

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang. Hal ini tentunya memacu kita untuk lebih efisien dalam melakukan terobosan-terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pangsa pasar, daya saing, efektif dan efisien disamping harus ramah lingkungan.

Pertumbuhan industri Petrokimia di Indonesia semakin berkembang, perkembangan industri Petrokimia selain akan memberi nilai tambah pada migas sebagai bahan bakunya juga akan mendorong beragamnya produk yang dihasilkan. Salah satu industri yang mempunyai kegunaan penting dan memiliki prospek yang cerah adalah Senyawa Aromatik seperti nitrobenzen.

Nitrobenzen ($C_6H_5NO_2$) dengan nama lain *nitrobenzide*, *nitrobenzol*, *mononitrobenzol*, *MNB*, *C.I. solvent black 6*, *essence of mirbane*, *essence of myrbane*, *mirbane oil*, *oil of mirbane*, *oil of myrbane*, *nigrosine spirit soluble B* atau yang sering dikenal dengan minyak *nitrobenzol mirban* ialah senyawa hasil nitrasi senyawa aromatik yaitu benzen dengan asam penitrasi baik asam campuran (asam nitrat dan asam sulfat) maupun asam nitrat saja. Senyawa ini mempunyai bentuk fisik berupa cairan berwarna kuning muda (pucat) dan mempunyai aroma seperti buah almond, serta mempunyai sifat sangat beracun bila terhisap dan terkena kulit. Sebagian besar nitrobenzen ($\pm 97\%$) merupakan bahan baku dalam pembuatan anilin dan dapat digunakan dalam industri farmasi, sebagai bahan peledak, pewarna, pestisida, obat-obatan dan sebagai pelarut dalam industri cat, sepatu dan lantai, metal polishes, dan sebagainya.

Kebutuhan nitrobenzen di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat dengan berkembangnya industri-industri yang berbahan baku nitrobenzen di Indonesia. Selain itu nitrobenzen belum diproduksi di dalam negeri sehingga untuk mencukupi kebutuhan di dalam negeri masih didatangkan dari luar negeri (Amerika Serikat, Jepang, Inggris, Malaysia dan Rusia).

Keuntungan pendirian pabrik nitrobenzen antara lain; dapat memenuhi kebutuhan nitrobenzen dalam negeri sehingga mengurangi impor dalam negeri yang diharapkan dapat memberi keuntungan dan menambah devisa negara, selain itu dapat membantu pemerintah dalam mengatasi masalah tenaga kerja dan sekaligus dapat mendukung berkembangnya industri-industri di Indonesia dan memacu tumbuhnya industri baru terutama diversifikasi industri nitrobenzen.

1.2. Kapasitas Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomis. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu:

1. Prediksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data impor dari Biro Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 2001-2006, kebutuhan nitrobenzen adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Impor Nitrobenzen di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (kg) / Tahun
1	2001	10.365.987
2	2002	8.000.917
3	2003	5.719.245
4	2004	7.222.948
5	2005	7.305.172
6	2006	6.478.279

(Biro Pusat Statistik Indonesia, data tahun 2001-2006)

2. Kebutuhan nitrobenzen di dunia

Tabel 2. Data Kebutuhan Nitrobenzen di Dunia

No	Tahun	Jumlah (juta / kg)
1	1995	1.841
2	1996	1.879
3	1997	2.025
4	1998	2.093
5	1999	2.235
6	2000	2.526
7	2001	2.400

(Nadya Hernandez, 2003)

3. Kapasitas produksi nitrobenzen di luar negeri

Tabel 3. Kapasitas produksi nitrobenzen di luar negeri

PRODUSEN	KAPASITAS (juta kg/th)
BASH, Geismar, La.	600
Du Pont, Beaumont, Tex.	380
First Chemical, Baytown, Tex.	340
First Chemical, Pascagoula, Miss.	500
Rubicon, Geismar, La.	1.140
TOTAL	2.960

(Nadya Hernandez, 2003)

4. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan nitrobenzen adalah benzen, asam nitrat dan asam sulfat telah banyak diproduksi di Indonesia sehingga ketersediannya sangat terjamin. Mengingat ketersediaan bahan baku yang memadai dan tingkat permintaan nitrobenzen yang sangat besar, maka sangat prospektif bila didirikan pabrik nitrobenzen di Indonesia.

5. Kapasitas minimal

Dari pabrik-pabrik yang sudah beroperasi di beberapa negara dapat diketahui bahwa secara ekonomis kapasitas minimal berkisar 30.000 ton/th (Faith et al., 1975).

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dalam perancangan pabrik nitrobenzen yang didirikan tahun 2015, direncanakan kapasitas produksi pabrik ini sebesar 200.000 ton/tahun. Kapasitas yang direncanakan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan meninjau kebutuhan dunia yang cukup besar, maka selebihnya produk dapat diekspor ke luar negeri.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik nitrobenzen ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Cilacap, yang terletak di daerah Lomanis Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Pertimbangan-pertimbangan tersebut meliputi dua faktor yaitu, faktor utama dan faktor pendukung.

❖ Faktor utama

Faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Sumber bahan baku

Bahan baku pembuatan nitrobenzen yaitu benzen dan asam campuran (asam nitrat dan asam sulfat). Dimana benzen didatangkan dari Pertamina Cilacap. Sedangkan untuk Asam nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia Cikampek dan untuk Asam sulfat diperoleh dari PT. Petro Kimia Gresik dan untuk Natrium hidroksida diperoleh dari PT. Soda Waru Surabaya.

2. Sarana Transportasi

Tersedianya sarana transportasi yang memadai untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk yaitu tersedianya jalan raya dengan kondisi yang baik, dekat Bandara Tunggul Wulung (± 8 km), dekat pelabuhan Tanjung Intan Cilacap (± 7 km), dan tersedia jalur kereta api (Kroya adalah yang terbesar), sehingga proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk baik untuk

memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun untuk komoditi ekspor tidak mengalami kesulitan.

3. Letak Pasar

Berdasarkan data Balai Pusat Statistik (BPS) tahun 2006 kebutuhan nitrobenzen di dalam negeri masih rendah sekitar 10% dari produksi yang direncanakan maka 90% sisanya akan dipasarkan sebagai komoditi ekspor ke luar negeri. Pemasaran nitrobenzen terbesar diseluruh Indonesia khususnya di wilayah Jawa dan Kalimantan dan juga untuk komoditi ekspor tidak mengalami hambatan karena tersedianya sarana transportasi yang cukup memadai.

4. Tenaga Kerja

Cilacap adalah satu dari tiga kawasan industri utama di Jawa Tengah (selain Semarang dan Surakarta) yang merupakan daerah industri dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi, sehingga penyediaan tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah di sekitarnya, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik.

5. Utilitas

Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN maupun swasta yang sudah masuk ke kawasan Industri ini. Sementara untuk sarana lain seperti air juga tersedia di daerah Cilacap.

❖ Faktor pendukung

Faktor pendukung juga perlu mendapatkan perhatian di dalam pemilihan lokasi pabrik karena faktor-faktor yang ada didalamnya selalu menjadi pertimbangan agar pemilihan pabrik dan proses produksi dapat berjalan lancar. Faktor pendukung ini meliputi:

1. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana di masa yang akan datang
2. Kemungkinan perluasan pabrik
3. Tersedianya fasilitas servis, misalnya di sekitar lokasi pabrik tersebut atau jarak yang relatif dekat dari bengkel besar dan semacamnya
4. Tersedianya air yang cukup
5. Peraturan pemerintah daerah setempat
6. Keadaan masyarakat daerah sekitar (sikap keamanan dan sebagainya)
7. Iklim
8. Keadaan tanah untuk rencana pembangunan dan pondasi
9. Perumahan penduduk atau bangunan lain.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-Macam Proses

Nitrobenzen diproduksi secara umum dengan nitrasi secara langsung benzen dengan menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat atau dengan asam nitrat saja. Namun secara komersial yang digunakan adalah campuran asam nitrat dan asam sulfat. Karena kedua fase yang berasal dari pencampuran reaksi dan reaktan terdistribusi antara keduanya. Nitrobenzen dapat dibuat dengan beberapa proses sebagai berikut:

- a. Nitrasi benzen dengan asam campuran, dengan proses *batch*

Dalam proses ini asam campuran yang digunakan 56-60% H_2SO_4 , 27-32% HNO_3 , 8-17% H_2O . Temperatur reaksi adalah 50-55°C, produk keluar nitrator dipisahkan dalam separator. Produk nitrobenzen dinetralisasi dengan NaOH. Untuk pemurnian dilakukan dengan proses distilasi. *Yield* 95-98% dan waktu reaksi secara *batch* berkisar 2-4 jam (Kirk - Othmer, 1996).

b. Nitration benzen dengan asam campuran dengan proses kontinyu

Proses kontinyu adalah proses Beazzi yang pada prinsipnya sama dengan proses *batch*, sedangkan letak perbedaannya adalah:

1. Versi untuk reaktor yang digunakan untuk proses kontinyu lebih kecil, 30 gallon nitrator kontinyu setara 1500 gallon nitrator *batch* (Faith et al., 1975).
2. Konsentrasi HNO_3 untuk penetrasi lebih rendah. Pada *batch* berkonsentrasi HNO_3 27-32% sedangkan pada kontinyu konsentrasi HNO_3 20-26%.
3. Kecepatan reaksi lebih tinggi, hal ini karena dengan ukuran reaktor lebih kecil, sehingga pengadukan lebih efisien.
4. Waktu reaksi lebih cepat, pada proses *batch* 2-4 jam, sedangkan pada proses kontinyu 10-30 menit.

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

5. Penggunaan *nitrating agent*, dengan salah satu komponen dari penitrasi tersebut adalah H_2SO_4 yang merupakan asam yang sangat korosif.
6. Perlu untuk rekonsentrasi H_2SO_4 sehingga dapat diperkirakan, biayanya cukup tinggi (Kirk - Othmer, 1996).

c. Nitration benzen dengan asam nitrat

Pada proses ini kedudukan asam campuran sebagai asam penitrasi digantikan dengan asam nitrat dan sisanya air. Proses ini kurang menguntungkan dibutuhkan asam nitrat yang berlebihan untuk menghasilkan nitrobenzen dalam jumlah yang sama. Proses ini membutuhkan bahan baku yang lebih banyak sehingga ukuran alat yang dibutuhkan jauh lebih besar. Jadi dari segi ekonomis juga kurang menguntungkan

Kelebihan dan kekurangan dari masing-masing proses bila ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4. Kelebihan dan Kekurangan Pada Proses Pembuatan Nitrobenzen

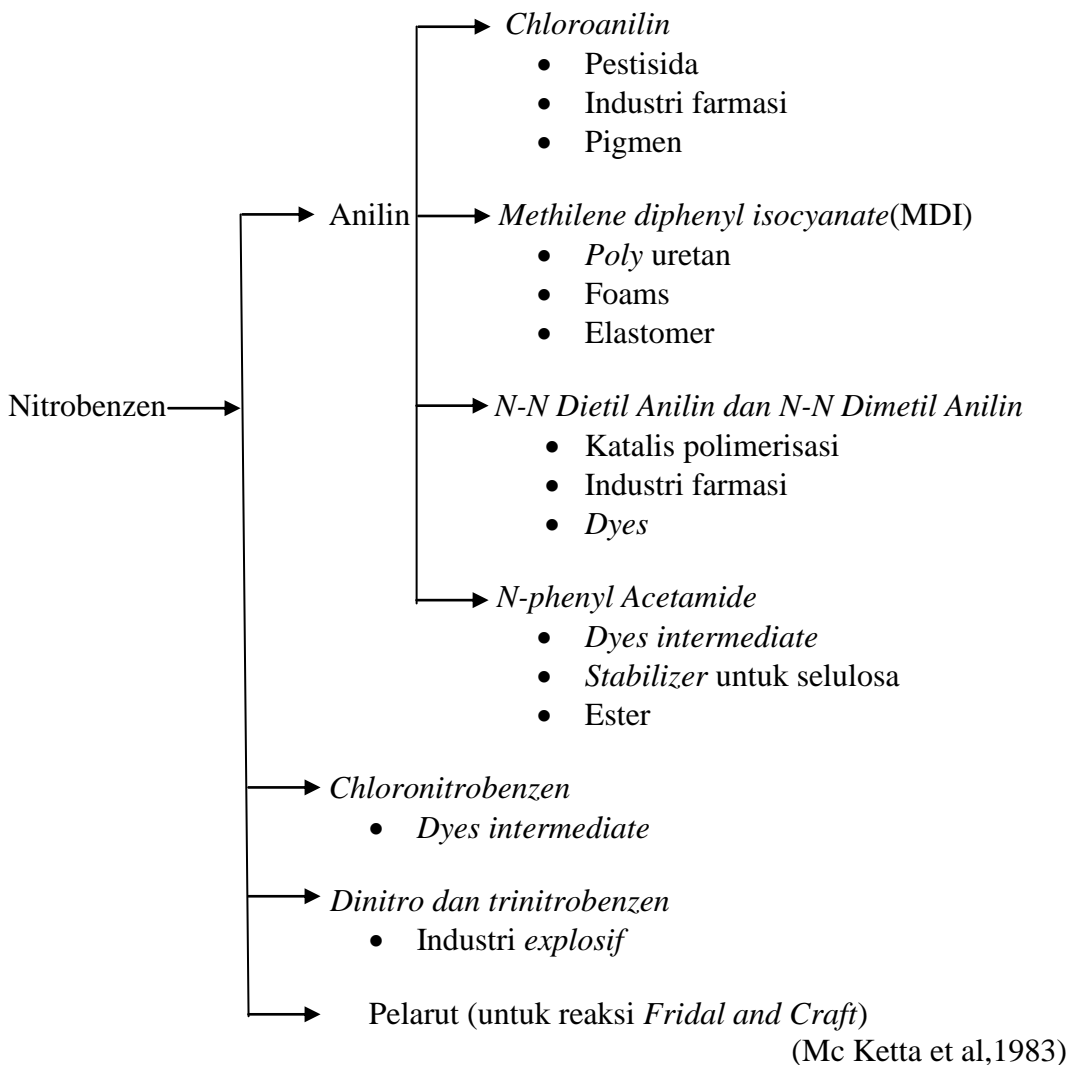
No	Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
1	Nitrasi benzen dengan asam campuran proses <i>batch</i>	a. Konversi optimum b. Pengaturan suhu lebih mudah c. Mudah untuk memulai operasi dan menghentikannya	a. Waktu proses lebih lama b. Ukuran alat lebih besar
2	Nitrasi benzen dengan asam campuran proses kontinyu	a. Produk yang dihasilkan memiliki kemurnian yang tinggi. b. Biaya produksi lebih rendah c. Tenaga kerja yang dibutuhkan lebih sedikit.	a. Penggunaan <i>nitrating agent</i> (H_2SO_4) yang sangat korosif b. Perlu unit rekonsentrasi H_2SO_4 sehingga biayanya cukup tinggi
3	Nitrasi benzen dengan asam nitrat proses kontinyu	a. Tidak membutuhkan katalis	a. Membutuhkan bahan baku yang banyak (asam nitrat) b. Ukuran alat yang dibutuhkan lebih besar

Dengan membandingkan keuntungan dan kerugian 3 macam proses di atas, maka dalam perancangan ini dipilih proses nitrasi dengan asam campuran dengan proses kontinyu. Alasan pemilihan proses ini karena lebih efektif dan efisien, sebab kecepatan reaksi yang tinggi maka waktu yang dibutuhkan lebih cepat dan memerlukan reaktor yang lebih kecil jadi biaya yang dibutuhkan juga relatif

sedikit. Dalam penggunaan katalis asam sulfat, asam sulfat merupakan asam yang lebih kuat dari pada asam nitrat sehingga asam sulfat lebih mudah melepaskan ion Nitronium (NO_2^+) dari asam nitrat sehingga akan mempengaruhi kecepatan reaksi serta Asam sulfat merupakan *dehydrator* yang baik, sehingga air yang terbentuk tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi.

1.4.2. Kegunaan Produk

Kegunaan produk nitrobenzen dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah:



Gambar 1. Industri Pembangunan Nitrobenzen

1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia

A. Bahan Baku

1. Benzen

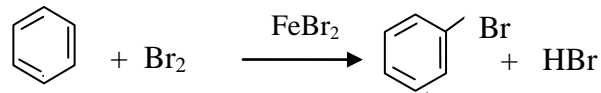
a. Sifat fisis :

Rumus Kimia	: C ₆ H ₆
Berat molekul (g/mol)	: 78,114
Bentuk	: cair
Titik didih 1 atm, °C	: 80,094
Titik leleh, °C	: 5,530
Densitas (20°C), g/cm ³	: 0,8789
(25°C), g/cm ³	: 0,8736
Viskositas (25°C), cp	: 0,6010
Vapor pressure (25°C), atm	: 0,12
Suhu kritis (T _c), °C	: 289,01
Tekanan Kritis (P _c), atm	: 48,35
Volume kritis, cm ³ /mol	: 259,0
Tegangan permukaan cairan, N/m (20°C)	: 0,0289
Panas pembentukan (H _f), kJ/mol	: 82,93
Panas pembakaran (H _c), kJ/mol	: 3,2676 x 10 ³
Panas penggabungan (H _{fus}), kJ/kmol	: 9,866
Panas penguapan (25°C), kJ/mol	: 33,899
Kelarutan dalam air (25°C), g/100 g H ₂ O	: 1,18
	(Kirk - Othmeret, 1996)
Kelarutan (dalam 100 bagian)	
air (22°C)	: 0,07
alkohol	: <i>soluble</i>
eter	: ∞ (<i>infinitive</i>)
	(Perry, 1999)
Heat of nitration, kkal/mol	: 27
Panas pengkristalan, kkal/mol	: 2,35
	(Groggins, 1987)

b. Sifat Kimia

I. Halogenasi

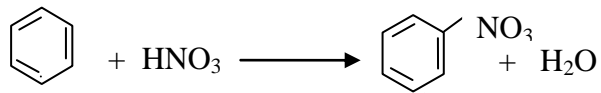
Benzen bereaksi dengan bromin dengan adanya ferri bromid membentuk bromobenzen dan asam bromid.



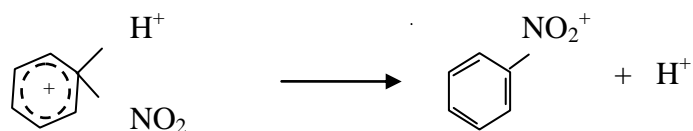
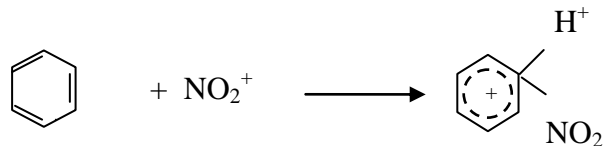
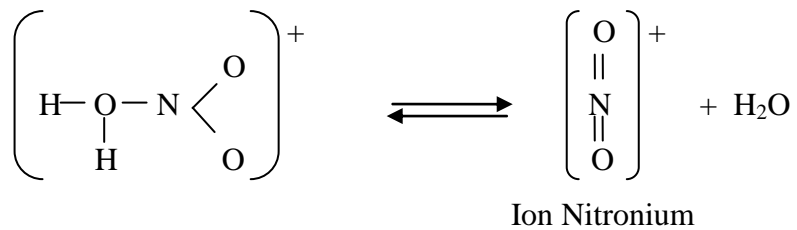
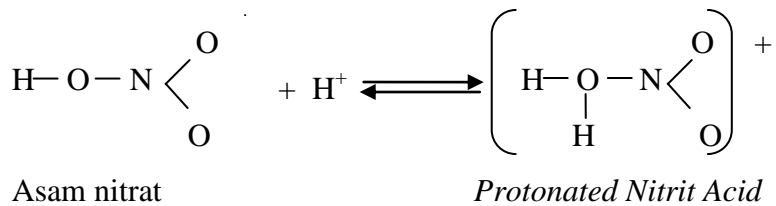
II. Nitrasi

Benzen bereaksi dengan asam nitrat dengan adanya atau tanpa asam sulfat.

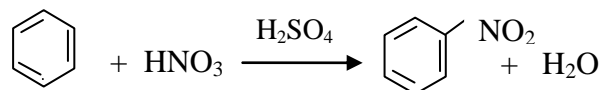
a. Dengan asam nitrat



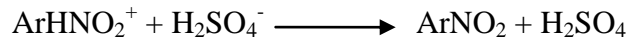
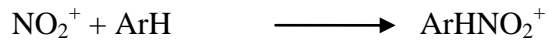
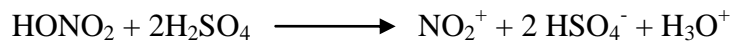
Mekanisme reaksi:



b. Dengan asam campuran (HNO₃ + H₂SO₄)

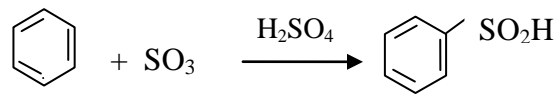


Mekanisme:



III. Sulfonasi

Benzen bereaksi dengan sulfur trioksida dengan adanya H_2SO_4 membentuk benzen *sulfuric acid*.



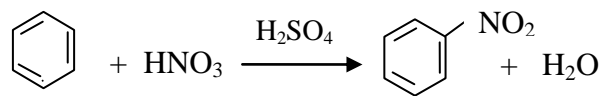
2. Asam Nitrat

a. Sifat fisis :

Rumus Kimia	: HNO_3
Berat molekul (g/mol)	: 63,012
Bentuk	: cair
Titik didih 1 atm, °C	: 83
Titik leleh, °C	: -41,59
	(Dean, 1999)
Densitas (20°C), g/ml	: 1,502
Kelarutan (dalam 100 bagian)	
- air dingin	: ∞ (<i>infinite</i>)
- air panas	: ∞ (<i>infinite</i>)
- other reagent	: <i>explodes</i> (meledak dalam <i>solvent</i> etanol)
	(Perry, 1999)
Viskositas (25°C), cp	: 0,761
Panas penggabungan (H_{fus}), kJ/mol	: 10,48
Panas pembentukan (H_f), (25°C), kJ/mol	: -174,10
Panas penguapan (25°C), kJ/mol	: 39,04
Energi bebas pembentukan (25°C), kJ/mol	: -80,71
Entropy (25°C), J/(mol.K)	: 155,60
	(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 nitrasi, yaitu sebagai *nitration agent*. Komponen yang dinitrasi adalah benzen, baik dengan adanya asam sulfat ataupun tidak, reaksi:



(Fessenden, 1997)

3. Asam Sulfat

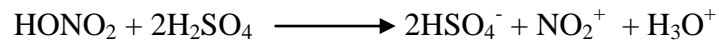
a. Sifat fisis :

Rumus Kimia	: H ₂ SO ₄
Berat molekul (g/mol)	: 98,078
Bentuk	: cair
Titik didih 1 atm, °C	: 340
Titik leleh, °C	: 10,49
Kelarutan (dalam 100 bagian)	
- air dingin	: ∞ (<i>infinitive</i>)
- air panas	: ∞ (<i>infinitive</i>)
- <i>other reagent</i>	: <i>decomposes</i>
	(terpisah dengan etanol)
Densitas (20°C), g/ml	: 1,84

(Perry, 1999)

b. Sifat Kimia

I. H₂SO₄ bereaksi dengan HNO₃ membentuk ion nitrit/nitronium (NO₂⁺) yang sangat penting dalam suatu reaksi nitrasi.



II. H_2SO_4 mempunyai gaya tarik yang besar terhadap air dan membentuk senyawa-senyawa hidrat seperti $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

III. Dalam reaksi nitration, sifat H_2SO_4 ini mencegah HNO_3 membentuk ion hidrogen (H^+) dan ion nitrat (NO_3^-) dan hanya membentuk ion nitronium (NO_2^+).

(Fessenden, 1997)

4. Natrium Hidroksida

a. Sifat fisis :

Rumus Kimia	: NaOH
Berat molekul (g/mol)	: 39,997
Bentuk	: cair
Titik didih 1 atm, °C	: 1388
Titik leleh, °C	: 318
Densitas (20°C), g/ml	: 2,13
Panas <i>latent</i> pencampuran, kJ/mol	: 167,4
Energi bebas pembentukan, kJ/mol	: -397,5

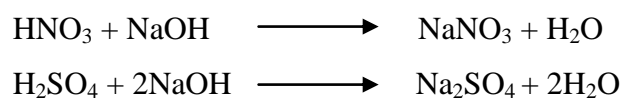
(Kirk - Othmer, 1996)

Panas pembentukan (H_f), kJ/kmol	: -102
Panas pelarutan, kkal/gmol	: -10,2
Kelarutan (dalam 100 bagian)	
- air dingin 0°C	: 71
- air panas 100°C	: 163,2

b. Sifat Kimia

Dalam proses ini NaOH sebagai penetral asam campuran.

Reaksi:



(Fessenden, 1997)

B. Produk

1. Nitrobenzen

a. Sifat fisis :

Rumus Kimia	: $C_6H_5NO_2$
Berat molekul (kg/kmol)	: 123,111
Bentuk	: cair
Densitas ($15^\circ C / 4^\circ C$ water) , g/ml	: 1,205
Viskositas ($25^\circ C$), mPa.s(=cp)	: 1,863
Panas pembentukan (H_f), kkal/mol	: 2,988
	(Dean, 1999)
Titik didih 1 atm, $^\circ C$: 210,9
Titik leleh, $^\circ C$: 5,8
Panas spesifik ($30^\circ C$), J/g	: 1,509
Panas laten penguapan, J/g	: 331
Panas laten penggabungan (H_{fus}), J/g	: 94,2
Indek bias	: 1,553
Tegangan Permukaan cairan, N/m ($20^\circ C$)	: 46,34
Konstanta dielektrik ($25^\circ C$)	: 34,82
Flash point (close cup), $^\circ C$: 88
Autoignition temperature, $^\circ C$: 482
Explosive limit ($93^\circ C$), % vol di udara	: 1,8
Vapor density (udara=1)	: 4,1
	(Kirk - Othmer, 1996)
Suhu kritis (T_c), C	: 439
Tekanan kritis (P_c), atm	: 34,5423
Volume kritis (V_c), m^3/mol	: 0,337
	(Coulson et al, 1983)
Panas pembakaran (H_c), kkal/mol	: 739
Panas penguapan ($210^\circ C$), kal/g	: 79,1
Panas pencampuran, kkal/mol	: 2,78

Kelarutan Nitrobenzen dalam air

Suhu, : 8,8 ; 14,7; 30,8

Persen Nitrobenzen : 0,19; 0,22; 0,27

Kelarutan air dalam nitrobenzen

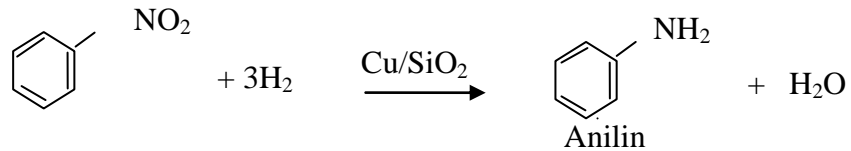
Suhu, °C : 8,8 ; 38,8 ; 58,8

Persen air : 0,174; 0,194; 0,4

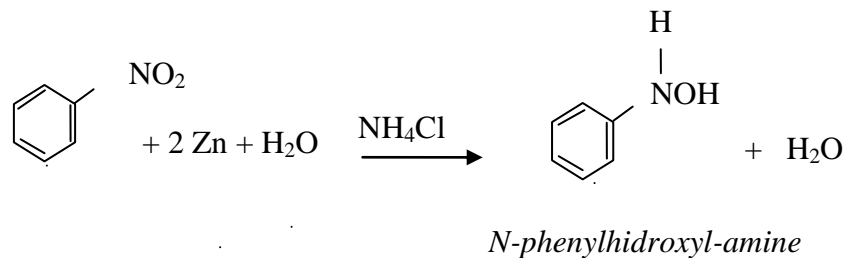
(Mc. Ketta et al., 1983)

b. Sifat kimia

I. Reduksi Nitrobenzen dengan pereduksi Cu dan SiO₂



II. Reduksi Nitrobenzen dengan Zn dan katalis NH₄Cl



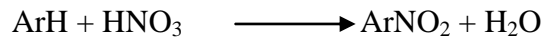
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Reaksi nitration adalah proses dimana terjadi reaksi kimia yang menjamin masuknya satu atau lebih gugus (-NO₂) ke dalam suatu molekul, dimana molekul reaktannya merupakan senyawa-senyawa organik. Reaksi nitration merupakan reaksi yang penting dalam industri kimia organik sintesis. Karena selain menghasilkan produk semacam pelarut, zat warna, zat yang mudah meledak, dan juga menghasilkan produk menengah yang berguna bagi penyediaan atau pembuatan senyawa lain seperti amin.

Reaksi nitration berlangsung dengan penggantian satu atau lebih gugus nitro (-NO₂) menjadi molekul yang reaktif. Gugus nitro akan menyerang karbon membentuk Nitroaromatik atau nitroparafin. Jika menyerang nitrogen membentuk Nitramin dan bila menyerang oksigen membentuk nitrat ester. Pada proses nitration

masuknya gugus (-NO₂) ke dalam senyawa dapat terjadi dengan menggantikan kedudukan beberapa atom atau gugus yang ada dalam senyawa. Umumnya nitration yang banyak dijumpai adalah nitration -NO₂ menggantikan atom H.

Reaksi nitration senyawa aromatik dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :



Nitrating agent merupakan elektrophilik reaktan, dimana reaksi akan terjadi pada atom karbon dari aromatik ring yang mempunyai densitas elektron terbesar. Gugus NO₂ yang masuk dapat membentuk posisi ortho, para, dan meta. Jumlah isomer pada produk tergantung pada *substituent* ini mempunyai efek yang sangat besar pada densitas elektron dalam rangkaian atom-atom C. Apabila *substituent* menyebabkan densitas elektron menjadi lebih besar pada ortho dan para. Sedangkan *substituent* lain yang menyebabkan densitas elektron lebih besar pada posisi meta dibanding posisi ortho dan para, maka *yield* produk nitration akan didominasi isomer meta.