

**PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN NITROBENZENA  
KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti  
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**OLEH :**

**ANDIKA ANUGRAH      03121003035  
GUNADI                      03121003075**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2016**

## LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR


PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN NITROBENZENA  
KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN

Nama/ NIM : 1. Andika Anugrah (03121003035)  
2. Gunadi (03121003075)

Telah Melaksanakan Sidang Sarjana  
Tanggal 18 Oktober 2016 di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Palembang, November 2016

Mengetahui,

  
Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya,



Dr. Ir. Hj. Susila Arita R., DEA  
NIP. 196010111985032002

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

Ir. Hj. Farida Ali, DEA  
NIP. 195511081984032001

## LEMBAR PERBAIKAN

Nama / Nim : 1. Andika Anugrah (03121003035)  
: 2. Gunadi (03121003075)

Judul Tugas Akhir :

**“PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN NITROBENZENA KAPASITAS  
75.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 Oktober 2016 oleh Dosen Penguji :

Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. : (.....)  
NIP. 197503261999032002

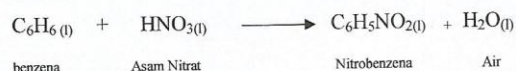
Selpiana, S.T., M.T. : (.....)  
NIP. 197809192003122001

Palembang, November 2016  
Mengetahui;  
Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,

Dr. Ir. Hj. Susila Arita R., DEA  
NIP. 196010111985032002

### ABSTRAK

Pabrik Nitrobenzena direncanakan berlokasi di daerah Karawang, Jawa Barat. Pabrik ini meliputi area seluas 5 (lima) Ha dengan kapasitas 75.000 ton per tahun. Proses pembuatan Nitrobenzena dilakukan dengan mereaksikan benzena dan asam nitrat yang berlangsung di Reaktor-01 (R-01) pada temperatur 100°C dan tekanan 4 atm dengan reaksi sebagai berikut :

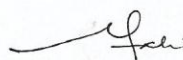


*Crude* nitrobenzena kemudian dilanjutkan dengan proses pemurnian berupa pemisahan dengan campuran asam, pencucian guna menghilangkan kandungan asam dan proses destilasi untuk memisahkan nitrobenzena dengan benzena. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 94 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan nitrobenzena ini dinyatakan layak didirikan, dengan rincian diantaranya:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| a. Hasil penjualan per tahun           | = US \$ 19,192,272.1530  |
| b. Biaya produksi per tahun            | = US \$ 121,980,696.2227 |
| c. Laba bersih per tahun               | = US \$ 18,015,264.3423  |
| d. <i>Pay Out time</i>                 | = 1,0462 tahun           |
| e. <i>Rate of return on investment</i> | = 85,6080 %              |
| f. <i>Discounted Cash Flow -ROR</i>    | = 88,27 %                |
| g. <i>Break Even Point</i>             | = 24,0916 %              |
| h. <i>Service Life</i>                 | = 11 tahun               |

Indralaya, November 2016

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Hj. Farida Ali, DEA  
NIP. 195511081984032001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. Hj. Susila Arita R, DEA  
NIP. 196010111985032002



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Nitrobenzena Kapasitas 75.000 Ton/Tahun”.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Ibu Dr. Ir. H. Susila Arita, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
2. Ibu Dr. Novia, ST. MT, selaku Wakil Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
3. Ibu Ir. Hj. Farida Ali, DEA selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua dan Keluarga.
5. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Teman seperjuangan yang terlibat dan turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Oktober 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>SKRIPSI</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>INTISARI</b> .....	xi
<b>BAB 1 PEMBAHASAN UMUM</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan.....	1
1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Nitrobenzena.....	3
1.4. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia .....	6
<b>BAB 2 PERENCANAAN PABRIK</b> .....	9
2.1. Alasan Pendirian Pabrik .....	9
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi.....	10
2.3. Pemilihan Proses .....	11
2.4. Pemilihan Bahan Baku .....	11
2.5. Uraian Proses .....	11
<b>BAB 3 LOKASI DAN LETAK PABRIK</b> .....	14
3.1. Lokasi Pabrik .....	14
3.2. Tata Letak Pabrik .....	16
3.3. Perincian Luas Area .....	17
<b>BAB 4 NERACA MASSA DAN NERACA PANAS</b> .....	19
4.1. Neraca Massa .....	19
4.2. Neraca Panas .....	24
<b>BAB 5 UTILITAS</b> .....	30
5.1. Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	30
5.2. Unit Pengolahan Air (Water Treatment Plant) .....	30
5.3. Unit Pengadaan <i>Refrigerant</i> .....	34

5.4. Unit Pengadaan Listrik .....	34
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	36
<b>BAB 6 SPESIFIKASI PERALATAN.....</b>	<b>39</b>
<b>BAB 7 ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>	<b>65</b>
7.1. Struktur Organisasi.....	65
7.2. Manajemen Perusahaan .....	65
7.3. Kepegawaian.....	66
7.4. Penentuan Jumlah Buruh .....	67
<b>BAB 8 ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>73</b>
8.1. Keuntungan (Profitabilitas) .....	73
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal.....	74
8.3. Laju Pengembalian Modal.....	78
8.4. Break Even Point (BEP).....	79
<b>BAB 9 KESIMPULAN .....</b>	<b>82</b>
<b>BAB 10 TUGAS KHUSUS.....</b>	<b>83</b>
10.1. Kolom Distilasi .....	83
10.2. Reaktor.....	118
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

**DAFTAR TABEL**

**Tabel 2.1.** Kebutuhan anilin

**Tabel 3.1.** Rincian area pabrik

**Tabel 7.1.** Pembagian jam kerja pekerja *shift*

**Tabel 7.2.** Perincian jumlah karyawan

**Tabel 8.1.** Angsuran pengembalian modal

**Tabel 8.2.** Kesimpulan analisa ekonomi

**Tabel 10.1.** Perbandingan kinerja *plate column* dan *packed column*

**Tabel 10.2.** Komposisi *feed* masuk pada *bubble point*

**Tabel 10.3.** Trial temperatur *dew point* pada *top*

**Tabel 10.4.** Trial temperatur *bubble point* pada *bottom*

**Tabel 10.5.** Ringkasan perhitungan kolom destilasi-01

**Tabel 10.6.** Kriteria penentuan jumlah pengaduk

**Tabel 10.7.** Ringkasan perhitungan reaktor-01



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1.** Peta Lokasi Pabrik
- Gambar 3.2.** Lokasi Pabrik
- Gambar 3.3.** Tata Letak Pabrik
- Gambar 3.4.** Tata letak peralatan
- Gambar 7.1.** Struktur organisasi perusahaan
- Gambar 8.1.** Grafik *break even point*
- Gambar 10.1.** Gambaran umum distilasi
- Gambar 10.2.** Kolom distilasi
- Gambar 10.3.** Bagian *bottom* kolom distilasi
- Gambar 10.4.** Bagian *top* kolom distilasi
- Gambar 10.5.** *Bubble cap trays*
- Gambar10.6.** *Valve tray*
- Gambar 10.7.** *Sieve tray*
- Gambar 10.8.** Aliran *liquid* dan *vapor*
- Gambar 10.9.** Aliran pada tiap *Plate*
- Gambar 10.10.** Kolom destilasi
- Gambar 10.11.** Bentuk-bentuk pengaduk
- Gambar 10.12.** Tipe-tipe pengaduk jenis *propeller*
- Gambar 10.13.** Tipe-tipe pengaduk jenis *turbine*
- Gambar 10.14.** Tipe-tipe pengaduk jenis *paddle*
- Gambar 10.15.** Reaktor CSTR
- Gambar 10.16.** Jaket pendingin pada reaktor CSTR

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Perhitungan Neraca Massa

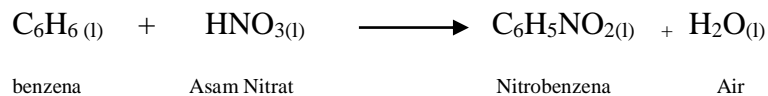
**Lampiran 2.** Perhitungan Neraca Panas

**Lampiran 3.** Perhitungan Spesifikasi Peralatan

**Lampiran 4.** Perhitungan Ekonomi

## INTISARI

Pabrik Nitrobenzena direncanakan berlokasi di daerah Karawang, Jawa Barat. Pabrik ini meliputi area seluas 5 (lima) Ha dengan kapasitas 75.000 ton per tahun. Proses pembuatan Nitrobenzena dilakukan dengan mereaksikan benzena dan asam nitrat yang berlangsung di Reaktor-01 (R-01) pada temperatur 100°C dan tekanan 4 atm dengan reaksi sebagai berikut :



*Crude* nitrobenzena kemudian dilanjutkan dengan proses pemurnian berupa pemisahan dengan campuran asam, pencucian guna menghilangkan kandungan asam dan proses destilasi untuk memisahkan nitrobenzena dengan benzena.

Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 94 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan nitrobenzena ini dinyatakan layak didirikan, dengan rincian diantaranya:

- a. Hasil penjualan per tahun = US \$ 19,192,272.1530
- b. Biaya produksi per tahun = US \$ 121,980,696.2227
- c. Laba bersih per tahun = US \$ 18,015,264.3423
- d. *Pay Out time* = 1,0462 tahun
- e. *Rate of return on investment* = 85,6080 %
- f. *Discounted Cash Flow –ROR* = 88,27 %
- g. *Break Even Point* = 24,0916 %
- h. *Service Life* = 11 tahun

# **BAB 1**

## **PEMBAHASAN UMUM**

### **1.1. Latar Belakang**

Harga minyak dunia terus jatuh dalam beberapa tahun terakhir. Kejatuhan harga minyak membuat pemerintah punya peluang besar untuk mendorong pertumbuhan sektor industri hilirisasi minyak, yakni petrokimia. Industri petrokimia dikenal merupakan salah satu sektor yang memiliki peran penting dalam mendukung kebutuhan industri lainnya, terutama industri manufaktur. Selain itu, industri petrokimia menjadi tolok ukur tingkat kemajuan suatu negara dan tulang punggung sebagian besar sektor industri di dunia (Izzarudin, 2016).

Dengan berkembangnya industri petrokimia, maka akan menambah diversifikasi dari produk petrokimia itu sendiri. Salah satu industri petrokimia yang bisa dipertimbangkan untuk didirikan di Indonesia adalah industri petrokimia aromatik, yaitu industri Nitrobenzen.

Kebutuhan nitrobenzen dalam negeri dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Terbukti menurut data dari *comtrade.un.org* kebutuhan Nitrobenzena di Indonesia pada tahun 2010 mencapai 30.000 ton sedangkan kebutuhan ini meningkat pada tahun 2014 yakni 70.000 ton. Sebagian besar kebutuhan akan nitrobenzen ini ditutupi dengan mengimpor dari negara lain seperti Cina maupun Polandia. Untuk mengurangi ketergantungan ekspor dari negara lain, sebaiknya dibangun pabrik nitrobenzen di Indonesia.

Hal lain yang bisa dijadikan pertimbangan dalam pendirian pabrik nitrobenzen ini adalah dilihat dari aspek ekonominya, dimana banyaknya kebutuhan industri terhadap nitrobenzen, seperti industri anilin, obat-obatan, pewarna, bahan celup, ataupun sebagai solvent, sehingga jika diproduksi dalam jumlah yang banyak akan mendapatkan keuntungan yang besar pula. Maka dari itu, di Indonesia memungkinkan untuk didirikan pabrik nitrobenzen.

### **1.2. Sejarah dan Perkembangan**

Senyawa nitro-aromatik paling awal didapatkan oleh Mitscherlich pada tahun 1834 dengan memperlakukan hidrokarbon yang berasal dari tar batubara dengan uap asam. Pada 1835 Laurent bekerja pada nitrasi naftalena, hidrokarbon aromatik murni yang tersedia pada waktu itu. Pada pertemuan tahunan di Inggris

tahun 1838, Dale mengatakan bahwa senyawa nitro campuran berasal dari *crude* benzena. Tidak sampai 1845, Hofmann dan Muspratt melaporkan kerja yang sistematis pada nitration benzena untuk menghasilkan mono dan dinitrobenzena dengan menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat. (Ullman, 2005)

Produksi nitrobenzena skala kecil pertama kali didestilasi secara hati-hati untuk memberikan cairan berwarna kuning dengan bau almond pahit untuk dijual ke produsen sabun dan parfum sebagai *essence*. Jumlah senyawa alami nitro-aromatik sangat kecil; pertama kali yang diakui adalah kloramfenikol, senyawa yang diekstrak dari jamur tanah *Streptomyces venezuelas* dan diidentifikasi pada tahun 1949. Penemuan ini mendorong penyelidikan peran kelompok nitro di aktivitas farmakologi, setelah sebelumnya (1943) penemuan dari aktivitas antibakteri turunan nitrofuran. Banyak obat-obatan sintesis dan agrokimia mengandung gugus aromatik nitro, meskipun fungsi kelompok nitro tidak jelas. Sebagian besar senyawa nitro, atau turunannya, adalah zat perantara untuk pewarna, bahan kimia pertanian, farmasi, atau bahan kimia lainnya untuk bahan sintesis dan bahan peledak. (Ullmann, 2005)

Nitrobenzena,  $C_6H_5NO_2$ , merupakan cairan berwarna kuning pucat yang memiliki bau menyerupai almond. Tergantung pada kemurniannya, warnanya bervariasi dari kuning pucat sampai coklat kekuningan. Nitrobenzena pertama kali disintesis tahun 1834 dengan memperlakukan benzena dengan uap asam nitrat, dan pertama kali diproduksi secara komersial di Inggris tahun 1856. Sebagian besar kegunaan nitrobenzena adalah sebagai bahan baku untuk produksi anilin, yang digunakan untuk pembuatan zat warna (pigment). (Othmer, 1991)

Nitrobenzena digunakan sebagai solvent dalam pengolahan minyak, sebagai solvent dalam pembuatan eter selulosa dan asetat selulosa (sekitar 1.5%), dalam reaksi Friedel-Crafts untuk mempertahankan katalis dalam larutan (melarutkan aluminium klorida anhidrat sebagai hasil pada pembentukan kompleks) dan dalam pembuatan dinitrobenzena dan dinitroanilin (sekitar 0.5%). Nitrobenzena juga digunakan untuk memproduksi berbagai produk lainnya, seperti *para*-aminofenol (PAP) dan bahan celup nigrosin. PAP terutama digunakan sebagai bahan pendukung untuk asetaminofen (parasetamol), sedangkan bahan celup nigrosin digunakan secara besar-besaran untuk pewarnaan hitam pada plastik, tinta, tekstil, dan semir sepatu. (Othmer, 1991)

Dunlap (1981) melaporkan bahwa sebagian besar produksi anilin dan substitusi nitrobenzena lainnya dari nitrobenzena masuk ke pembuatan berbagai plastik monomer dan polimer (50%) dan bahan kimia karet (27%), dengan proporsi yang lebih kecil ke dalam sintesis hydroquinon (5%), pewarna dan zat perantara (6%), obat-obatan (3%), pestisida dan barang-barang khusus lainnya (9%). Dulu penggunaan nitrobenzena sebagian kecil digunakan sebagai agen penyedap, sebagai pelarut dalam menandai tinta dan logam, mebel, lantai dan semir sepatu, sebagai parfum, termasuk dalam sabun wangi, sebagai pewarna perantara, sebagai deodoran dan desinfektan, untuk pemurnian minyak pelumas dan sebagai agen penyedap. Hal ini tidak diketahui apakah masih dapat digunakan di beberapa negara sebagai pelarut di beberapa produk konsumen (misalnya, semir sepatu). (Othmer, 1991)

### 1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Nitrobenzena

Nitrobenzena secara komersial dihasilkan dengan cara nitrasi langsung pada benzena menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat, biasanya disebut dengan asam campuran atau asam penitrasi, karena dua fase ini dibentuk dalam campuran reaksi, dan reaktan disalurkan antar zat tersebut, laju nitrasi dikendalikan oleh perpindahan massa antar fase tersebut seperti kinetika kimia. Nitrobenzena dapat diproduksi baik secara *batch* atau kontinyu. (Othmer, 1991)

Macam –macam proses pembuatan nitrobenzena, diantaranya:

#### 1.3.1. Proses Nitrasi Batch

Dengan proses batch, reaktor diisi dengan benzena, kemudian asam penitrasi (56-60 % massa  $H_2SO_4$ , 27-32% massa  $HNO_3$ , dan 8-17 % massa  $H_2O$ ) ditambahkan secara perlahan dibawah permukaan benzena. Temperatur campuran dipertahankan 50-55°C dengan mengatur laju feed asam campuran dan sejumlah pendingin. Temperatur dapat dinaikkan kira-kira 90°C hampir akhir reaksi untuk menaikkan penyelesaian reaksi. Campuran reaksi diumpankan ke dalam separator dimana *spent acid* mengendap di dasar dan dikeluarkan. (Othmer, 1991)

*Crude nitrobenzena* dikeluarkan dari bagian atas separator dan dicuci dengan beberapa langkah dengan mengencerkan bahan pencuci, seperti sodium karbonat, sodium hidroksida, magnesium hidroksida, dan lain-lain, kemudian air. Tergantung pada kemurnian nitrobenzena yang diinginkan, produk dapat di

destilasi. Biasanya *excess* benzena yang kecil digunakan untuk meyakinkan bahwa sedikit atau tidak asam nitrat yang menetap dalam *spent acid*. Waktu reaksi *batch* umumnya 2-4 jam, dan menghasilkan 95-98 % massa berdasarkan pada benzena yang diisi. (Othmer, 1991)

Pemisahan nitrobenzenae biasanya terjadi dalam dasar tangki timah berbentuk kerucut. Beban nitrator yang diizinkan untuk menetap di sini selama 4-12 jam, ketika *spent acid* diambil dari bagian bawah tangki timah dan dikirim ke tangki *spent acid* untuk pengendapan tambahan atau untuk perlakuan benzena yang selanjutnya untuk dinitrasi, dengan tujuan untuk mengekstrak sisa nitrobenzena. Nitrobenzena tersebut kemudian dikirim ke bagian penetralisir. Bak penetralisir dapat berupa bak timah berbentuk kerucut besarmengandung udara, yang digunakan untuk pengadukan nitrobenzenae selama proses pencucian dengan pengadukan *sleeve and propeller*. Vesel penetralisir dipersiapkan dengan air hangat, yang dikirimkan dari tong yang berdekatan, dan nitrobenzenae dimasukkan ke dalamnya. (Othmer, 1991)

Nitrobenzena ini diaduk sepenuhnya dan dihangatkan dengan uap baru selama 30 menit, atau sampai netral, kemudian dibiarkan mengendap dengan periode yang sama. Air asam kemudian mengalir melalui bagian outlet menuju ke labirin di mana hampir semua nitrobenzena akan mengendap. Temperatur yang diberikan pencucian netalisir adalah 40-50°C dengan larutan natrium karbonat hangat, sampai alkali menjadi fenolftalein. (Othmer, 1991).

### **1.3.2. Proses Reaktor Tubular**

Reaktor aliran fase gas yang paling homogen adalah tubular. Nitrator juga dapat didesain sebagai reaktor tubular, misalnya, *tube-and-shell heat exchanger* dengan pendinginan yang tepat, melibatkan aliran turbulen. Umumnya, dengan reaktor tubular, campuran reaksi dipompa melalui reaktor dalam putaran *recycle* dan bagian campuran ditarik dan dimasukkan ke separator. (Othmer, 1991)

Sedikit kelebihan benzena biasanya dimasukkan ke nitrator untuk memastikan bahwa asam nitrat dalam asam penitrasi dikonsumsi semaksimal mungkin dan untuk meminimalkan pembentukan dinitrobenzenae. Suhu nitrator dijaga pada 50-100°C dengan memvariasikan jumlah pendinginan. Campuran reaksi mengalir dari nitrator ke separator atau sentrifuge di mana campuran tersebut dipisahkan menjadi dua tahap. (Othmer, 1991)

Reaktor tubular (PFR) relatif mudah untuk mempertahankan (tidak ada bagian yang bergerak), dan biasanya menghasilkan konversi tertinggi per volume reaktor dari beberapa reaktor aliran. Kerugian dari reaktor adalah *hotspot* dapat terjadi ketika reaksi eksotermis. Reaktor tubular umum ditemukan dalam bentuk *satutube* panjang. (Othmer,1991)

### 1.3.3. Proses Nitration Kontinyu

Benzena dan asam penitration (56-65% massa  $H_2SO_4$ , 20-26 % massa  $HNO_3$ , dan 15-18% massa air) yang dimasukkan ke dalam nitrator, dapat dengan diaduk reaktor silinder dengan kumparan pendingin internal dan penukar panas eksternal.

Urutan dasar operasi untuk proses kontinyu adalah sama dengan proses batch; namun untuk tingkat produksi tertentu, ukuran nitrator jauh lebih kecil dalam proses kontinyu. Nitrator kontinyu berukuran 0,114- $m^3$  (30-gal) kira-kira memiliki kapasitas produksi yang sama seperti reaktor batch 5.68 $m^3$  (1500-gal). Nitration dalam proses kontinyu dapat berlangsung dengan penghilangan panas reaksi, seperti secara adiabatik, atau isothermal. (Othmer,1991)

#### 1.3.3.1. Proses Kontinyu Adiabatik

Sebuah proses nitration adiabatik dikembangkan untuk produksi nitrobenzena. Metode ini perlu untuk menghilangkan panas reaksi dengan melakukan pendinginan yang berlebihan. Kelebihan panas dapat digunakan dalam tahap *reconcentration* asam sulfat. Keuntungan tambahan dari metode ini adalah pengurangan waktu reaksi 0,5-7,5 menit. Tahap nitration dilakukan pada suhu lebih tinggi dari suhu biasanya, yaitu 120-160°C.

Ketika benzena yang digunakan terlalu banyak maka suhu akan lebih tinggi. Suhu yang lebih tinggi memungkinkan air yang akan dihilangkan sebagai azeotrop air-benzena. Air dipisahkan dan fase benzena, yang berisi sekitar 8% nitrobenzena, di-*recycle* kembali ke dalam reaktor. Asam sulfat kering kemudian digunakan kembali terus menerus. (Othmer,1991)

Proses adiabatik mengintegrasikan nitration dengan konsentrasi asam sulfat, sehingga menggunakan panas nitration untuk mengonsentrasikan kembali spent asam sulfat. Hal ini dicapai oleh sirkulasi volume besar asam sulfat melalui nitrator, menyerap panas dari nitration tanpa kenaikan suhu yang tidak semestinya. *Spent acid* kemudian terkonsentrasi di bawah vakum. Pada satu pengamatan bahwa aliran nitrobenzena dari separator digunakan untuk memanaskan umpan



benzena. Namun, perawatan harus dilakukan sehingga suhu tidak pernah melebihi 190°C, di mana reaksi sekunder bisa mengakibatkan ledakan. Salah satu tindakan pencegahan keselamatan adalah pemasangan katup pelepas yang akan pecah sebelum suhu mendekati 190°C, sehingga memungkinkan pendidihan pada air dan benzena, akan menurunkan suhu reaktor. (McKetta,1989)

### 1.3.3.2. Proses Kontinyu Isotermal

Proses isotermal berbeda dari proses adiabatik hanya di bagian nitrasi. Dalam proses isotermal, biasanya minimal 2 nitrator bersusun seri yang digunakan sampai dengan 4 nitrator di pabrik besar. *Spent acid* dan *crude* nitrobenzena biasanya dipisahkan melalui pengendap gravitasi, tetapi dalam beberapa desain pemisahan sentrifugal digunakan. *Spent acid* dilucuti bebas dari nitrobenzenadan asam nitrat terlarut baik oleh uap *stripping* atau melalui benzenaekstraksi-prenitrasi. Hal ini kemudian di-*reconcentrate* dan di-*recycle* atau dikeluarkan. Pelucutan *spent acid* kadang-kadang diabaikan dalam pabrik-pabrik kecil. (McKetta, 1989).

### 1.4. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia

Berikut adalah sifat fisika dan sifat kimia bahan baku dan produk untuk proses pembuatan nitrobenzena. Bahan baku dari pembuatan nitrobenzena terdiri dari benzena, asam sulfat, dan asam nitrat. Adapun sifat fisika dan kimia pada zat yang bahan untuk pencucian, yaitu sodium hidroksida.

#### Bahan baku :

##### a. Benzenaa

Rumus Molekul	: C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	(Pubchem,2016)
Berat Molekul	: 78,1147 g/mol	(Pubchem,2016)
Titik leleh(101.3 kPa)	: 5.530°C	(HSDB dalam Pubchem ,2016)
Titik didih (101.3 kPa)	: 80.094°C	(HSDB dalam Pubchem,2016)
Densitas pada30°C	: 867,9472 g/cm <sup>3</sup>	(Yaws,1999)
Densitas pada 50°C	: 847,6015 g/cm <sup>3</sup>	(Yaws,1999)
Viskositas pada 30°C	: 0,3364 cP	(Yaws,1999)
Viskositas pada 50°C	: 0,2494 cP	(Yaws,1999)
Kelarutan dalam air (50 °C)	: 2,25 g/L	(Coulson and Richardson's, 2005)

## b. Asam Nitrat

Rumus Molekul	: $\text{HNO}_3$	(Pubchem,2016)
Berat Molekul	: 63,0128 g/mol	(Pubchem,2016)
Titik leleh (101.3 kPa)	: $-41.6^\circ\text{C}$	(HSDB dalam Pubchem, 2016)
Titik didih (101.3 kPa)	: $83^\circ\text{C}$	(HSDB dalam Pubchem, 2016)
Densitas pada $30^\circ\text{C}$	: 1500,3544 g/cm <sup>3</sup>	(Yaws,1999)
Densitas pada $50^\circ\text{C}$	: 1466,5817 g/cm <sup>3</sup>	(Yaws,1999)
Viskositas pada $30^\circ\text{C}$	: 0,7588 cP	(Yaws,1999)
Viskositas pada $50^\circ\text{C}$	: 0,6060 cP	(Yaws,1999)
Kelarutan dalam air	: Larut dalam air dalam semua perbandingan	(Perry, 2008)

## c. Asam Sulfat

Rumus Molekul	: $\text{H}_2\text{SO}_4$	(Pubchem,2016)
Berat Molekul	: 98.0784 g/mol	(Pubchem,2016)
Titik leleh (101.3 kPa)	: $10,31^\circ\text{C}$	(HSDB dalam Pubchem, 2016)
Titik didih (101.3 kPa)	: $337^\circ\text{C}$	(HSDB dalam Pubchem, 2016)
Densitas pada $30^\circ\text{C}$	: 1300,9193 g/cm <sup>3</sup>	(Yaws,1999)
Densitas pada $50^\circ\text{C}$	: 1466,5817 g/cm <sup>3</sup>	(Yaws,1999)
Viskositas pada $30^\circ\text{C}$	: 0,7588 cP	(Yaws,1999)
Viskositas pada $50^\circ\text{C}$	: 0,6060 cP	(Yaws,1999)
Kelarutan dalam air	: Larut dalam air dalam semua perbandingan	(Perry, 2008)

**Bahan pencucian :**

## d. Sodium hidroksida

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 39.9971 g/mol
Titik didih (101.3 kPa)	: $1388^\circ\text{C}$ (HSDB dalam Pubchem, 2016)
Densitas pada $30^\circ\text{C}$	: 1909,2314 g/cm <sup>3</sup> (Yaws,1999)
Densitas pada $50^\circ\text{C}$	: 1900,5325 g/cm <sup>3</sup> (Yaws,1999)
Viskositas pada $30^\circ\text{C}$	: 2170,7979 cP (Yaws,1999)
Viskositas pada $50^\circ\text{C}$	: 920,8594 cP (Yaws,1999)
Kelarutan	: Larut dalam air dalam semua perbandingan (Perry,2008)

**Produk :**

e. Nitrobenzena		(Othmer, 1991)
Rumus Molekul	: $C_6H_5NO_2$	
Berat Molekul	: 123.1094 g/mol	
Titik leleh (101.3 kPa)	: 5.7°C	(HSDB dalam Pubchem, 2016)
Titik didih (101.3 kPa)	: 210.8°C	(HSDB dalam Pubchem, 2016)
Densitas pada 30°C	: 1193,6637 g/cm <sup>3</sup>	(Yaws,1999)
Densitas pada 50°C	: 1173,8866 g/cm <sup>3</sup>	(Yaws,1999)
Viskositas pada 30°C	: 1,7280 cP	(Yaws,1999)
Viskositas pada 50°C	: 1,2595 cP	(Yaws,1999)
Kelarutan	: Tidak larut dalam air	(MSDS)

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexanderson, V. 1978. US Paten No 4,091,042
- Alibaba. 2016. *Data Harga Bahan*. Diakses pada September 2016, dari alibaba.com
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-6197-2000*. Dipetik September 2016, dari SNI 03-6197-2000: <http://sisni.bsn.go.id>
- Comtrade. 2016. *Export-Import Anilin*. Diakses pada Maret 2016, dari comtrade.org
- Coulson, & Richardson's., 2003. *Chemical Engineering, 3th edition, volume 6*. Butterworth-Heinemann: New York.
- Ditjen Cipta Karya Dinas PU. 1996. *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU*.
- Ismail, Syarifuddin., 1996. *Alat Industri Kimia*. UNSRI: Palembang.
- Izzudin. 2016. *Harga Minyak Dunia Kembali Jatuh*. Diakses pada Agustus 2016, dari ekbis.sindonews.com
- Kern, D.Q., 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: Tokyo.
- Knauf, T. 2015. US Paten No 9,012,700 B2
- Komariah.L.N,dkk.2009. *Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi Untuk Pra-Rencana Pabrik Skala Industri*.UNSRI: Palembang.
- Levenspiel, Octave., 1999. *Chemical Reaction Engineering, 3<sup>rd</sup> edition*. Oregon State University: New York.
- LP International Industries. (2016). *LED/Fluorescent/Incandescent Efficacy Table*. Dipetik September 2016, dari LP International Industries: [www.Designingwithleds.com](http://www.Designingwithleds.com)
- Ludwig, Ernest., 1997. *Applied Process Design, 3<sup>rd</sup> edition*. Gulf Profesional Publishing: Heinemann
- Matche., 2016. *Data Harga Peralatan*. Diakses pada September 2016, dari <http://www.Matche.com>
- Mc. Ketta, John.1989. *Encyclopedia Of Chemical Processing and Design*. CRC: New York.
- Othmer, & Kirk. 1991. *Encyclopedia Of Chemical Technology*. Wiley : New York
- Pennemann, B. 2015. US Paten No 9,139,508 B2

- Perry, R., & Green, D., 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th Edition. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Petters, M., & Timmerhaus, K., 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineer*, 4th Edition. New York: Mc Graw - Hill Book Co.
- Pubchem. 2016. *Chemical Properties*. Diakses pada Agustus 2016, dari pubchem.net
- Smith, J.M. and Ness H.C., 2001. *Chemical Engineering Thermodynamics*. Mc Graw-Hill: New York.
- Towler, G. and Sinnott, R., 2008. *Chemical Engineering Design*. Elsevier: Amsterdam.
- Treyball, R.E., 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Kogakusha: Tokyo
- Walas, Stanley., 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth Heinemann: New York.
- Yaws, C.L., 1996. *Handbook Of Thermodynamic Diagrams, Volume 4*. Gulf Publishing Company: Texas.