



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

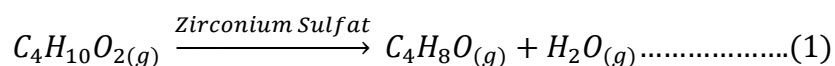
Seiring meningkatnya kebutuhan industri diperlukan proses produksi yang mampu menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi serta kualitas dan jumlah produksi yang stabil. Terdapat beberapa alternatif proses produksi yang dapat diterapkan dengan beberapa variasi jenis katalis, fase reaksi, serta kondisi operasi proses. Variasi tersebut mempengaruhi kinerja proses, kebutuhan energi dan kualitas produk yang dihasilkan. Pemilihan proses yang tepat menjadi hal yang penting dalam perancangan sistem produksi. Berikut merupakan macam-macam proses pembuatan tetrahydrofuran.

II.1 Macam-Macam Proses

Dalam perancangan pabrik tetrahydrofuran agar mencapai kualitas produk yang diinginkan, maka diperlukan pemilihan proses yang tepat sehingga diperoleh produksi yang efektif dan efisien. Produksi tetrahydrofuran dari 1,4 Butenediol dapat diproduksi melalui beberapa proses, diantaranya:

II.1.1 Dehydration 1,4-Butenediol

1. Tetrahydrofuran yang dihasilkan pada proses ini diperoleh dari dehidrasi 1,4 Butenediol dengan temperature 200°C – 270°C. Pada proses ini 1,4 Butenediol diumpankan menuju reactor dengan bantuan katalis Zirconium sulfat. Produk reaksi yang dihasilkan dari reactor berupa produk utama yaitu tetrahydrofuran dan produk samping berupa air. Reaksi pada proses pembuatan THF dengan proses dehidrasi 1,4 butenediol adalah sebagai berikut: (US Patent, 2008)



II.1.2 Hidrogenasi Langsung

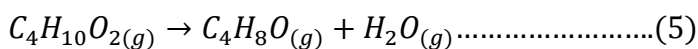
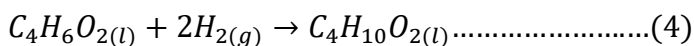
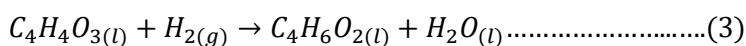
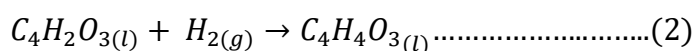
Pada proses hidrogenasi langsung, tetrahydrofuan dibentuk dari maleic anhydride melalui serangkaian reaksi hidrogenasi bertahap di dalam reactor katalitik. Maleic anhydride doreduksi terlebih dahulu oleh hydrogen pada



PRA RANCANGAN PABRIK

”Pabrik Tetrahydrofuran Dari 1,4-Butenediol Dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 50.000 Ton/Tahun ”

katalis logam, dimana ikatan rangkapnya dihidrogenasi sehingga menghasilkan succinic anhydride yang lebih stabil. Reaksi kemudian berlanjut pada gugus karbonil, menghasilkan senyawa antara seperti γ -butyrolactone dan 1,4-butanediol melalui hidrogenasi lanjutan. Pada tahap akhir, 1,4-butanediol mengalami reaksi dehidrasi intramolekul pada suhu tinggi dan kondisi asam sehingga membentuk cincin eter lima anggota, yaitu tetrahydrofuran dengan air sebagai produk samping. Proses ini menggunakan suhu tinggi, yaitu 200-280°C dan tekanan hydrogen yang tinggi. Katalis yang digunakan adalah katalis berbasis tembaga, nikel, atau logam transisi yang dimodifikasi (US Patent, 1989). Reaksi pembuatan tetrahydrofuran dengan proses hidrogenasi langsung adalah sebagai berikut:



II.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan proses untuk memproduksi Tetrahydrofuran, maka dapat dibuat perbandingan sebagai berikut:

Tabel II.1 Pemilihan Proses Pembuatan Tetrahydrofuran

Proses	Dehidrasi 1,4 Butanediol	Hidrogenasi Langsung
Bahan baku	1,4-Butanediol	Maleic anhydride dan hidrogen
Katalis	Zirconium Sulfat	Logam Ni, Cu, Ru, Pd
Kondisi operasi	- Suhu 200°C-270°C - Reaksi fase gas	- Suhu 200°C-280°C - Tekanan < 200 bar
Kelebihan	- Tidak membutuhkan hydrogen - Produk samping berupa air	- Bahan baku berasal dari petrokimia



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik Tetrahydrofuran Dari 1,4-Butenediol Dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 50.000 Ton/Tahun "

	- Skema proses sederhana dan mudah dikendalikan - Konversi 99,5% - Katalis padat sehingga tidak perlu pemisahan	- Bahan baku mudah diperoleh - Konversi 90-98% - Bahan baku ada di Indonesia
Kekurangan	- 1,4 butanediol dapat terdegradasi jika suhu lebih dari 350 °C - Perlu menguapkan 1,4 butanediol dulu sebelum di reaksikan dimana akan menambah kebutuhan energi	- Membutuhkan gas hydrogen bertekanan tinggi - Prosesnya kompleks dan memerlukan lebih banyak alat - Investasi awal lebih tinggi

Berdasarkan beberapa proses yang telah diuraikan, maka untuk memproduksi Tetrahydrofuran dari 1,4-Butanediol dipilih proses dehidrasi 1,4 Butanediol dengan katalis Zirconium sulfat. Pemilihan proses ini didasarkan pada:

- Kondisi operasi yang berada pada tekanan 1 atm dengan suhu berkisar antara 200-270°C
- Menggunakan katalis padat yang bersifat non-korosif dan mudah dipisahkan
- Menghasilkan THF dengan konversi tinggi (99,5%)
- Prosesnya yang sederhana dengan lebih sedikit alat dibandingkan proses hidrogenasi langsung, maka perawatan peralatan tidak begitu berat dan dapat menghemat investasi awal untuk peralatan.



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik Tetrahydrofuran Dari 1,4-Butanediol Dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 50.000 Ton/Tahun "

II.3 Uraian Proses

Berdasarkan proses yang dipilih, berikut merupakan tahapan proses produksi tetrahydrofuran dengan proses *dehydration*

1. Persiapan Bahan Baku

Proses pembuatan Tetrahydrofuran dengan *Dehydration Process* bahan baku yang digunakan adalah 1,4-Butanediol (BDO) dengan bantuan katalis zirconium sulfat. 1,4-Butanediol dengan kemurnian 99% dan kandungan air 1% disimpan di tangki dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Dari tangki ini, 1,4-butanediol dipompa kemudian diumpankan ke vaporizer. Di vaporizer, campuran dipanaskan hingga suhu 235°C pada tekanan 1 atm sehingga 1,4-butanediol menguap.

2. Proses Reaksi dalam Reactor

Gas 1,4-butanediol kemudian dicampurkan dengan gas helium. Gas helium berfungsi sebagai gas pembawa (*Gas-Carrier*) yang akan masuk kedalam reactor bersamaan dengan Gas 1,4-butanediol. Campuran 1,4-butanediol dan gas helium diumpankan ke reaktor fixed-bed tubular multitube, di mana reaksi akan berlangsung dengan bantuan katalis zirconium sulfat. Reaktor bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 235°C. Di dalam reaktor, 1,4-butanediol bereaksi membentuk tetrahydrofuran (THF) dan dengan konversi 99,5%. Gas helium tidak ikut bereaksi atau bersifat inert sehingga tetap dalam fase gas.

3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

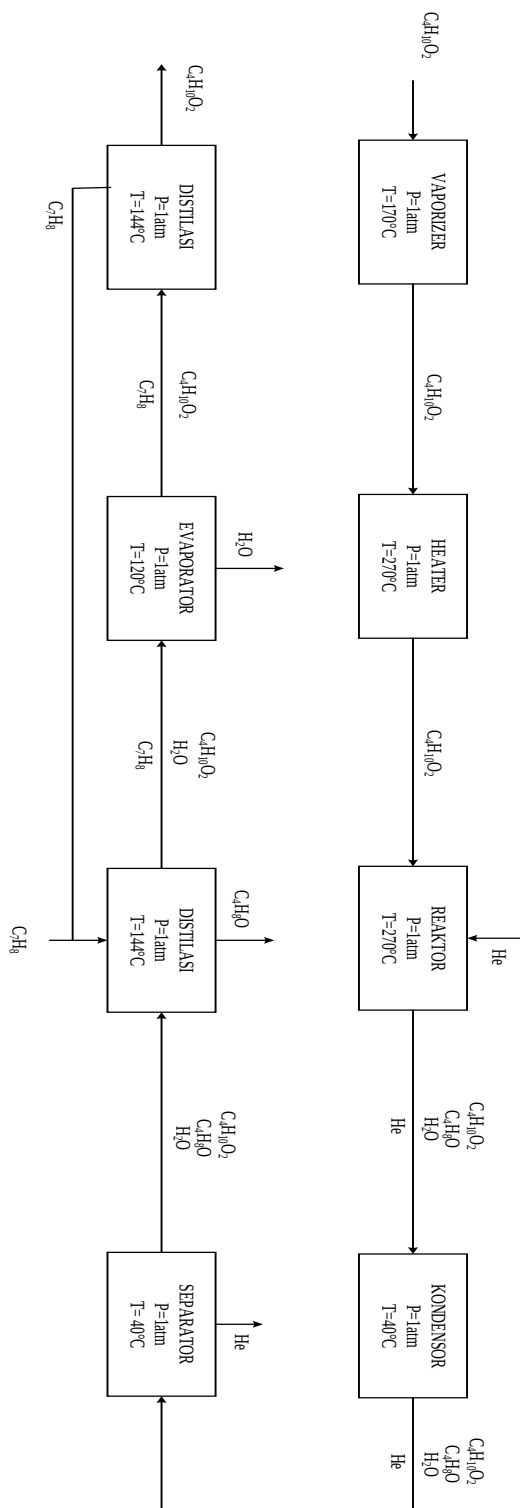
Hasil keluaran reaktor dengan suhu 235°C didinginkan dan dikondensasikan di kondensor pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Hasil keluaran dari kondensor yaitu sisa BDO yang tidak bereaksi, THF dan air yang mengembun, sedangkan Helium tetap dalam fase gas. Pada *gas liquid separator* (GLS) terjadi pemisahan antara fase gas (*Top*) yaitu Helium, Sedangkan fase cair (*Bottom*) yaitu THF cair, sisa BDO yang tidak bereaksi dan air. Helium dapat digunakan kembali sebagai *Gas Carrier*. Produk cair (*bottom*) yang merupakan campuran THF, sisa BDO yang tidak bereaksi dan air dipisahkan dengan distilasi pada kolom distilasi 1 untuk mencapai



PRA RANCANGAN PABRIK

”Pabrik Tetrahydrofuran Dari 1,4-Butenadiol Dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 50.000 Ton/Tahun ”

kemurnian THF sebesar 99%. Karena campuran thf dan air memiliki titik azeotrop pada suhu 64°C yang mengandung sekitar 6,7% air dan 93,3% tetrahydrofuran sehingga tidak bisa dipisahkan menggunakan distilasi biasa, untuk memisahkan air dari thf maka memerlukan metode khusus yaitu distilasi ekstrakstif dengan bantuan entrainer 1,2 propanediol untuk memecah titik azeotrop dengan rasio perbandingan feed/entrainer adalah 1:0,6 (Xu, 2006). Entrainer akan mengikat air, sementara tetrahydrofuran akan menguap bersama sedikit impurities yaitu air dan entrainer. Uap tetrahydrofuran kemudian dikondensasikan, sementara itu campuran entrainer, BDO yang tidak bereaksi dan air diregenarasi di evaporator dan kolom distilasi 2. Pada evaporator air diuapkan, sementara 1,2 propanediol (entrainer) dan BDO yang tidak beraksi diumpankan ke kolom distilasi 2 untuk dipisahkan berdasarkan perbedaan titik didih. Top produk berupa entrainer diumpankan kembali ke distilasi 1 sedangkan Bottom produk berupa BDO yang tidak bereaksi dialirkan menuju unit pengolahan limbah.



Gambar II.1 Diagram Blok Pembentukan Tetrahydrofuran dari 1,4-Butanediol dengan Dehydration Process Dehidrasi