
**Desain Proyek *Hexamethylenediamine* dari *Adiponitrile* dengan
Proses Hidrogenasi
Kapasitas 40.000 Ton/Tahun**

Oleh:

RICARDO ANGELIO (160220013)

CLARISSA INDRAYANI (160220015)

NATASYA OCTAVIA (160220056)

Program Studi Teknik Kimia Universitas Surabaya

INTISARI

Hexamethylenediamine (HMDA) atau *1,6-diaminohexane* atau *1,6-hexanediamine* adalah suatu senyawa organik yang memiliki rumus kimia $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ berwujud padatan kristal tidak berwarna dan larut dalam alkohol dan air. HMDA umumnya digunakan untuk pembuatan resin yang tidak dimodifikasi dan produksi poliamida berupa serat yang kuat, elastis, dan sebagian besar tidak larut dengan suhu leleh yang relatif tinggi bernama *nylon-66*. Proses untuk pembuatan HMDA dapat dilakukan melalui 3 jenis proses, yaitu reaksi hidrogenasi *adiponitrile* dengan katalis *Raney*, reaksi hidrogenasi *adiponitrile* (ADN) dengan amonia, dan proses aminasi dengan bahan baku *1,6-hexanediol*. Proses hidrogenasi *adiponitrile* dengan katalis *Raney* dipilih karena memiliki ketersediaan data perhitungan yang memadai, *yield* HMDA yang lebih tinggi, serta faktor keamanan yang lebih tinggi berdasarkan suhu dan tekanan proses yang digunakan.

Produksi HMDA dibagi menjadi 3 tahap, yaitu proses persiapan bahan baku, reaksi hidrogenasi, dan proses pemisahan dan pemurnian produk. ADN dihidrogenasi pada suhu 80°C dan tekanan 50 atm dengan bantuan katalis *Raney-Nickel* dan media larutan NaOH dalam *Bubble Column Reactor* (R-210). Produk hasil reaksi tersebut adalah HMDA dan sisa bahan baku yang tidak bereaksi. Untuk pemisahan produk, mula-mula, katalis dipisahkan melalui *rotary vacuum filter* (H-230), kemudian filtrat dipisahkan kembali dalam menara distilasi



I (D-310) untuk memisahkan HMDA dari ADN dan NaOH. Lalu, HMDA dimurnikan dalam menara distilasi II (D-430) untuk memisahkan air dari cairan HMDA.

Berikut data-data pabrik *hexamethylenediamine*.

- a) Sistem operasi : kontinyu
- b) Waktu operasi : 330 hari/tahun
: 24 jam/hari
- c) Kapasitas produksi ; 40.000 ton HMDA/tahun
- d) Kemurnian produk : 99,99%
- e) Kebutuhan bahan baku utama, katalis, dan media:
 - *Adiponitrile* : 37.650.827,4174 kg/tahun
 - Hidrogen : 2.807.460,4872 kg/tahun
 - NaOH : 126.355,4910 kg/tahun
 - Katalis AlNi : 2.507.600,9198 kg/tahun
- f) Utilitas
 - Air PDAM : 4.147,86 m³/tahun
 - Air sungai : 138.930,20 m³/tahun
 - *Refrigerant* HFC-134a : 4.292.224,993 kg/tahun
 - Etilen glikol 40% : 1.229.031,205 kg/tahun
 - *Dowtherm fluid A* : 260,5145 m³/tahun
 - Bahan bakar (*diesel oil*) : 312.565,209 kg/tahun
 - Listrik : 4.354.184,10 kWh/tahun
 - Tawas : 17.549,711 kg/tahun
 - Poliakrilamida : 0,438 kg/tahun
 - Pasir silika : 2.004,1785 kg/tahun
 - Antrasit : 14.532,0376 kg/tahun
 - Resin *cation* : 83,877 m³/tahun
 - Resin *anion* : 154,76 m³/tahun
 - *Steam* : 4.683.421,083 kg/tahun
- g) Lokasi pabrik : Balikpapan, Kalimantan Timur
- h) Luas pabrik : 10.000 m²
- i) Jumlah tenaga kerja : 104 pekerja



- j) Pembiayaan :
- FCI : Rp895.249.277.090,59
 - WC : Rp157.985.166.545,40
 - TCI : Rp1.053.234.443.635,99
 - TPC : Rp4.683.632.142.647,74
 - Penjualan/tahun : Rp5.000.000.000.000,00
- k) Analisa ekonomi :
- RoE : 30,44%
 - IRR : 19,65%
 - POT : 5,060 tahun sejak *startup*
 - BEP : 35,61%

Berdasarkan uraian di atas baik dari segi teknis, ekonomis, legalitas, dan hubungan masyarakat, serta lingkungan, desain proyek pabrik *hexamethylenediamine* dengan bahan baku utama *adiponitrile* dinyatakan layak didirikan dan dapat dilanjutkan ke tahap perencanaan.

ABSTRACT

Hexamethylenediamine (HMDA) or 1,6-diaminohexane or 1,6-hexanediamine is an organic compound that has the chemical formula $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$. It is a colorless crystalline solid and soluble in alcohol and water. HMDA is generally used for the manufacture of unmodified resins and the production of polyamides in the form of strong, elastic, and largely insoluble fibers with relatively high melting temperatures called nylon-66. The process for making HMDA can be done through 3 types of processes, namely the hydrogenation reaction of adiponitrile with a catalyst Raney, the hydrogenation reaction of adiponitrile (ADN) with ammonia, and the amination process with the raw material 1,6-hexanediol. The hydrogenation process of adiponitrile with a catalyst Raney was chosen because it has the availability of adequate calculation data, yields higher HMDA, as well as a higher safety factor based on the process temperature and pressure used.

HMDA production is divided into 3 stages, namely the raw material preparation process, hydrogenation reaction, and product separation and purification process. ADN was hydrogenated at a temperature of 80°C and a pressure of 50 atm with the help of a catalyst Raney-Nickel and NaOH solution as the media in a Bubble Column Reactor (R-210). The reaction products are HMDA and the remaining unreacted raw materials. For product separation, first, the catalyst is separated via a rotary *vacuum filter* (H-230), and then the filtrate is separated again in distillation tower I (D-310) to separate HMDA from ADN and NaOH. Then, HMDA is purified in distillation tower II (D-430) to separate water from HMDA liquid.

Following are the hexamethylenediamine factory data.

- a) Operating system : continuous
- b) Operating time : 330 days/year
: 24 hours/day
- c) Production capacity ; 40,000 tons of HMDA/year
- d) Product purity : 99,99%
- e) Requirements for main raw materials, catalysts and media:

- Adiponitrile : 37,650,827.4174 kg/year
- Hydrogen : 2,807,460.4872 kg/year
- NaOH : 126,355.4910 kg/year
- Catalyst AlNi : 2,507,600.9198 kg/year

f) Utility

- PDAM water : 4.147,86 m³/year
- River water : 138.930,20 m³/year
- Refrigerant HFC-134a : 4,292,224,993 kg/year
- Ethylene glycol 40% : 1,229,031.205 kg/year
- Dowtherm fluid A : 260,5145 m³/year
- Fuel (diesel oil) : 312,565.209 kg/year
- Electricity : 4.354.184,10 kWh/year
- Alum : 17.549,711 kg/year
- Polyacrylamide : 0,438 kg/year
- Silica sand : 2,004.1785 kg/year
- Anthracite : 14,532.0376 kg/year
- Cation resin : 83,877 m³/year
- Anion resin : 154,76 m³/year
- Steam : 4,683,421.083 kg/year

g) Factory location : Balikpapan, East Kalimantan

h) Factory area : 10.000 m²

i) Total workforce : 104 employees

j) Financing :

- FCI : Rp895.249.277.090,59
- WC : Rp157,985,166,545.40
- TCI : Rp1.053.234.443.635,99
- TPC : Rp4.683.632.142.647,74
- Sales/year : Rp5.000.000.000.000,00

k) Economic analysis :

- RoE : 30,44%
- IRR : 19,65%
- POT : 5,060 years since startup



- BEP : 35,61%

Based on the description above, referring to the technical, economic, legal and community relations perspective, as well as the environment, the factory project of hexamethylenediamine with main raw materials of adiponitrile is declared worthy of construction and can proceed to the planning stage.

