

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia begitu kaya dengan hasil alam. Potensi ini seharusnya dimanfaatkan dalam proses transformasi Indonesia dari negara agraris menjadi negara industri. Semakin berkembangnya perindustrian di tanah air seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan membaiknya iklim investasi negara mendorong sentra perindustrian negara Indonesia yang sempat lesu untuk bergegas bangkit menyambut era globalisasi.

Pertumbuhan industri Petrokimia di Indonesia kian berkembang. Pemerintah memiliki banyak pertimbangan untuk mengembangkan industri-industri tersebut. Perkembangan industri Petrokimia selain akan memberi nilai tambah pada migas sebagai bahan bakunya juga akan mendorong beragamnya diversifikasi produk Petrokimia. Dewasa ini industri kimia di dalam negeri tumbuh pesat. Hal ini menimbulkan kondisi di mana industri tidak hanya dituntut untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Salah satu industri yang mempunyai kegunaan penting dan memiliki prospek cerah adalah *Aromatic Compound* seperti mononitrotoluen.

Produksi mononitrotoluen ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan di Indonesia. Selama ini untuk memenuhi mononitrotoluen di Indonesia dilakukan dengan mengimpor dari Amerika Serikat, Inggris, dan Jerman. Selain itu dengan pendirian pabrik mononitrotoluen diharapkan dapat menstimulasi tumbuhnya industri-industri baru yang berhubungan dengan nitrotoluen.

Keuntungan pendirian pabrik mononitrotoluen antara lain :

- ◆ Meningkatkan devisa negara.
- ◆ Memacu tumbuhnya industri baru terutama diversifikasi Industri mononitrotoluen.
- ◆ Memenuhi kebutuhan mononitrotoluen dalam negeri.

1.2. Kapasitas Perancangan

Direncanakan kapasitas pabrik mononitrotoluen yang akan didirikan pada tahun 2010 ini adalah sebesar 50.000 ton mononitrotoluen /tahun.

Dalam pemilihan kapasitas pabrik mononitrotoluen ada beberapa pertimbangan yaitu :

a. Prediksi kebutuhan dalam negeri

Tabel 1.1. Data Peningkatan Impor Mononitrotoluen

Tahun	Jumlah Impor (kg)
1999	30.220
2000	93.359
2001	81.075
2002	95.761
2003	3.212.344

(Sumber : BPS Impor Nasional tahun 1999-2003)

b. Kapasitas pabrik mononitrotoluen di luar negeri

Berdasarkan European Commission (2001) mononitrotoluen diproduksi sebesar 20.000 ton/tahun. Sedangkan untuk produksi globalnya sebesar 50.000-100.000 ton/tahun yang diproduksi di negara Jerman, Belgia, Italia, Inggris dan Amerika.

c. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku toluene, asam nitrat, dan asam sulfat telah banyak diproduksi di Indonesia sehingga kelangsungan ketersediaan sangat terjamin. Mengingat memadainya bahan baku dan tingkat permintaan mononitrotoluen yang sangat besar, maka sangat prospektif bila didirikan pabrik mononitrotoluen di Indonesia.

1.3. Lokasi Pabrik

Lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik mononitrotoluen ini terletak di daerah Cilacap, Jawa Tengah. Ketepatan pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan pabrik tersebut secara teknis dan ekonomis di masa-masa mendatang. Banyak faktor yang harus

dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik, adapun faktor-faktor yang paling penting adalah :

1. Sumber bahan baku

Bahan baku pembuatan mononitrotoluen ini adalah toluen, asam nitrat, dan asam sulfat. Toluene didatangkan dari Pertamina daerah Cilacap, Jawa Tengah, sedangkan asam nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia di Cikampek dan asam sulfat dapat diperoleh dari PT Timur Raya Tunggal di Cikampek.

2. Letak pasar

Berdasarkan data Balai Pusat Statistik (BPS) kebutuhan mononitrotoluen di dalam negeri masih rendah sekitar 10% dari produksi yang direncanakan maka 90% sisanya akan dipasarkan sebagai komoditi ekspor ke luar negeri.

3. Fasilitas transportasi

Tersedianya sarana transportasi yang memadai yaitu jalan raya dan dekat dengan pelabuhan Tanjung Intan Cilacap, sehingga pemasaran produk yang sebagai komoditi ekspor tidak mengalami kesulitan.

4. Tenaga kerja

Jawa Tengah merupakan daerah industri yang tingkat kepadatan penduduknya tinggi sehingga dapat menjamin penyediaan tenaga kerja yang mencukupi.

5. Utilitas

Fasilitas utilitas meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN yang sudah masuk ke lokasi pabrik dan sarana lain seperti air juga tersedia di Cilacap.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses

Mononitrotoluen dapat dibuat dengan beberapa proses sebagai berikut :

1. Nitration toluene with mixed acid, continuous process. In principle the continuous process is the same as the batch process, the difference is :

- Volume reaktor yang digunakan untuk proses kontinyu lebih kecil.
- Konsentrasi HNO_3 untuk penitrasi lebih rendah. Pada proses batch konsentrasi HNO_3 28-32%, sedangkan untuk proses kontinyu konsentrasi HNO_3 1-8%.
- Kecepatan reaksi lebih tinggi. Hal ini karena ukuran reaktor lebih kecil sehingga pengadukan lebih efisien.

Selain mempunyai banyak kelebihan, proses kontinyu juga mempunyai kekurangan sebagai berikut :

Penggunaan nitrating agent, dengan salah satu komponen dari penitrasi tersebut adalah H_2SO_4 yang merupakan asam yang sangat korosif.

Perlu unit rekonsentrasi H_2SO_4 sehingga dapat diperkirakan biayanya tinggi.

2. Nitrasi toluene dengan asam campuran dengan proses batch.

Pada proses ini asam campuran yang digunakan terdiri atas 52-56 % H_2SO_4 , 28-32 % HNO_3 dan 12-20 % H_2O . Toluene dimasukkan nitrator dan didinginkan sampai suhu 25 °C. Asam campuran ditambahkan dengan pelan-pelan ke permukaan toluene dan temperatur reaksi campuran dijaga 25 °C. Setelah semua campuran asam ditambahkan, temperatur dinaikkan pelan-pelan sampai suhu 35-40 °C. Produk keluar nitrator dipisahkan dalam separator. Produk mononitrotoluene dinetralisasi dengan NaOH. Untuk pemurnian dilakukan dengan destilasi. Yield yang diperoleh sekitar 96 %. Waktu reaksi secara batch sekitar 2 jam. Kerugian proses batch adalah waktu proses lebih lama dan ukuran alat yang lebih besar sehingga dari segi ekonomi tidak menguntungkan. (Kirk Othmer, 1996).

3. Nitrasi toluene dengan asam nitrat proses kontinyu

Pada proses ini kedudukan asam campuran sebagai asam penitrasi tergantung pada asam nitrat. Proses ini kurang menguntungkan karena dibutuhkan asam nitrat yang berlebihan untuk menghasilkan mononitrotoluene dalam jumlah yang sama. Proses ini membutuhkan bahan baku yang banyak sehingga ukuran alat yang dibutuhkan jauh

lebih besar. Jadi dari segi ekonomi kurang menguntungkan. (Kirk Othmer, 1996).

Tabel 1.2. Kelebihan dan Kekurangan Macam-Macam Proses Pembuatan Mononitrotoluen

Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
Nitrasi toluen dengan asam campuran dengan proses kontinyu	<ul style="list-style-type: none"> - Volume reaktor yang digunakan lebih kecil - Konsentrasi HNO₃ untuk penitrasi lebih rendah - Kecepatan reaksi lebih tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan nitrating agent (H₂SO₄) yang sangat korosif - Perlu unit rekonsentrasi H₂SO₄ sehingga biayanya tinggi
Nitrasi toluen dengan asam campuran dengan proses batch	<ul style="list-style-type: none"> - Pengaturan suhu lebih mudah 	<ul style="list-style-type: none"> - Waktu proses lebih lama - Ukuran alat lebih besar sehingga tidak menguntungkan
Nitrasi toluen dengan asam nitrat proses kontinyu		<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan bahan baku yang banyak - Membutuhkan ukuran alat yang jauh lebih besar sehingga kurang menguntungkan

Keuntungan dan kerugian pada proses pembuatan mononitrotoluen telah diuraikan diatas, maka dalam perancangan dipilih proses nitrasi dengan asam campuran dengan proses kontinyu. Pemilihan ini didasarkan pada beberapa kelebihan ini dibanding dengan proses lainnya yaitu :

- Yield yang dihasilkan lebih tinggi menjadi 98 %.

- H₂SO₄ merupakan asam kuat yang berfungsi sebagai media asam sehingga HNO₃ lebih mudah melepaskan ion nitrit (NO₂⁺)
- H₂SO₄ merupakan *dehydrator* yang baik, sehingga air yang terbentuk tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi.
- Biaya produksi lebih rendah, tenaga kerja lebih sedikit.
- Ukuran alat lebih kecil dibandingkan proses batch dan proses yang menggunakan asam nitrat saja.
- Faktor keamanan lebih baik, reaksi lebih cepat karena pengadukan yang efektif.

Pada nitrasia aromatik, katalis asam sulfat memprotonasi asam nitrat, yang kemudian melepas air dan menghasilkan ion nitronium, yang mengandung atom nitrogen bermuatan positif. Ion nitronium, yaitu elektrofilia kuat, kemudian menyerang cincin aromatik.

Mononitrotoluen diproduksi dengan proses nitrasia toluena hampir sama dengan mekanisme yang terjadi pada proses nitrobenzena. Kehadiran gugus metil pada cincin aromatis memfasilitasi proses nitrasia toluena, dan mengakibatkan penurunan oksidasi yang membawa dampak dengan terbentuknya produk samping yang tidak diinginkan.

Nitrasia toluena biasanya berjalan pada suhu yang lebih rendah dibanding kebutuhan proses nitrasia benzena untuk meminimalkan produk oksidatif samping. Oleh karena itu, kecepatan reaksi nitrasia toluena lebih cepat dari benzena, kondisi temperatur yang lebih rendah juga akan mengurangi pembentukan dinitrotoluen

1.4.2. Kegunaan Produk

Mononitrotoluen sangat berguna bagi bahan baku pembuatan zat warna sintetik, bahan baku untuk pembuatan busa polyurethane yang merupakan bahan isolasi refrigerator dan bahan intermediate dalam pembuatan TNT.

1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

A. Bahan Baku

1. Toluena

a. Sifat Fisika

Rumus kimia	: $C_6H_5CH_3$
Bentuk	: Cair (30 °C,1 atm)
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 92,14 g/mol
Titik beku	: -95 °C
Titik didih	: 110,6 °C
Densitas (20 °C)	: 0,866 g/ml
Viskositas (25 °C)	: 0,548 cP

(Kirk Othmer, 1996)

b. Sifat Kimia

- Nitrasia

Toluena bereaksi dengan asam nitrat membentuk mononitrotoluena.

2. Asam Nitrat

a. Sifat Fisika

Rumus kimia	: HNO_3
Bentuk	: Cair (30 °C,1atm)
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 63,012 g/mol
Titik beku	: -41,59 °C
Titik didih	: 83,4 °C
Densitas (20 °C)	: 1,504 g/ml
Viskositas (25 °C)	: 0,761 cP
Panas pembentukan (25 °C)	: -174,10 kJ/mol
Panas pencampuran (25 °C)	: 10,48 kJ/mol
Energi bebas pembentukan (25 °C)	: -80,71 kJ/mol

(Kirk Othmer, 1996)

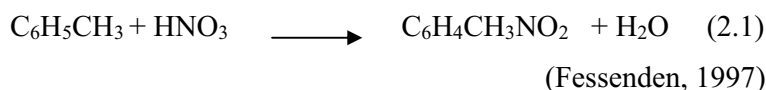
b. Sifat Kimia

Asam nitrat adalah suatu asam monobasa yang kuat, yang mudah bereaksi dengan alkali, oksida dan senyawa basa dalam bentuk garam. Asam nitrat merupakan senyawa yang berperan dalam

proses nitrasia sebagai *nitration agent*. Komponen yang dinitrasia antara lain :

- Toluena

Reaksi yang terjadi :



B. Bahan Pembantu

1. Asam Sulfat

a. Sifat Fisika

Rumus kimia	: H ₂ SO ₄
Bentuk	: Cairan pekat (30 °C, 1 atm)
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 98,078 g/mol
Titik leleh	: 10,4 °C
Titik didih (1 atm)	: 340 °C
Densitas (20 °C)	: 1,84 g/ml

(Perry, 1990)

b. Sifat Kimia

Asam sulfat bereaksi dengan asam nitrat untuk membentuk ion nitrit atau nitronium (NO₂⁺) yang sangat penting dalam suatu reaksi nitrasia. Dalam reaksi nitrasia, sifat asam sulfat ini mencegah asam nitrat membentuk ion hidrogen (H⁺) dan ion nitrat (NO₃²⁻) dan hanya membentuk ion nitronium.

(Fessenden, 1997)

2. Natrium Hidroksida

a. Sifat Fisika

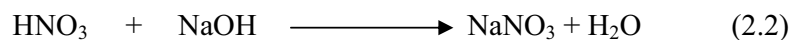
Rumus kimia	: NaOH
Bentuk	: Kristal (30 °C, 1atm)
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 39,998 g/mol
Titik beku	: 318 °C

Titik didih	: 1388 °C
Densitas (20° C)	: 2,13 g/ml
Energi bebas pembentukan	: -379,5 kJ/mol
Panas laten pencampuran	: 167,4 kJ/mol

(Kirk Othmer, 1997)

b. Sifat Kimia

Dalam proses ini NaOH berfungsi sebagai penetral asam nitrat, reaksi :



(Fessenden, 1997)

C. Produk

1. Mononitrotoluen

a. Sifat Fisika

Rumus kimia	: C ₆ H ₄ CH ₃ NO ₂
Bentuk	: cairan
Warna	: kuning jernih
Rumus molekul	: C ₆ H ₄ CH ₃ NO ₂
Berat molekul	: 137,138 g/mol
Densitas	: 1,162-1,1631 g/ml
Titik didih	: 296,9 °C

b. Sifat kimia :

Dapat dioksidasi menjadi m-nitrobenzoic acid dengan asam kromat dalam larutan alkali.

1.4.4. Tinjauan Proses secara Umum

Reaksi nitrasi membantu untuk menempatkan satu atau lebih gugus nitro (-NO₂) ke dalam molekul yang direaksikan. Gugusan nitro diikat oleh karbon menjadi bentuk nitroaromatik atau campuran nitroparafinik. Dapat juga diikat oleh oksigen untuk membentuk nitrat ester atau dengan nitrogen untuk membentuk nitroamin.

Beragam-macam reagen dapat digunakan untuk nitrating agent. Sebagai contoh asam nitrat dalam bentuk larutan, campuran asam nitrat

dan asam sulfat, nitrogen pentoxide dan nitrogen tetraoxide. Untuk memilih sistem nitrating untuk proses nitrasi, penting untuk diketahui adalah macam-macam spesies yang ada dalam sistem dan mengerti mekanisme reaksinya.

Sistem asam nitrat-asam sulfat, biasa dikenal sebagai asam campuran, adalah media untuk nitrasi yang sangat penting, adanya asam sulfat memberikan pengaruh pada ionisasi asam nitrat menjadi ion nitril (NO_2^+).

Ionisasi asam nitrat adalah sebagai berikut :

