



## Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Mononitrotoluena Dari Toluena Dan Asam Nitrat Dengan Katalis Asam Sulfat”

---

## BAB II

### URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

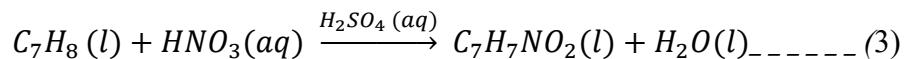
#### II.1 Macam Proses

Dalam produksi mononitrotoluena secara komersial menggunakan bahan baku toluena dan asam nitrat dikenal 2 macam proses, yaitu:

1. Proses Batch
2. Proses Kontinu

##### II.1.1 Proses *Batch*

Proses nitrasi toluena secara batch menggunakan bahan baku yang terdiri dari toluena, asam nitrat, dan asam sulfat. masing-masing disimpan pada tangki penyimpanan dengan suhu 25 °C dan tekanan 1 atm. Sebelum masuk reaktor, asam nitrat dan asam sulfat dicampur dengan air dalam mixer hingga diperoleh konsentrasi campuran sebesar 52 - 56% b/b  $H_2SO_4$ , 28 - 32% b/b  $HNO_3$ , dan  $H_2O$  hingga 100% b/b. Campuran asam tersebut diumpulkan menuju reaktor untuk direaksikan dengan toluena pada suhu 35 - 40 °C dan tekanan 1 atm selama 2 jam. Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah sebagai berikut:



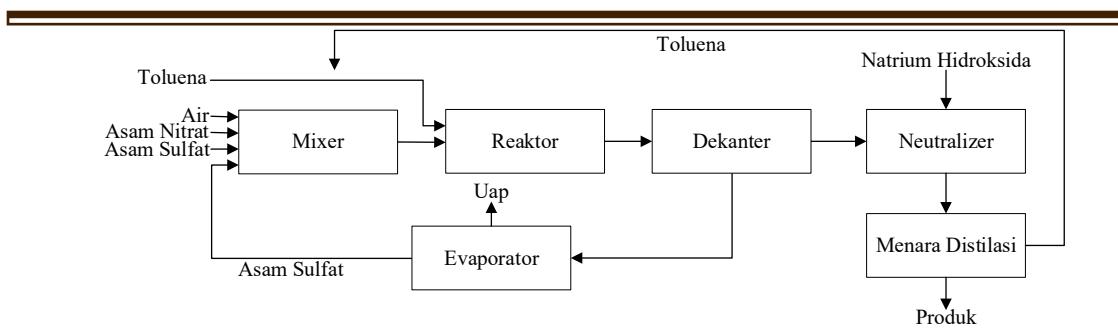
Produk dari reaktor dialirkan menuju dekanter untuk memisahkan fase organik yang terdiri atas mononitrotoluena dan toluena dan fase anorganik yang terdiri atas asam sulfat, asam nitrat, dan air. Fase organik dinetralisasi menggunakan bantuan  $NaOH$  dan dialirkan ke menara distilasi. Dalam distilasi, toluena akan di *recycle* menuju reactor. Sedangkan hasil keluaran dari menara distilasi ini berupa mononitrotoluena dengan yield 96% (Kirk Othmer, 2005).

Diagram alir proses batch ditunjukkan pada gambar II.1 sebagai berikut:



## Pra Rancangan Pabrik

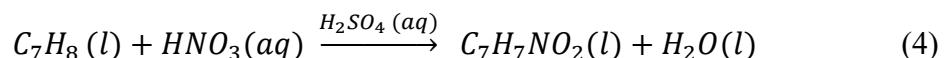
### “Pabrik Mononitrotoluena Dari Toluena Dan Asam Nitrat Dengan Katalis Asam Sulfat”



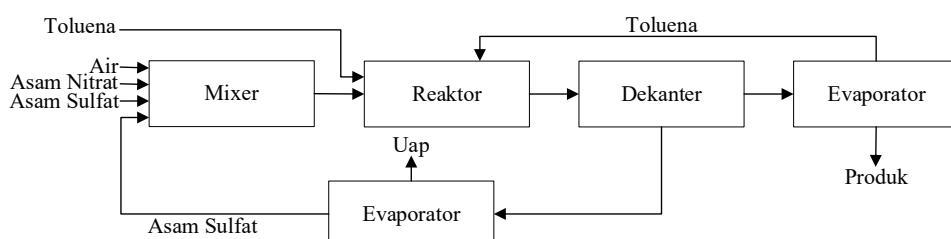
Gambar II. 1 Diagram Alir Proses Batch

#### II.1.2 Proses Kontinu

Proses nitrasi toluena secara kontinu menggunakan bahan baku toluena, asam nitrat, dan asam sulfat yang disimpan dalam tangki penyimpanan masing-masing pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm. Sebelum masuk ke reaktor, asam nitrat dan asam sulfat dicampur dengan air dalam mixer hingga diperoleh konsentrasi campuran sebesar 58 - 74% b/b H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 - 8% b/b HNO<sub>3</sub>, dan H<sub>2</sub>O hingga 100% b/b. Campuran tersebut kemudian diumpulkan ke dalam reaktor bersama toluena secara adiabatik pada suhu operasi 40 - 90 °C dan tekanan 1 atm selama 5 menit. Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah sebagai berikut:



Produk dari reaktor dialirkan menuju dekanter untuk memisahkan fase organik yang terdiri atas mononitrotoluena dan toluena dan fase anorganik yang terdiri atas asam sulfat, dan air. Fase anorganik dialirkan menuju flash evaporator untuk memisahkan asam sulfat dari air, sebelum kemudian di *recycle* ke dalam mixer. Sedangkan fase organik diumpulkan menuju vaporizer untuk memisahkan toluena yang kemudian di *recycle* menuju reaktor. Produk utama berupa mononitrotoluena dengan yield sebesar 98% (US Patent, 1997). Diagram alir proses kontinu ditunjukkan pada gambar II.2 sebagai berikut::



Gambar II. 2 Diagram Alir Proses Kontinu



## Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Mononitrotoluena Dari Toluena Dan Asam Nitrat Dengan Katalis Asam Sulfat”

### II.2 Seleksi Proses

Dari uraian jenis-jenis proses dan seleksi proses pembuatan mononitrotoluena, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Tabel II. 1 Seleksi Uraian Proses

| Parameter                 | Macam-macam Proses                          |                                       |
|---------------------------|---|---------------------------------------|
|                           | Proses Batch                                | Proses Kontinu                        |
| <b>Bahan Baku</b>         | Toluena, asam nitrat, asam sulfat, dan NaOH | Toluena, asam nitrat, dan asam sulfat |
| <b>Temperatur operasi</b> | 35-40 °C                                    | 90-125 °C                             |
| <b>Kecepatan Reaksi</b>   | 2 jam                                       | 5 menit                               |
| <b>Tekanan operasi</b>    | 1 atm                                       | 1 atm                                 |
| <b>Konversi</b>           | 96%   | 98%                                   |

Berdasarkan tabel II.1, maka dipilih proses kontinu dengan asam campuran sebagai metode produksi mononitrotoluena. Pemilihan ini didasarkan pada beberapa keunggulan, antara lain:

1. Proses lebih sederhana memungkinkan penggunaan bahan baku efisien.
2. Tingkat keamanan lebih tinggi dengan reaksi yang berlangsung cepat berkat pengadukan yang efektif.
3. Penggunaan alat yang lebih sedikit mengurangi biaya investasi, pemeliharaan, dan menyederhanakan proses produksi.
4. Konversi produk yang dihasilkan mencapai 98%.

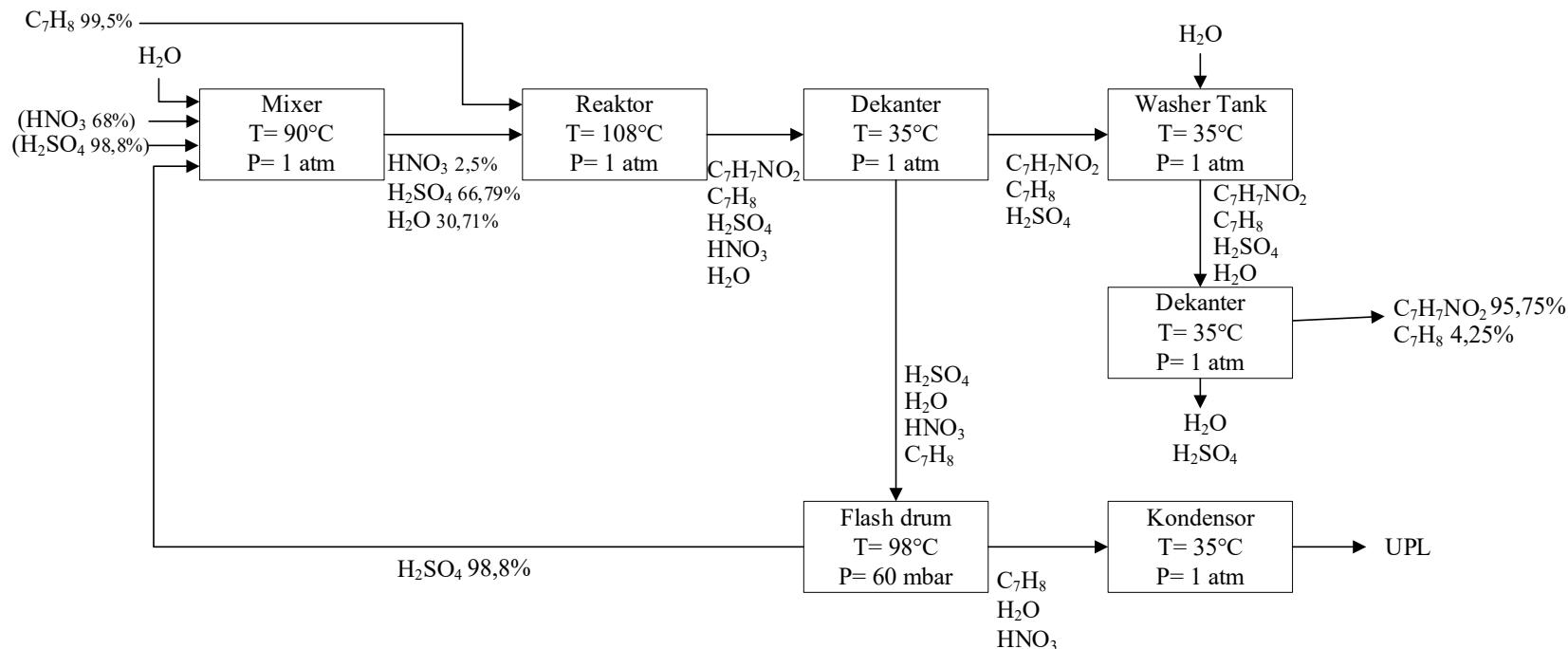


## Proposal Pra Perancangan Pabrik

“Pabrik Mononitrotoluena Dari Toluena Dan Asam Nitrat Dengan Katalis Asam Sulfat”

### II.3 Diagram Alir Pembuatan Mononitrotoluena

Proses produksi mononitrotoluena melibatkan reaksi nitrasi toluena menggunakan campuran asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sebagai katalis. Diagram alir pada gambar II.3 ini menggambarkan tahapan utama proses, meliputi persiapan bahan baku, reaksi nitrasi, pemisahan, hingga pemurnian produk akhir. adalah sebagai berikut:



Gambar II. 3 Diagram Alir Proses Pembuatan Mononitrotoluena



## Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Mononitrotoluena Dari Toluena Dan Asam Nitrat Dengan Katalis Asam Sulfat”

---

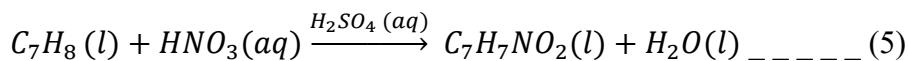
### II.4 Uraian Proses

#### II.4.1 Proses persiapan bahan baku

Toluena dari tangki penyimpanan (T-121) pada suhu 30°C dialirkan menuju *heater* (E-123) untuk dipanaskan hingga 90 °C sebelum kemudian dialirkan menuju reaktor (R-120). Asam sulfat dari tangki penyimpanan (T-112) dicampur terlebih dahulu dengan *recycle* asam sulfat di tangki akumulator-1 (T-115). Campuran tersebut kemudian dialirkan ke *static mixer* (M-110) dan dicampurkan dengan asam nitrat dari tangki penyimpanan (T-111) serta tambahan air proses. Proses pencampuran ini bertujuan untuk memperoleh campuran asam dengan konsentrasi 66,79% b/b H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 2,5% b/b HNO<sub>3</sub>, dan 30,71% b/b H<sub>2</sub>O. Proses pencampuran asam pada *mixer* menimbulkan panas, sehingga digunakan jaket pendingin untuk menjaga suhu agar konstan pada 90°C sebelum kemudian dialirkan menuju reaktor (R-120).

#### II.4.2 Proses reaksi nitrasi

Campuran asam dari *mixer* (M-110) dialirkan secara kontinu menuju *plug flow reaktor* (R-120) yang beroperasi secara *adiabatic*. Pada reaktor ditambahkan toluena dengan rasio mol HNO<sub>3</sub> dan toluena adalah 1:1,05. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi nitrasi berlangsung pada suhu awal 90 °C dan suhu akhir mencapai 108 °C pada tekanan 1 atm. Produk utama dari reaksi ini adalah mononitrotoluena dengan produk samping berupa air, sisa toluena, dan katalis asam sulfat. Produk keluar reaktor kemudian dialirkan menuju tahap pemurnian.

#### II.4.3 Proses pemurnian hasil

Proses pemurnian hasil terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu:

1. Pemisahan Fase Organik dan Anorganik.

Produk keluar reaktor terlebih dahulu diturunkan suhunya menggunakan *cooler* (E-212) untuk diturunkan suhunya menjadi 35°C, kemudian dialirkan menuju dekanter (D-210) untuk memisahkan fase organik dan



## Pra Rancangan Pabrik

### “Pabrik Mononitrotoluena Dari Toluena Dan Asam Nitrat Dengan Katalis Asam Sulfat”

---

anorganik berdasarkan kesetimbangan larutan. Fase organik (toluena dan MNT) sebagai fase ringan keluar melalui bagian atas dan dialirkan ke *washer tank* (M-230) untuk tahap pencucian. Sedangkan fase anorganik (larutan asam) keluar melalui bagian bawah dan dikirim ke *flash drum* (FD-220) untuk proses *recycle*.

#### 2. Pemurnian Fase Anorganik

Fase anorganik dari dekanter (D-210) dialirkan menuju *heater* (E-215) untuk dipanaskan hingga 98°C sebelum kemudian dialirkan menuju dimasukkan ke *flash drum* (FD-220) untuk diuapkan dan dipekatkan dengan menurunkan tekanan hingga 60 mbar. Uap yang terbentuk berupa air dan impuritas dikondensasikan di *kondensor* (CD-224) lalu dialirkan menuju tangki akumulator-2 (T-226) sebelum diteruskan ke unit pengolahan limbah (UPL), sedangkan asam sulfat yang tertinggal di bagian bawah dialirkan menuju tangki akumulator-1 (T-115) untuk dicampurkan dengan *fresh feed* asam sulfat untuk digunakan kembali sebagai katalis.

#### 3. Pemurnian Fase Organik

Fase organik dari dekanter (D-210) dimasukkan ke *washer tank* (M-230) untuk pencucian menggunakan air agar menghilangkan jejak asam yang tersisa. Campuran hasil pencucian kemudian dialirkan ke dekanter kedua (D-240) untuk dipisahkan kembali. Fase atas yang mengandung air dan impuritas langsung dialirkan menuju tangki akumulator-2 (T-226) sebelum diteruskan ke unit pengolahan limbah (UPL), sementara fase bawah berupa toluena dan MNT 95% dialirkan menuju tangki penyimpanan produk (T-243).