

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 dimana 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 55.000 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 ketersediaan 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 dimasa-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.

6. Karakteristik lokasi

Lokasi pendirian pabrik di kawasan industri Cilacap, dimana karakteristik wilayah dekat dengan pelabuhan dan memiliki struktur tanah yang baik.

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 of reactor used for continuous process is smaller.
- Concentration of HNO_3 for nitration is lower. In the batch process, the concentration of HNO_3 is 28-32%, while for the continuous process, the concentration of HNO_3 is 1-8%.
- Reaction rate is higher. This is because the reactor size is smaller, so mixing is more efficient.

Other than having many advantages, the continuous process also has disadvantages as follows:

Use of nitrating agent, with one component from nitration is H_2SO_4 , which is a very corrosive acid.

Need for H_2SO_4 concentration unit, so it can be estimated that the cost is high.

2. Nitration of toluene with mixed acid with batch process.

In this process, the mixed acid used consists of 52-56% H_2SO_4 , 28-32% HNO_3 and 12-20% H_2O . Toluene is introduced into the nitrator and cooled to a temperature of 25°C . The mixed acid is added gradually to the surface of toluene and the reaction temperature is maintained at 25°C . After all the mixed acid is added, the temperature is gradually raised to a temperature of $35-40^\circ\text{C}$. The product from the nitrator is separated in a separator. The product of mononitrotoluene is neutralized with NaOH . For purification, distillation is carried out. Yield obtained is around 96%. Batch reaction time is around 2 hours. The disadvantage of the batch process is that the process is longer and the equipment is larger, so it is not economical. (Kirk Othmer, 1996).

3. Nitration of toluene with nitric acid continuous process

In this process, the mixed acid is used as the nitration agent, depending on nitric acid. This process is less economical because

dibutuhkan asam nitrat yang berlebihan untuk menghasilkan mononitrotoluen 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 pada proses pembuatan MNT

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 HNO_3 untuk penitrasi lebih rendah- Kecepatan reaksi lebih tinggi	<ul style="list-style-type: none">- Penggunaan nitrating agent (H_2SO_4) yang sangat korosif- Perlu unit rekonsentrasi H_2SO_4 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%.
- H_2SO_4 merupakan asam kuat yang berfungsi sebagai media asam sehingga HNO_3 lebih mudah melepaskan ion nitrit (NO_2^+)
- H_2SO_4 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 nitrasi aromatik, katalis asam sulfat memprotonasi asam nitrat, yang kemudian melepas air dan menghasilkan ion nitronium, yang mengandung atom nitrogen bermuatan positif. Ion nitronium, yaitu elektrofil kuat, kemudian menyerang cincin aromatik.

Mononitrotoluen diproduksi dengan proses nitrasi toluen hampir sama dengan mekanisme yang terjadi pada proses nitrobenzen. Kehadiran gugus methyl pada cincin aromatis memfasilitasi proses nitrasi toluen, dan mengakibatkan penurunan oksidasi yang membawa dampak dengan terbentuknya produk samping yang tidak diinginkan.

Nitrasi toluen biasanya berjalan pada suhu yang lebih rendah dibanding kebutuhan proses nitrasi benzen untuk meminimalkan produk oksidatif samping. Oleh karena itu, kecepatan reaksi nitrasi toluen lebih cepat dari benzen, 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 fisis dan kimia bahan

A. Bahan Baku

1. Toluen

a. Sifat Fisis

Rumus kimia	: $C_6H_5CH_3$
Fasa	: Cair (30°C,1 atm)
Penampakan	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 92,14 gr/mol
Titik Beku	: -95°C
Titik Didih	: 110,6°C
Densitas (20°C)	: 0,866°C
Viskositas (25°C)	: 0,548 cp

(Kirk Othmer, 1996)

b. Sifat Kimia

• Nitrase

Toluen bereaksi dengan asam nitrat membentuk mononitrotoluen.

2. Asam Nitrat

a. Sifat Fisis

Rumus kimia	: HNO_3
Fasa	: Cair (30°C,1atm)
Penampakan	: 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
Viscositas (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 *nitrating agent*. Komponen yang dinitrasia antara lain :

- Toluena

Reaksi yang terjadi :



(Fessenden, 1997)

B. Bahan Pembantu

1. Asam Sulfat

a. Sifat Fisis

Rumus kimia	: H ₂ SO ₄
Fasa	: Cairan pekat (30° C, 1 atm)
Penampakan	: 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/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 Fisis

Rumus kimia	: NaOH
Fase	: Kristal (30° C, 1atm)
Penampakan	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 39,998 g/mol

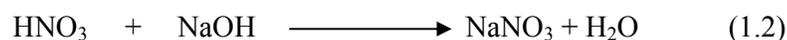
Titik Beku	: 318° C
Titik Didih	: 1388° C
Spesifik Gravity (20° C)	: 2,13
Energi Bebas Pembentukan	: -379,5 kJ/mol
Panas latent Pencampuran	: 167,4 KJ/mol

(Kirk Othmer, 1997)

b. Sifat Kimia

Dalam proses ini NaOH berfungsi sebagai penetral asam nitrat, reaksi

:



(Fessenden, 1997)

C. Produk (mononitrotoluen)

Komposisi	:
MNT	: 99%
Xylen	: 0,61%
Toluen	: 0,39%

Sifat Fisis :

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

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.

Bermacam-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 nitration, 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 nitron (NO_2^+).

Ionisasi asam nitrat adalah sebagai berikut :

