BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kemajuan sector industri menuntut bangsa Indonesia menuju kearah industrialisasi. Sampai saat ini pembangunan sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan, salah satunya adalah pembangunan sub sektor industri kimia. Namun, Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk – produk suatu industri kimia dari luar negeri salah satunya mononitrotoluena. Untuk jangka panjang diharapkan produksi bahan-bahan kimia dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri maupun dapat menjadi komoditi ekspor sehingga dapat menghasilkan pendapatan dan devisa negara.

Mononitrotoluena (MNT) merupakan salah satu bahan kimia yang sangat penting dalam industri saat ini dan mempunyai prospek cerah. Selama ini untuk memenuhi kebutuhan MNT di Indonesia, dilakukan dengan cara mengimpor dari Amerika Serikat, Inggris, dan Jerman. Hal tersebut dapat menjadi pertimbangan pemerintah untuk tidak mengembangkan industri hanya pada migas tetapi juga mengembangkan industri non-migas seperti industri bahan kimia.

Pendirian pabrik MNT di Indonesia dapat memberikan 4 dampak positif.

a. Meningkatkan devisa negara.
b. Membuka lapangan kerja baru.
c. Memacu tumbuhnya industri baru terutama industri yang menggunakan bahan baku MNT.
d. Dapat memenuhi kebutuhan MNT dalam Negeri.

1.2 Kapasitas Perancangan

Kapasitas produksi mempengaruhi perhitungan secara teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Pada prarancangan pabrik MNT dari toluen dan asam campuran (HNO_3 dan H_2SO_4) yang direncanakan berkapasitas 20.000ton per tahun. Kapasitas rancangan pabrik MNT ditentukan dengan didasarkan pada 3 hal.

1. Ketersediaan bahan baku.
2. Prediksi kebutuhan dalam negeri
3. Kapasitas pabrik MNT di luar negeri.

1. Ketersediaan bahan baku

Bahanbaku seperti toluena, asamnitrat, dan asam sulfat telah banyak diproduksi di Indonesia. Dengan demikian ketersediaan bahan baku tidak menjadi masalah karena cukup tersedia dan mudah didapatkan. Sedangkan tingkat permintaan MNT yang cukup besar, maka sangat prospektif bila didirikan pabrik MNT di Indonesia.

2. Prediksi kebutuhan dalam negeri

Kebutuhan mononitrotoluena dalam negeri dapat dilihat dalam data Badan Pusat Statistik (BPS) impordalamjangkawaktu5 tahun terakhir yaitu pada tahun 2010-2014.Data imporMNTdari 2010sampaitahun 2014 dapatdilihatpadaTabel 1.1.

Tabel 1.1 Data impor MNT tahun 2010-2014 (BPS, 2014)

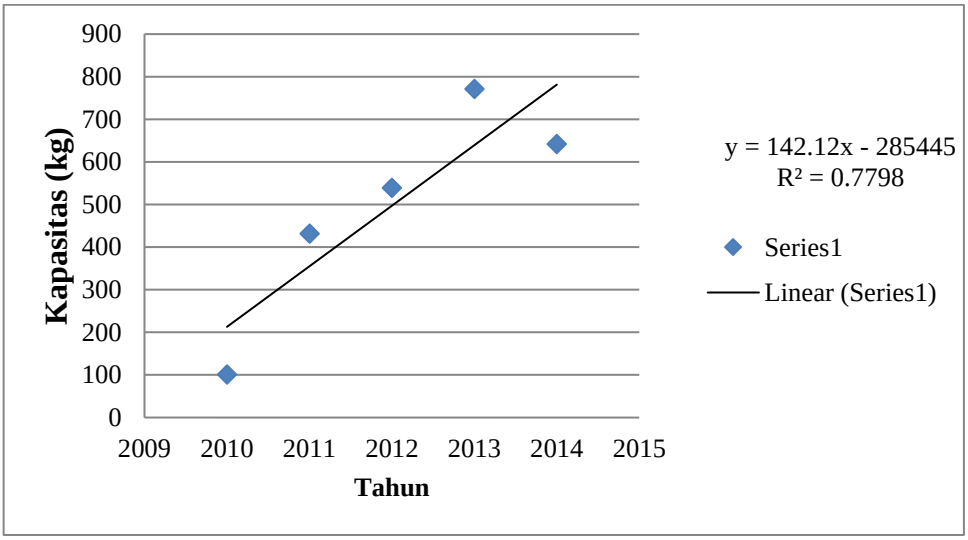
Tahun	KebutuhanImpor (kg)
2010	101.358
2011	431.660
2012	539.351
2013	771.608
2014	641.976

Pada Gambar 1.1. diperoleh persamaan y = 15316x -3E+07 dimana y adalah kebutuhan mononitrotoluena dan x adalah tahun. Perkiraan kebutuhan mononitrotoluena pada tahun 2020.

$y = 142,12x - 285445$

$y = 142,12 (2020) – 285445$

$y = 1637,60$ kg/tahun.



Gambar 1.1.Hubungan tahun dengan kebutuhan MNT

3. Kapasitas pabrik MNT diluar negeri

Menurut data dari Europa(2015) pada tahun 1993 pabrik di Amerika Serikat memproduksi MNT sebesar 26.000 ton/tahun. Sedangkan di Jerman dalam kurun waktu 1993-1999 memproduksi MNT kurang lebih sekitar 10.000-50.000 ton/tahun. Salah satu dari pabrik tersebut pada tahun 2000 memproduksi MNT sebesar 34.400 ton/tahun. Pada tahun 2013 sebuah pabrik di Italia memproduksi MNT sebesar 49.200 ton/tahun.

Dengan memperhatikan pertimbangan kapasitas perancangan minimum dan kebutuhan impor MNT di Indonesia maka dapat ditentukan kapasitas pabrik MNT yang akan berdiri tahun 2020 sebesar 20.000 ton/tahun. Kapasitas yang direncanakan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan meninjau kapasitas pabrik MNT di luar negeri yang cukup besar, maka selebihnya produk dapat diekspor ke luar negeri.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihanlokasi pada sebuah pabrik merupakan salah satu faktor yang paling penting untuk keberhasilan dan kelangsungan pabrik tersebut. Lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik MNT ini direncanakan terletak di Cilegon,Jawa Barat. Ketepatan pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan pabrik secara teknis dan ekonomis di masa mendatang.

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik ada 4 hal.

1.3.1 Sumber bahan baku.

Sumber bahan baku adalah salah satu faktor terpenting dalam pemilihan lokasi pabrik terlebih dahulu jika bahan yang dikonsumsi dalam jumlah yang besar. Sumberbahan baku yang dekat dengan lokasi pabrik dapat memperkecil biaya transportasi atau pengangkutan bahan. Untuk bahan baku pada pabrik MNT ini adalah toluen, asam nitrat, dan asam sulfat. Suplai bahan baku toluena didatangkan dari PT Pertamina (persero) *recovery unit* (RU) IV Cilacap, Jawa Tengah, asam nitrat diperoleh dari PTMulti Nitrotama Kimia yang berada di Cikampek, bahan asam sulfat dapat diperoleh dari PT Timuraya Tunggal Karawang dan untuk natrium hidroksida diperoleh dari PT Asahimas Cilegon.

1.3.2 Utilitas.

Energi merupakan faktor yang penting dalam pengoperasian sebuah pabrik.Utilitas yang utama adalah air, *steam*, bahan bakar, dan listrik. Lokasi pabrik harus sebisa mungkin menekan biaya pengadaan energi, misalnya dekat dengan sumber bahan bakar dan sumber listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN yang sudah masuk ke lokasi pabrik dan sarana lain seperti air.

1.3.3 Transportasi dan pemasaran.

Transportasi dan pemasaran merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pemilihan lokasi pabrik, yang meliputi pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan. 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.

1.3.4 Tenaga kerja.

Tenaga Kerja merupakan Faktor yang berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik. Karena pendirian pabrik terletak di Pulau Jawa maka tenaga kerja yang tersedialebih dari cukup.

1.3.5 Letak pasar

Berdasarkan data BPS kebutuhan MNT di dalam negeri masih rendah sekitar 4% dari produksi yang direncanakan maka 96% sisanya akan dipasarkan sebagai komoditi ekspor keluar negeri.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-macamproses

Oleh Kirk dan Othmer (1996) ada 3 proses untuk memproduksi MNT.

1. Nitrasi toluena dengan asam campuran dengan proses kontinyu.

   Pada dasarnya proses kontinyu sama dengan proses *batch*, namun ada tiga hal yang membedakan.

   a. Volume reaktor yang digunakan untuk proses kontinyu lebih kecil.Konsentrasi HNO_3 untuk penitrasi lebih rendah.Pada proses *batch* konsentrasi HNO_3 sebesar 28-32%, sedangkan untuk proses kontinyu konsentrasi HNO_3yaitu 1-8%.
   b. Kecepatan reaksi lebih tinggi. Hal ini karena ukuran reaktor lebihkecil sehingga pengadukan lebih efisien.
   c. 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 diperkirakanbiayanya tinggi.

2. Nitrasi toluena 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 MNT dalam jumlah yang sama. Proses ini membutuhkan bahan baku yang banyak sehingga ukuran alat yang dibutuhkan jauh lebih besar. Dilihat dari segi ekonomi kurang menguntungkan.

3. Nitrasi toluena dan 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. Toluena dimasukkan *nitrator* dan didinginkan sampai suhu 25^oC.Asamcampuranditambahkan denganpelanke permukaan toluena dan temperatur reaksi campuran dijaga 25^oC. Setelah semua campuran asam ditambahkan, temperatur dinaikkan pelan-pelan sampai suhu 35-

40°C.Produk keluar *nitrator* dipisahkan dalam *separator*. Produk MNT dinetralisasi dengan NaOH. Untuk pemurniandilakukan dengan distilasi. *Yield* yang diperoleh sekitar 96%.Waktureaksi 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.

Tabel 1.2. Perbandingan proses pembuatan MNT(Kirk dan Othmer, 1996)

No	Pertimbangan	Proses A	Proses B	Proses C
1	Bahan baku	Toluena, asam sulfat, dan asam nitrat	Toluena, asam sulfat, dan asam nitrat	Toluena, danasamnitrat
2	Konsentrasiasamnitrat	1-8%	28-32%	1-8%
3	Ukuranalat	Lebihkecil	Besar	Besar
4	Kecepatanreaksi	Cepat	Lama	Lama
5	Kekurangan lain	• Penggunaan *nitrating agent* yang sangat korosif • Dibutuhkan unit rekonsentrasi asam nitrat, sehingga biaya mahal		• Membutuhkan bahan baku lebih banyak
6	Kelebihan	• Kecepatanreaksile bihtinggi	• Pengaturanwaktu lebihmudah	-

Keterangan tabel:

- ProsesA : Nitrasi toluena dan asam campuran dengan proses kontinyu
- Proses B : Nitrasi toluena dan asam campuran dengan proses *batch*
- Proses C : Nitrasi toluena dan asam nitrat dengan proses kontinyu

Dari beberapa proses pembuatan MNT maka dipilih prarancangan proses nitrasi dari toluena dan asam campuran dengan proses kontinyu, berdasarkanKirk dan Othmer (1996) ada 6 alasan.

a. Hasil *yield* lebih tinggi karena *yield* yang dihasilkan sebesar 98%.
b. H_2SO_4 merupakan asam kuat yang berfungsi sebagai media asam sehingga HNO_3 lebih mudah melepaskan ion nitrit (NO_2^-).

c. H_2SO_4 merupakan *dehydrator* yang baik, sehingga air yang terbentuk tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi.
d. Biaya produksi lebih rendah dan tenaga kerja lebih sedikit.
e. Ukuran alat lebih kecil dibandingkan proses *batch* dan proses yang menggunakan asam nitrat saja.
f. Faktor keamanan lebih baik, reaksi lebih cepat karena pengadukan yang efektif.

1.4.2. Kegunaan produk

MNT dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan zat warnasintetik, untuk pembuatan busa *polyurethane* yang merupakan bahan isolasi refrigerator dan bahan dalam pembuatan trinitrotoluen (TNT) (Kirk dan Othmer, 1996).

1.4.3. Sifat fisika dan sifat kimia bahan baku dan produk

1. Bahan baku

a. Asam nitrat

1) Sifat–sifat fisis (Kirk dan Othmer, 1996).

Rumusmolekul : HNO_3

Beratmolekul: 63,0129 g/mol

Bentuk : cair

Warna : putih

Titik didih : 86°C pada 1 atm

Titik beku : - 42°C pada 1 atm

Densitas : 1,502 g/ml

Viskositas : 0,808 cP

2) Sifat-sifat kimia (Kirk dan Othmer, 1996).

- Merupakan asam monobasik kuat.
- Asam nitrat dapat bereaksi dengan semua logam kecuali emas, iridium, platinum, rhodium, tantalum dan titanium.
- Asam nitrat merupakan pengionisasi dan pengoksidasi yang kuat
- Asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan bisa terurai.

b. Toluena

1) Sifat-sifatfisis (Kirk danOthmer, 1996).

Rumusmolekul : C_7H_8

Beratmolekul: 92,141 g/mol

Bentuk : cair

Titikdidih : 110,63°C

Titik beku : -94,97°C

Densitas : 0,8665 g/ml

Suhu kritis : 318,65°C

Tekanan kritis : 41,8 atm

Viskositas : 0,548 cP

2) Sifat-sifat kimia

- Toluen bereaksi dengan asam nitrat membentuk MNT (Kirk dan Othmer, 1996).

2. Bahan pembantu

a. Asam sulfat

1) Sifat-sifat fisis (Kirk dan Othmer, 1996).

Rumus molekul : H_2SO_4

Berat molekul : 98 g/gmol

Bentuk : cair

Titikdidih : 340°C

Titikleleh : 10,35°C

Densitas : 1,841 g/cm^3

Suhukritis : 652°C

Tekanankritis : 63,16atm

Viskositas : 23,541 cP

2) Sifat-sifatkimia (Kirk dan Othmer, 1996).

- H_2SO_4 bereaksi dengan HNO_3 membentuk ion nitronium yang sangat penting dalam suatu reaksi nitrasi.
- $HNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NO_2^+ + H_2O + HSO_4^-$ .....(1.1)
- Mempunyai daya tarik yang besar terhadap air dan membentuk senyawa-senyawa hidrat seperti $H_2SO_4 . H_2O$ dan $H_2SO_4 .2 H_2O$.

- Dalam reaksi nitrasi, sifat asam sulfat ini mencegah HNO_3 membentuk hidrogen dan ion nitrat dan hanya membentuk ion nitronium.

b. Natrium hidroksida (Perry dan Green, 1997).

1) Sifat-sifat fisis.

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 40 g/gmol
Bentuk	: cair
Titik didih	: 1390°C
Titik leleh	: 318°C
Densitas	: 2,1 g/cm^3

2) Sifat-sifatkimia.

- Menstabilkan kondisi pH
- Merupakan basa kuat
- Mudah larut dalam air
- Berwarna bening

3. Produk

a. MNT (Kirk dan Othmer, 1996).

1) Sifat-sifat fisika

Rumus kimia	: $C_6H_4CH_3NO_2$
Berat molekul	: 137,138 g/mol
Bentuk	: Cairan
Titik didih	: 231,85^{o}C
Titik lebur	: 16,05^{o}C
Densitas	: 1,286 g/ml
Suhu kritis	: 462,85^{o}C

2) Sifat-sifat kimia

- Dapat dioksidasi menjadi *m-nitrobenzoicacid* dengan asam kromat dalam larutan alkali.

1.4.4. Tinjauan proses secara umum

MNTdibuat dengan mereaksikan toluena dengan asam nitrat (HNO_3). Reaksi ini merupakan reaksi nitrasi di mana satu atau lebih gugus nitro ($-NO_2$) ditempatkan ke dalam molekul yang direaksikan. Gugusan nitro diikat oleh karbon menjadi bentuk nitroaromatik (Kirk dan Othmer, 1996).

$$C_6H_5CH_{3(l)} + HNO_{3(l)} \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_4CH_3NO_{2(l)} + H_2O_{(l)} \quad \text{.....(1.2)}$$

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

Persamaanionisasi asam nitrat sesuaidenganpersamaan7 (Kirk dan Othmer, 1996).

$$HNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NO_2^+ + H_2O + HSO_4^- \quad \text{.....(1.3)}$$