

BAB II

PERANCANGAN PROSES

Secara umum, industri kimia memiliki tiga tahapan proses produksi yaitu, proses persiapan bahan baku atau reaktan, proses pembuatan produk, serta proses pemisahan dan pemurnian produk. Berikut ini adalah uraian dari proses pembuatan metil benzoat dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun menggunakan metode esterifikasi dengan cara mereaksikan asam benzoat dengan metanol.

2.1 Proses Persiapan Bahan Baku

a. Proses Persiapan Bahan Baku Utama

Pada proses ini bahan baku asam benzoat ($C_7H_6O_2$) 99% yang diperoleh dari pabrik di China, yang kemudian disimpan di dalam silo (SL-01) dengan fase padat pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm untuk kapasitas pemakaian selama dua minggu. Setelah itu asam benzoat diumpankan menggunakan *belt conveyor* (BC-01) dan *bucket elevator* (BE-01) ke dalam mixer (M-01) untuk dicampur dengan metanol yang berasal dari tangki penyimpanan (TK-01) yang diperoleh dari *recycle* hasil atas menara distilasi (T-01).

Kemudian metanol (CH_3OH) dengan konsentrasi 99% yang disimpan didalam tangki penyimpanan (TK-01) dalam fase cair pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm dengan kapasitas pemakaian selama satu minggu. Bahan baku metanol didapat dari pabrik dalam negeri di kawasan industri Bontang Kalimantan Timur yang berasal dari PT. Kaltim Methanol Industri. Selanjutnya metanol dialirkan dengan menggunakan pompa (P-01) ke dalam *mixer* (M-01) untuk dicampur dengan padatan kristal asam benzoat dari silo (SL-01).

Setelah itu padatan asam benzoat ($C_7H_6O_2$) dan metanol (CH_3OH) dimasukkan ke dalam *mixer* (M-01) untuk dicampur, dengan rasio perbandingan molar 1:6,2 yang dijalankan pada kondisi operasi dengan suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm. Kemudian arus keluar *mixer* (M-01) dialirkan dengan menggunakan pompa (P-04) ke dalam *heater* (E-01). Proses tersebut bertujuan untuk menaikkan suhunya menjadi $70^\circ C$ sebelum dimasukkan ke dalam reaktor-

1 (R-01). Reaktor yang digunakan adalah tipe Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) karena reaksi berlangsung pada fase cair dengan tekanan 1 atm dan suhu 70°C. Reaktor ini dilengkapi dengan pengaduk dan jacket pendingin untuk menyerap panas dan untuk menstabilkan suhu pada reaktor.

b. Proses Persiapan Bahan Pembantu

Bahan yang pertama adalah asam sulfat yang didapat dari PT. Indonesian Acid Industri yang terletak di Jakarta Timur. Bahan pembantu yang digunakan berupa katalis homogen asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi kemurnian sebesar 98% dengan fase cair pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm yang disimpan didalam tangki penyimpanan (TK-02). Kemudian asam sulfat dipompa menggunakan pompa (P-02) dan dialirkan ke dalam *heater* (E-02), proses tersebut bertujuan untuk menaikkan suhunya menjadi 70°C sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-01). Reaktor yang digunakan adalah jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

Bahan yang kedua adalah natrium hidroksida (NaOH) yang diperoleh dari dalam negeri di PT. Asahimas Chemical yang terletak di Cilegon Jawa Barat. Bahan pembantu ini berupa katalis natrium hidroksida (NaOH) dengan kemurnian 48% pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm yang disimpan didalam tangki penyimpanan (TK-03) dalam fase cair. Natrium hidroksida dipompa menggunakan pompa (P-03) kemudian dialirkan menuju ke dalam heater (E-03), proses tersebut bertujuan untuk menaikkan suhunya menjadi 70°C sebelum dimasukkan ke dalam netralizer (N-01). Pada proses ini penggunaan netralizer diperlukan agar katalis asam sulfat tidak merusak alat proses lainnya. Serta dapat menghasilkan produk samping berupa garam sodium sulfat dan sodium benzoat.

2.2 Tahap Reaksi

Setelah melalui proses persiapan bahan baku, kemudian arus keluar *mixer* (M-01) serta katalis asam sulfat akan dimasukan ke dalam reaktor-1 (R-01) yang dilengkapi dengan koil pendingin. Reaksi didalam reaktor terjadi pada suhu 70°C dengan tekanan 1 atm pada fase cair-cair, reaksi tersebut berlangsung secara eksotermis dengan menggunakan dua Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

yang disusun seri. Hasil dari reaksi pada reaktor-1 (R-01) diperoleh konversi sebesar 68,38 %, kemudian hasil tersebut dipompa menggunakan pompa (P-05) menuju reaktor-2 (R-02) dengan kondisi operasi yang sama untuk mencapai konversi 90%

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor :



Setelah mencapai hasil yang sesuai kemudian produk keluaran reaktor-2 (R-02) dipompa dengan pompa (P-06) menuju netralizer (N-01) dengan asumsi tidak terjadi perubahan suhu dari reaktor1 (R-01) hingga netralizer (N-01). Asam sulfat yang masih tersisa dari hasil reaksi dinetralkan dengan menggunakan natrium hidroksida untuk mencegah terjadinya korosi pada alat karena terkena asam sulfat yang merupakan asam kuat. Netralizer berjalan pada kondisi operasi 70°C dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung secara endotermis dalam fase cair-cair. Hasil reaksi dalam netralizer akan menghasilkan garam natrium sulfat dan natrium benzoat dengan reaksi samping berupa air dengan konversi reaksi 100%. Produk keluaran netralizer (N-01) sebagian besar berupa metanol, terbesar kedua yaitu metil benzoat, dan sisanya natrium sulfat, natrium benzoat, dan air. Keluaran dari netralizer (N-01) dialirkan ke dalam *rotary drum vacuum filter* (F-01) menggunakan pompa (P-07). Reaksi yang terjadi yaitu:



2.3 Proses pemisahan dan Pemurnian Produk

Tahap pertama proses pemisahan dan pemurnian produk dimulai dengan menggunakan alat *rotary drum vacuum filter* (F-01), yang berfungsi untuk menyaring dan memisahkan campuran garam natrium sulfat dan natrium benzoat menggunakan metil benzoat, metanol, dan air sebagai filter. Kemudian cake natrium sulfat dan cake natrium benzoat yang keluar dari filter akan diangkut ke silo (SL-02) menggunakan konveyor horizontal (*screw conveyor*). Dari silo, garam natrium tersebut diolah untuk pemisahan lebih lanjut, setelah itu produk yang

dipisahkan dijual ke pihak ketiga untuk diproses menjadi sebuah produk. Sementara pompa (P-08) mengangkut keluaran filter (F-01), yang terdiri dari metanol, air, dan metil benzoat, ke menara distilasi (T-01),

Proses yang kedua adalah proses pemisahan dan pemurnian produk menggunakan Menara distilasi (T-01) dengan operasi tekanan 1,2 atm yang bertujuan untuk memisahkan metil benzoat, metanol, dan air di menara distilasi (T-01). Hasil dari keluaran bawah T-01 berupa metil benzoat 99,74% dan air, Sedangkan hasil atas menara T-1 sebagian besar metanol dan sisanya adalah metil benzoat dan air. Kemudian sebagian dari output kondensor akan dikembalikan ke kolom T-01, sedangkan sisanya akan dipompa ke evaporator (EV-01) menggunakan pompa P-09. Perangkat kondensor (CD-01) mengubah fase gas menjadi fase cair dan menurunkan suhu dari 78°C menjadi 70°C. Cairan yang mengalir keluar dari bagian bawah T-01 masuk ke reboiler (RB-01), yang bertujuan untuk memanaskan kembali cairan tersebut untuk menguapkannya dari 168°C menjadi 196°C. Keluaran dari reboiler kemudian dipanaskan sebagian lagi, dan sisanya akan dipompa ke CL-01 menggunakan pompa P-10 untuk menurunkan temperatur produk dari 168°C menjadi 30°C pada tipe double pipe heat exchanger yang akan disimpan dalam tangki TK-04 dengan

EV-01 bekerja pada kondisi operasi 70°C dan 1 atm. Evaporator berfungsi untuk menguapkan metanol kemudian diumpankan balik ke M-01 sebagai arus *recycle*. Keluaran atas EV-01 berupa metanol 99% akan masuk ke alat condenser (CD-02) yang kemudian akan diumpankan menuju *accumulator* (ACC-01) dengan menggunakan pompa (P-11). *Accumulator* berfungsi sebagai penampung arus keluaran kondensor serta untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar sebelum diumpankan balik ke M-01 sebagai arus *recycle*. Sedangkan keluaran