dunia tahun 2013 (lanjutan)

<b>Pabrik</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Pemex Petrochemical	Tula, Mexico	65.000
Petkim	Aliaga, Turkey	92.000
PetroChina Lanzhou Petrochemical	Lanzhou, China	35.000
Qilu Petrochemical	Zibo, China	40.000
Reliancesa Industries	Baroda, India	42.000
Repsol YPF	Tarragona, Spain	125.000
Saratovorgsintez	Saratov, Russia	150.000
Sasol Chemical Industries	Secunda, South Africa	75.000
Shanghai Petrochemical	Inshan, China	130.000
Showa Denko	Caojing, China	260.000
Sinopec Shanghai Gaoqiao Petrochemical	Kawasaki, Japan	60.000
<b><i>Solutia</i></b>	<b><i>Pudong, China</i></b>	<b><i>8.000</i></b>
Sumitomo Chemical	Niihama, Japan	60.000

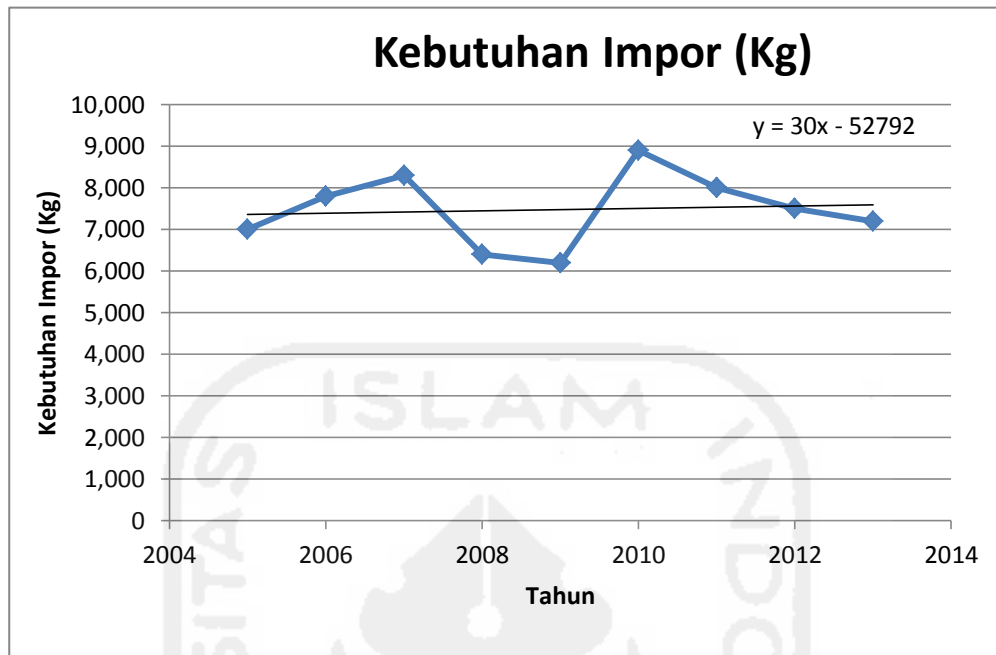
(Sumber: ICIS.com)

Tabel 1.3 Data Impor Pabrik Luar Negeri

<b>Negara</b>	<b>Data Impor 2013 (ton)</b>
Korea	144.596
Turkey	46.399
India	30.585
Mexico	55.155
Taiwan	40.077
Switzerland	16.848
Hong Kong	5.473
China	15.190
Singapore	2.050
Canada	2.148
Lainnya	42.455
<b>Total</b>	<b>400.976</b>

(Sumber: ICIS.com)

Dari tabel 1.3 diperoleh negara-negara yang masih mengimpor akrilonitril, negara-negara tersebutlah yang akan dijadikan tujuan ekspor akrilonitril pabrik. Apabila dibandingkan antara data tabel 1.2 dan 1.3 terdapat beberapa negara yang sudah memiliki pabrik akrilonitril tetapi masih mengimpor contohnya negara Cina dan Taiwan, hal ini dikarenakan kebutuhan akrilonitril dalam negeri lebih besar dibandingkan produksi akrilonitril negara itu sendiri sehingga untuk memenuhi kebutuhan negara tersebut masih bergantung pada impor luar negeri.



Gambar 1.1 Grafik kebutuhan impor dalam negeri

Dari tabel 1.2, dapat diketahui bahwa kapasitas produksi akrilonitril minimal di dunia adalah sebesar 8.000 ton/tahun. Sedangkan kebutuhan akrilonitril dalam negeri menurut data impor dari tahun 2005-2013 adalah sebesar 7.748 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka ditetapkan kapasitas perancangan pabrik akrilonitril yang akan didirikan pada tahun 2018 sebesar 25.000 ton/tahun dengan alasan sebagai berikut:

- a. Dapat memenuhi kebutuhan akrilonitril dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor akrilonitril.
- b. Dapat mendorong berdirinya industri-industri lain yang menggunakan akrilonitril sebagai bahan baku.
- c. Apabila terpenuhi kebutuhan dalam negeri, sisa produk dapat diekspor sehingga menambah devisa negara.

### 1.1.2 Kegunaan akrilonitril

1. Bahan untuk membuat *nitrile rubber*.

Pada tahun 1950 hampir semua akrilonitril yang diproduksi dijadikan *acrylic fiber*. *Nitrile rubber* ini mempunyai banyak sifat penting dalam perkembangannya, termasuk tahan terhadap bahan kimia, minyak, pelarut, panas, goresan, sifat – sifat dielektrik dan fleksibilitas temperatur yang rendah. Penggunaan *nitrile rubber* ini antara lain adalah sebagai karet yang tahan terhadap minyak, bahan pelapis tangki, lem atau perekat, penutup pelindung, insulasi listrik, campuran PVC, dan lain –lain.

2 Bahan untuk membuat *acrylic fibers*.

*Acrylic fiber* adalah salah satu produk turunan dari akrilonitril. Serat ini banyak digunakan oleh pabrik-pabrik tekstil sebagai bahan baku pembuatan karpet, sweater, dan baju olahraga.

3 Bahan untuk membuat *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan *Styrene Acrylonitrile* (SAN). ABS mengandung 25% *acrylonitrile* dan SAN mengandung 30% *acrylonitrile* ABS dan SAN digunakan untuk bahan konstruksi otomotif, mesin dan alat-alat rumah tangga.

4 Bahan untuk membuat adiponitrile yang digunakan untuk intermediate pembuatan nilon.

5 Bahan untuk membuat *acrylamide* sebagai bahan pengental.



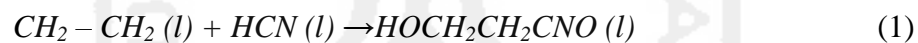
## 1.2 Tinjauan Pustaka

### 1.2.1 Akrilonitril

Akrilonitril ( $C_3H_3N$ ) adalah senyawa kimia tak jenuh yang paling dikenal sebagai bahan baku pembuatan fiber akrilik. Keberadaan atom nitrogen menyebabkan senyawa ini bersifat polar dengan elektron cenderung tertarik kearah atom nitrogen. Sejak ditemukan oleh Sohio pada tahun 1950-an, lebih dari 90 % produksi akrilonitril secara komersial, dilakukan dengan reaksi antara propilen dengan ammonia yang dikenal sebagai proses amoksidasi propilen. Proses ini dipilih karena biaya produksinya yang lebih murah, terutama biaya pada pembelian bahan baku.

### 1.2.2 Etilen Sianohidrin

Etilen sianohidrin pertama kali dibuat pada tahun 1978 oleh *erlemeyer* yaitu dengan memanaskan campuran *ethylene oxide* ( $C_2H_4O$ ) dan *cyanide* (HCN) pada suhu 50–60 °C, reaksinya adalah :



Reaksi tersebut dioperasikan dengan menggunakan katalisator alkaline. Etilen sianohidrin dapat juga dibuat dari etilen sianohidrin dan *sodium cyanide*. Etilen sianohidrin dapat dikonsumsi secara besar – besaran sebagai zat antara pembuatan akrilonitril dan ester asam akrilat.

Adapun bahan baku ini diperoleh dari Kanto Chemical co., Inc yang berada di Taiwan dengan kapasitas produksi sebesar 120.000 ton/tahun. Sehingga kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi

### 1.2.3 Macam-macam Pembuatan Akrilonitril

Untuk menentukan proses yang akan dipakai perlu dipertimbangkan beberapa faktor untuk mendapatkan proses yang paling menguntungkan. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah pengadaan bahan baku yang murah dan mudah didapat, biaya investasi dan operasi yang rendah, pengolahan limbah yang minimal, faktor resiko yang kecil dan diperoleh rendemen yang besar.

Pada saat ini ada beberapa macam proses yang digunakan dalam pembuatan produk akrilonitril. Untuk menentukan pemilihan proses yang tepat, maka perlu diketahui beberapa macam proses pembuatan akrilonitril sebagai berikut :

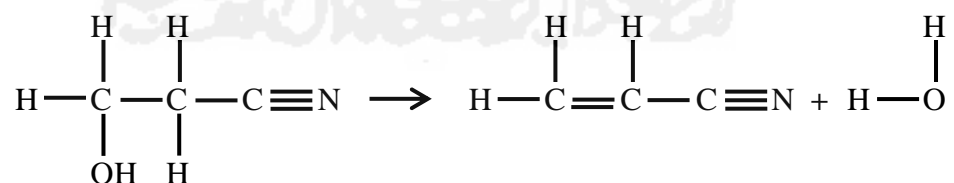
#### a. Proses Dehidrasi Etilen Sianohidrin dengan Katalisator Alumina

Proses yang terjadi adalah dehidrasi dengan reaksi sebagai berikut:



*Ethylene Cyanohidrine*      *Yield 90%*    *Acrylonitrile* + *Air*

Proses dehidrasi etilen sianohidrin menjadi akrilonitril adalah proses eliminasi gugus OH dari etilen sianohidrin pada suhu dan tekanan tertentu. Gugus OH kemudian akan mengikat gugus H<sup>+</sup> sehingga tercipta komponen H<sub>2</sub>O.



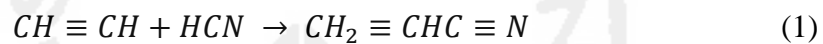
Pada proses ini, reaksi bisa dijalankan dalam fase cair atau gas pada tekanan atmosferis dan suhu 350 – 450°C dengan bantuan katalis alumina. Produk keluaran reaktor dikondensasikan dan kemudian dialirkan ke dekanter dimana campuran cairan yang terdiri dari etilen sianohidrin, akrilonitril, dan air terpisah

menjadi dua layer. Masing-masing layer tersebut akan dimurnikan di menara destilasi. Hasil atas menara destilasi berupa akrilonitril dengan kemurnian 99%. Sedangkan hasil bawahnya yang berupa etilen sianohidrin dengan kemurnian 97% akan di *recycle* untuk diproses kembali.

(Faith Keyes, 1957)

#### b. Proses Reaksi Acetylene dengan Asam Sianida

Reaksi yang terjadi adalah :



*Acetylene* + *Hydrogen Cyanide* Yield 80% *Acrylonitrile*

Proses ini berlangsung pada suhu 70°C dan tekanan atmosferis dalam fase gas dengan menggunakan bantuan katalis *cuprous chloride* (CuCl<sub>2</sub>) sebagai katalis. Yield yang diperoleh sebesar 80% terhadap *acetylene* dan 90 - 95% terhadap *hydrogen cyanide*. Hasil gas keluaran reaktor mengandung *acrylonitrile*, *acetylene* yang tidak bereaksi, 1-3% HCN dan sejumlah kecil berbagai macam produk seperti *acetaldehyde*, *vinyl acetylene*, *divinyl acetylene*, *lactonitrile* (dari *acetaldehyde* dan HCN), *vinyl chloride*, *cyanibutadiene*, dan *chloroprene*. Produk-produk hasil keluaran ini menyebabkan hilangnya banyak bahan baku, sulitnya pemurnian pada proses akhir dan juga menyebabkan perubahan pada katalis *cuprous chloride* menjadi rendah. Untuk mengatasi hal ini, digunakan asetilen dan HCN dengan perbandingan 25:1 sampai 2:1 pada katalis cair yang bersifat anhidrat terutama dari *cuprous chloride* yang dilarutkan dalam solven nitril organik. Adanya air dalam reaksi ini tidak diinginkan karena akan menghasilkan produk samping, karena itu reaksi ini sebaiknya dijalankan dengan

reaktan dan katalis yang bersifat anhidrat (tidak mengandung air). Gas-gas ini dikontakkan dengan air dalam scrubber untuk memisahkan *acrylonitrile*, *hydrocyanide acid*, dan beberapa produk samping. Gas-gas yang telah dikontakkan kemudian direcycle ke reaktor, sedangkan air yang mengandung 1,5% *acrylonitrile* didestilasi dengan bantuan steam yang menghasilkan akrilonitril 80%. Crude akrilonitril ini difraksinasi secara bertingkat untuk menghasilkan akrilonitril 99%.

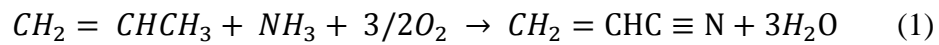
(Faith Keyes, 1957)

Keunggulan dari proses dehidrasi etilen sianohidrin adalah pada reaksi yang dijalankan, suhu relatif lebih rendah, dibanding reaksi amoksidasi propilen yang dijalankan pada suhu 300-500°C, sehingga biaya untuk pemanasan dan bahan bakar pada proses ini akan lebih rendah. Kekurangan dari reaksi ini terutama adalah bahan baku asetilen dan asam sianida yang relatif mahal harganya dibanding etilen sianohidrin, selain itu dihasilkannya *by product* berupa senyawa-senyawa non-volatile (disebut sebagai tar) yang dapat menurunkan aktivitas katalis sehingga produk akrilonitril yang dihasilkan akan berkurang maka diperlukan regenerasi katalis.

### c. Proses Propylene Ammoxidation

Proses ini dikomersialkan oleh Sohio Company (BP Chemical) dan disebut dengan proses *propylene ammoxidation*. Bahan baku berupa propena, amoniak dari udara diumpankan dengan rasio mol 1:1, 2:10 ke dalam sebuah reaktor fluidized. Reaktor beroperasi pada suhu 400-500°C dan tekanan 5-30 psig dengan

waktu tinggal  $\pm 10$  detik. Konversi propena yang tinggi diperoleh secara *single pass* sehingga tidak dibutuhkan *recycle*. Reaksi utama yang terjadi adalah :



*Propylene + Amoniak + Oksigen*                      *Acrylonitrile + Air*

(Nexant, Inc., 2006)

Katalis yang digunakan adalah *bismuth-phospho-molibdate*. Proses ammoksidasi katalitik ini dapat berlangsung secara *fixed bed* maupun *fluidized bed*. Proses *fluidized bed* digunakan untuk kapasitas pabrik sampai dengan 100.000 ton/tahun (Ozero dan Joseph, 1983).

Ammoksidasi propilen katalitik secara *fixed bed* digunakan dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut (Dutta dan Gualy, 1999) :

1. Yield yang dihasilkan besar
2. Bahan baku lebih murah.
3. Temperatur reaksi lebih rendah dari pada reaksi katalitik propilena dan nitrogen oksida.
4. Tidak membutuhkan unit *recovery* katalis seperti pada proses secara *fluidized bed*.

Saat ini yield terbesar yang dapat dicapai sebesar 80-95 % dengan konversi maksimal 92%. Hasil samping yang terjadi pada reaksi ini adalah timbulnya HCN, asetonitrile dan senyawa nitril berat lainnya.

Keunggulan dari proses ini adalah penggunaan bahan baku propene yang relatif jauh lebih murah dibanding dengan penggunaan asetilen dan asam sianida. Kekurangan dari proses ini adalah suhu yang digunakan pada reaktor untuk proses

ini sangat tinggi, yaitu 400-500°C dan prosesnya yang sangat eksotermis dapat menyebabkan terjadinya pengurangan reaksi apabila proses reaksinya tidak dikontrol dengan benar.

Tabel 1.4 Perbandingan Macam-macam Proses Pembuatan *Acrylonitrile*

	<b>Proses Dehidrasi</b> <i>Ethylene</i> <i>Cyanohidrin</i>	<b>Proses Acetylene</b>	<b>Proses Propylene</b> <i>Ammoxidation</i>
<b>Kondisi Operasi</b>	T : 250-350°C P : atmosferis	T : 70°C P : atmosferis	T : 400-500°C P : 0,3-2 atm
<b>Yield</b>	99%	80-95%	77%
<b>Penyimpanan Bahan Baku</b>	Tidak diperlukan penanganan khusus	Perlu penanganan khusus	Perlu serangkaian sistem refrigerasi
<b>Produk Samping</b>	-	Ada ( <i>acetaldehyde</i> , <i>vinyl acetylene</i> , <i>divinyl acetylene</i> , <i>lactonitrile</i> , dan <i>lain-lain</i> )	Ada (HCN, <i>Acetonitrile</i> , <i>Acroleine</i> , <i>Succinic Nitrile</i> , dan uap air)
<b>Proses Pemurnian</b>	Sederhana	Lebih banyak dan rumit karena banyaknya produk samping	Lebih banyak dan rumit karena banyaknya produk samping

Dengan melihat perbandingan ketiga proses diatas, maka pada prarancangan pabrik akrilonitril ini dipilih bahan baku etilen sianohidrin karena hanya menggunakan satu bahan baku, proses reaksinya yang paling sederhana, pemurniannya lebih mudah karena tidak menghasilkan produk samping.

#### 1.2.4 Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sebagai Katalis

Aluminium oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) adalah senyawa kimia dari aluminium dan oksigen, umumnya disebut sebagai alumina atau korundum dalam bentuk kristalnya, serta banyak nama lainnya. Senyawa ini termasuk dalam material aplikasi karena memiliki sifat-sifat yang sangat mendukung pemanfaatannya dalam beragam bidang industri. Sifat lain dari alumina yang sangat mendukung aplikasinya adalah daya tahan terhadap korosi.

Katalis alumina berfungsi membantu mereaksikan etilen sianohidrin menjadi akrilonitril dalam proses dehidrasi. Dehidrasi etilen sianohidrin menjadi akrilonitril dapat menggunakan berbagai macam katalis seperti *active  $\text{Al}_2\text{O}_3$*  (alumina), *tin*, *pumice*, *alundum*, *slica gel*. Tetapi dipilih katalis alumina karena katalis alumina menghasilkan yield tertinggi dibanding katalis lainnya

(Sumber : *US Patent 1945*)