

INTISARI

Diphenyl merupakan senyawa hidrokarbon aromatis yang memiliki rumus kimia $C_{12}H_{10}$ yang tidak larut dalam air, asam, dan alkali namun mudah larut dalam pelarut organik seperti alkohol, eter, dan *benzene*. *Diphenyl* juga merupakan komoditas yang digunakan pada banyak industri. Kegunaan *diphenyl* antara lain untuk sintesa organik, fluida pemindah panas, pembawa zat warna, pengawet makanan, dan sebagai penghambat jamur dalam proses pengemasan buah. *Diphenyl* disintesis dengan proses *thermal dehydrogenation of benzene*.

Pabrik *diphenyl* dirancang dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dengan proses produksi selama 24 jam dalam 330 hari setiap tahunnya. Proses *thermal dehydrogenation of benzene* digunakan untuk memproduksi *diphenyl* dengan bahan baku berupa *benzene* 99,9% yang diperoleh dari PT. Pertamina RU IV Cilacap sebanyak 2644,25 kg/jam. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di kawasan industri Cilacap yang terletak di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah pada tahun 2026 dan beroperasi pada tahun 2027.

Diphenyl diproduksi melalui tahapan persiapan bahan baku, proses sintesis, dan pemurnian produk. Produksi *diphenyl* diawali dengan proses penguapan *benzene* cair sebagai *raw material* menjadi *benzene* fase gas yang selanjutnya dilakukan proses sintesis. Proses ini berlangsung di dalam reaktor alir pipa *furnace*. Reaksi ini berlangsung dengan kondisi non-adiabatik dan non-isothermal tanpa katalis pada suhu 550°C dan tekanan 1,2 atm. Reaksi ini secara endotermis dengan pemanasan langsung dalam *furnace* dengan konversi *benzene* sebesar 10%. Produk reaktor kemudian dimurnikan dalam kondensor dan menara distilasi sehingga diperoleh *diphenyl* dengan kemurnian 99,9%. Produk yang dihasilkan kemudian dilakukan proses solidifikasi menggunakan *drum flaker* dan *ball mill* untuk memperoleh spesifikasi *diphenyl* yang diinginkan. Hasil *diphenyl* disimpan dalam penyimpanan yang akan dikirimkan untuk kebutuhan di Indonesia.

Pabrik *diphenyl* didirikan di Kawasan Industri Cilacap yang terletak di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, menggunakan lahan seluas 40,56 ha dengan jumlah karyawan, operator, dan manajerial yang diserap oleh pabrik *diphenyl* adalah sejumlah 241 orang. Dalam pengoperasiannya, pabrik ini membutuhkan *supply* air sebesar 647658,015 kg/jam yang diperoleh dari Laut Teluk Penyu Cilacap, *medium pressure steam* sebanyak 43406,21 kg/jam untuk keperluan unit proses, *low pressure steam* sebanyak 228,7 kg/jam



untuk keperluan unit proses, listrik sebesar 718 MW yang diperoleh dari PLTU Karangandri Unit II Cilacap, bahan bakar berupa gas alam sebanyak 3818,488 kg/jam untuk *boiler* dan 891,2 kg/jam untuk reaktor *furnace*, udara sebanyak 1525,593 kg/jam untuk instrumentasi, 64753,41 kg/jam untuk *boiler* dan 12929,19 kg/jam untuk reaktor *furnace*, dan LHV diesel sebanyak 6320 kg/jam untuk *emergency diesel generator* sebagai cadangan listrik.

Pabrik *diphenyl* merupakan pabrik yang tergolong *high risk*, membutuhkan biaya *Purchasing Equipment Cost* (PEC) sebanyak \$ 4.205.795,21 pada tahun 2026, dan akan mulai beroperasi pada tahun 2027 serta *fixed capital*, *working capital*, dan *manufacturing cost* yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik *diphenyl* pada tahun 2026 dan 2027 berturut-turut adalah sebesar sebesar sebesar \$ 18.989.506,82 + Rp 78.313.927.925 ; \$ 13.767.450,76 + Rp 3.060.653.200,63 dan \$ 40.823.376,40 + Rp 25.250.388.905,24. Selain itu, *sales* yang dihasilkan dari *diphenyl* adalah \$ 62.199.950,27/tahun dan menghasilkan profit *before tax* sebesar \$ 10.933.789,43/tahun. Dari hasil analisis ekonomi, diperoleh nilai ROI sebesar 45,12% *before tax*, ROI sebesar 25,56% *after tax*, POT 1,64 tahun *before tax*, POT 2,59 tahun *after tax*, DCFRR sebesar 26,00%, BEP sebesar 46,27%, dan SDP sebesar 19,42%. Oleh karena itu, dari semua parameter ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik *diphenyl* menarik untuk dibangun dan dioperasikan pada tahun 2026 dan 2027.

Kata kunci : *thermal dehydrogenation of benzene, benzene, diphenyl*

ABSTRACT

Diphenyl is an aromatic hydrocarbon compound having the chemical formula $C_{12}H_{10}$ which is insoluble in water, acid, and alkali but easily soluble in organic solvents such as alcohol, ether, and benzene. Diphenyl is also a commodity used in many industries. Diphenyl uses, among others, for organic synthesis, heat transfer fluids, dye carriers, food preservatives, and as a fungus inhibitor in the fruit packaging process. Diphenyl is synthesized by the thermal process of benzene dehydrogenation.

The diphenyl plant is designed with a capacity of 15,000 tons/year with a 24-hour production process 330 days a year. The thermal dehydrogenation of benzene process is used to produce diphenyl with 99,9% benzene as raw material obtained from PT. Pertamina RU IV Cilacap as much as 2644,25 kg/hour. This factory is planned to be built in the Cilacap industrial area located in Cilacap Regency, Central Java in 2026 and operating in 2027.

Diphenyl is produced through the stages of raw material preparation, synthesis process, and product purification. Diphenyl production begins with the evaporation of liquid benzene as a raw material into gas phase benzene, which is then synthesized. This process takes place in the furnace pipe flow reactor. This reaction takes place under non-adiabatic and non-isothermal conditions without a catalyst at a temperature of 550°C and a pressure of 1,2 atm. This reaction is endothermic by direct heating in a furnace with a benzene conversion of 10%. The reactor product was then purified in a condenser and a distillation tower to obtain diphenyl with a purity of 99,9%. The resulting product is then subjected to a solidification process using a drum flaker and a ball mill to obtain the desired diphenyl specifications. The results of diphenyl are stored in storage to be shipped for needs in Indonesia.

The diphenyl factory was established in the Cilacap Industrial Estate located in Cilacap Regency, Central Java, using an area of 40,56 ha with a total of 241 employees, operators, and managers absorbed by the diphenyl plant. In operation, this plant requires a water supply of 647658,015 kg/hour obtained from the Teluk Turtle Sea in Cilacap, medium pressure steam of 43406,21 kg/hour for the needs of the process unit, low pressure steam of 228,7 kg/hour for process unit, electricity of 718 MW obtained from PLTU Karangandri Unit II Cilacap, fuel in the form of natural gas as much as 3818,488



kg/hour for boilers and 891,2 kg/hour for furnace reactors, air as much as 1525,593 kg/hour for instrumentation, 64753,41 kg/hour for boilers and 12929,19 kg/hour for furnace reactors, and 6320 kg/hour LHV diesel for emergency diesel generators as backup electricity.

The diphenyl plant is a high risk factory, requires a Purchasing Equipment Cost (PEC) of \$4.205.939,21 in 2026, and will start operating in 2027 as well as the fixed capital, working capital, and manufacturing costs needed to run the plant. diphenyl in 2026 and 2027 respectively amounted to \$ 18.989.506,82 + Rp 78.313.927.925 ; \$ 13.767.450,76 + Rp 3.060.653.200,63 and \$ 40.823.376,40 + Rp 25.250.388.905,24. In addition, the sales generated from diphenyl are \$ 62.199.950,27/year and the profit before tax is \$ 5.466.894,71/year. From the results of the economic analysis, the ROI value of 45,12 % before tax, ROI of 25,56 % after tax, POT 1,64 years before tax, POT 2,59 years after tax, DCFRR 26%, BEP 46,27%, and SDP of 19,42%. Therefore, from all economic parameters it can be concluded that the diphenyl plant is attractive to build and operate in 2026 and 2027.

Key words: thermal dehydrogenation of benzene, benzene, diphenyl