

INTISARI

Benzena merupakan senyawa kimia organik dengan struktur siklis membentuk cincin yang digolongkan sebagai senyawa aromatis dengan rumus kimia C_6H_6 . Benzena menjadi salah satu komoditas petrokimia dengan permintaan pasar global yang terus meningkat dengan pangsa terbesar berada di Asia Pasifik. Benzena dimanfaatkan sebagai bahan *intermediate* untuk *styrene*, fenol, anilin, etilbenzena, alkilbenzena, dan cumene yang digunakan dalam pabrik plastik, resin, serat sintetis, karet sintesis, deterjen, dan cat. Oleh karena itu, pabrik benzena perlu didirikan untuk memenuhi kebutuhan benzena dalam negeri dan mengurangi jumlah impor.

Pabrik benzena dirancang dengan kapasitas 200.000 ton/tahun yang didirikan di kawasan industri Bontang dengan luas lahan sebesar 5,28 ha dengan jumlah karyawan sebanyak 226 orang. Proses produksi benzena yang digunakan yaitu *Direct Dehydroaromatization* dengan bahan baku berupa gas alam yang diperoleh dari PT Badak NGL sebanyak 36.517,43 kg/jam. Benzena diproduksi di dalam *fixed bed reactor* menggunakan katalis Mo/HZSM5 dengan kondisi operasi 700 °C pada 3,5 atm. Reaksi bersifat endotermis sehingga digunakan *external heating* dimana reaktor ditempatkan di dalam suatu *furnace* untuk mendapat konversi sebesar 10,8%. Produk yang dihasilkan berupa benzena, naftalena, dan hidrogen. Proses pemurnian dilakukan dengan melewati separator membran untuk menghilangkan kandungan hidrogen. Sisa hidrogen akan dipisahkan pada *flash drum* sebagai non-condensable gas. Kemudian dilewatkan pada menara distilasi untuk pemisahan naftalena dari benzena. Produk utama yang dihasilkan yaitu benzene sebesar 200.000 ton/tahun dan produk samping berupa naftalena sebesar 32.260 ton/tahun.

Kegiatan produksi dapat ditunjang dengan tersedianya unit utilitas. Kebutuhan air pada pabrik ini sebesar 21.793,1407 kg/jam diperoleh dari Laut Selat Makassar. *Steam* untuk proses pemanasan diproduksi sebesar 29.530,2543 kg/jam. Udara sebagai penggerak instrumentasi serta kebutuhan pembakaran di *furnace* dan boiler dipasok sebesar 334.221,8972 kg/jam. Kebutuhan listrik sebesar 77,87 MW disuplai oleh PLN Kalimantan Timur, serta bahan bakar boiler berupa gas alam diperlukan sebesar 432,9592 kg/jam.

Pabrik benzena dari gas alam dikategorikan menjadi pabrik *high risk* dengan kebutuhan *fixed capital* sebesar \$ 97.592.253 + Rp 362.242.300, *working capital* sebesar

\$15.054.303 + Rp 529.525.233.878, *manufacturing cost* sebesar \$ 40.353.642,94 + Rp 1.442.599.951.126,90, dan *general expense* sebesar \$ 12.110.060,79 + Rp 426.943.624.307. Nilai profit diperoleh sebelum pajak sebesar \$ 55.814.039 dan setelah pajak sebesar \$ 41.860.529. Dari evaluasi ekonomi, diperoleh nilai ROI sebelum pajak sebesar 44,23% dan setelah pajak sebesar 33,17%, POT sebelum pajak sebesar 1,84 tahun dan setelah pajak sebesar 2,32 tahun, BEP sebesar 41,24%, SDP sebesar 18,68%, dan DCFRR sebesar 35,06%. Berdasarkan analisis ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik benzena dari gas alam layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: benzena, *direct dehydroaromatization*, gas alam

ABSTRACT

Benzene is an organic chemical compound with a ring-forming cyclic structure which is classified as an aromatic compound with the chemical formula C_6H_6 . Benzene is one of the petrochemical commodities with increasing global market demand, with the largest share being in Asia-Pacific. Benzene is used as an intermediate for styrene, phenol, aniline, ethylbenzene, alkylbenzene, and cumene used in the manufacture of plastics, resins, synthetic fibers, synthetic rubber, detergents, and paints. Therefore, it is necessary to establish a benzene plant to meet the domestic demand for benzene and reduce the number of imports.

The benzene plant is designed with a capacity of 200000 tons/year which was established in the Bontang industrial area with a land area of 5.28 ha with a total of 226 employees. The benzene production process used is Direct Dehydroaromatization with raw material in the form of natural gas obtained from PT Badak NGL as much as 36517.43 kg/hour. Benzene is produced in a fixed bed reactor using a Mo/HZSM5 catalyst with operating conditions of 700 °C at 3.5 atm. The reaction is endothermic so external heating where the reactor is placed in a furnace to get a conversion of 10.8%. The products produced are benzene, naphthalene, and hydrogen. The purification process is carried out by passing through a membrane separator to remove the hydrogen content. The remaining hydrogen will be separated in the flash drum as non-condensable gas. Then it is passed to a distillation tower to separate naphthalene from benzene. The main product produced is benzene at 200000 tons/year and by-products in the form of naphthalene at 32260 tons/year.

Production activities can be supported by the availability of utility units. The water requirement in this factory is 21793.1407 kg/hour obtained from the Makassar Strait Sea. Steam for the heating process is produced at 29530,2543 kg/hour. Air as the driving force of the instrumentation and the need for combustion in the furnace and boiler is supplied at 334221,8972 kg/hour. Electricity needs of 77,87 MW are supplied by PLN Kalimantan Timur, and boiler fuel in the form of natural gas is required at 432.9592 kg/hour.

The benzene plant from natural gas is categorized as a high risk with fixed capital of \$ 97.592.253 + Rp362.242.300, working capital of \$15.054.303 + Rp 529.525.233.878, manufacturing cost of \$ 40.353.642,94 + Rp 1.442.599.951.126,90, and general expenses

of \$ 12.110.060,79 + Rp 426.943.624.307. The profit value obtained before tax is \$55814039 and after tax is \$41860529. From the economic evaluation, the ROI before tax was 44.23% and after tax was 33.17%, POT before tax was 1.84 years and after tax was 2.32 years, BEP was 41.24%, SDP was 18,68%, and DCFRR of 35.06%. Based on the economic analysis, it can be concluded that the benzene plant from natural gas is feasible and interesting to study further.

Keywords: benzene, direct dehydroaromatization, natural gas