

**SKRIPSI**  
**PRA RENCANA**  
**PABRIK PEMBUATAN NITROBENZENA**  
**KAPASITAS 93.000 TON/TAHUN**



**Janu Hadi**  
NIM. 03031181419058

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2018**

# **SKRIPSI**

## **PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN NITROBENZENA KAPASITAS 93.000 TON/TAHUN**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia pada Universitas Sriwijaya



Janu Hadi

NIM. 03031181419058

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

# HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA

PABRIK PEMBUATAN NITROBENZENA KAPASITAS 93.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Janu Hadi

03031181419058

Indralaya, Juli 2018


Pembimbing



Ir. Hj. Farida Ali, DEA  
NIP. 195511081984032001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003

## HALAMAN PERSETUJUAN

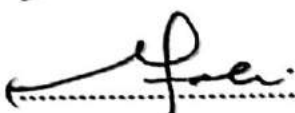
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Nitrobenzena Kapasitas 93.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Janu Hadi di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Juli 2018.

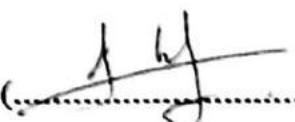
Palembang, Juli 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Ir. Hj. Rosdiana Mocksin, M.T.  
NIP. 195608311984032002
2. Ir. Hj. Farida Ali, DEA.  
NIP. 195511081984032001
3. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197505112000122001
4. Dr. Fitri Hadiah, ST. MT  
NIP. 197808222002122001


()

()

()

()

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Janu Hadi  
NIM : 03031181419058  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Nitrobenzena Kapasitas  
93.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2018



**Janu Hadi**

NIM. 03031181419058

## **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 93.000 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. Bapak Dr.Ir.H. Syaiful, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
2. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris 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.

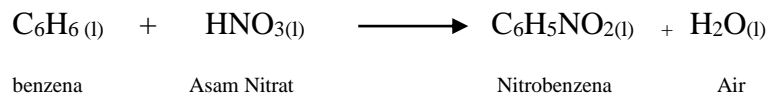
Akhirnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Juli 2018

Penulis

## RINGKASAN

Pabrik Nitrobenzena direncanakan berlokasi di daerah Karawang, Jawa Barat. Pabrik ini meliputi area seluas 7 (tujuh) Ha dengan kapasitas 93.000 ton per tahun. Proses pembuatan Nitrobenzena dilakukan dengan mereaksikan benzena dan asam nitrat yang berlangsung di Reaktor-01 (R-01) pada temperatur 130°C dan tekanan 16,8 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 128 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan nitrobenzena ini dinyatakan layak didirikan, dengan rincian diantaranya:

- a. Hasil penjualan per tahun = US \$ 418.500.000,0000
- b. Biaya produksi per tahun = US \$ 383.527.026,1822
- c. Laba bersih per tahun = US\$ 24.481.081,6724
- d. *Pay Out time* = 1,5 tahun
- e. *Rate of return on investment* = 77,3681 %
- f. *Discounted Cash Flow –ROR* = 85,52 %
- g. *Break Even Point* = 35,9210 %
- h. *Service Life* = 11 tahun

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan, serta dorongan dari berbagai pihak yang bersifat moral maupun material. Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala kekuatan yang telah diberikan untuk hamba-Nya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa yang tak henti-hentinya demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA. Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Ir. Hj. Farida Ali, DEA. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh dosen dan staff akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Serta pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini turut memberi kontribusi yang bermanfaat bagi semua pihak.

Indralaya, 1 Agustus 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>RINGKASAN</b> .....	iii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PEMBAHASAN UMUM</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan .....	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Nitrobenzena .....	3
1.3.1. Proses Reaktor Tubular .....	3
1.3.2. Proses Nitrasasi Batch .....	4
1.3.3. Proses Nitrasasi Kontinyu .....	5
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia .....	6
1.4.1. Sifat Fisika .....	7
1.4.2. Sifat Kimia .....	9
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK</b>	
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	14
2.2. Pemilihan Bahan Baku.....	15
2.3. Pemilihan Kapasitas Produksi.....	15
2.4. Pemilihan Proses .....	16
2.5. Uraian Proses .....	17
<b>BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK</b>	
3.1 Lokasi Pabrik .....	21
3.1.1. Faktor Utama .....	21
3.1.2. Faktor Pendukung .....	22

3.2. Tata Letak Pabrik .....	23
3.3. Luas Area .....	25
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS</b>	
4.1. Neraca Massa.....	27
4.2. Neraca Panas .....	33
<b>BAB V UTILITAS</b>	
5.1. Unit Pengadaan Steam .....	40
5.2. Unit Pengolahan Air.....	40
5.2.1. Air Proses.....	40
5.2.2. Air Pendingin.....	41
5.2.3. Air Umpan Boiler .....	42
5.2.4. Air Domestik .....	43
5.2.5. Total Suplai Air .....	44
5.3. Unit Pengadaan Refrigerant .....	44
5.3.1. Peralatan .....	44
5.4. Unit Pengadaan Listrik.....	44
5.4.1. Peralatan .....	44
5.4.2. Penerangan.....	45
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	47
5.5.1. Bahan Bakar Boiler.....	47
5.5.2. Bahan Bakar Keperluan Generator .....	48
5.5.3. Total Kebutuhan Bahan Bakar.....	48
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>49</b>
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN</b>	
7.1. Struktur Organisasi .....	77
7.2. Manajemen Perusahaan .....	77
7.3. Kepegawaian.....	78
7.3.1. Peraturan Pekerjaan .....	78
7.3.2. Waktu Kerja.....	78

7.4. Penentuan Jumlah Buruh .....	79
7.4.1. Pengelompokkan Buruh Pabrik .....	79
7.4.2. Metode Penentuan Jumlah Buruh .....	80

## **BAB VIII ANALISA EKONOMI**

8.1. Keuntungan (Profitability) .....	85
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal .....	86
8.2.1. Lama Pengangsuran Modal TCI .....	86
8.2.2. Pay Out Time .....	87
8.3. Total Modal Akhir .....	88
8.3.1. NPOTLP .....	88
8.3.2. Total Capital Sink .....	89
8.4. Laju Pengembalian Modal .....	90
8.4.1. ROR .....	90
8.4.2. DCF-ROR .....	90
8.5. Break Even Point .....	91
8.5.1. Menggunakan Grafik .....	91
8.5.2. Menggunakan Rumus .....	92

<b>BAB IX KESIMPULAN</b> .....	94
--------------------------------	----

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	158
-----------------------------	-----

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b>	Data Kebutuhan Nitrobenzena di Indonesia .....	16
<b>Tabel 7.1.</b>	Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift.....	79
<b>Tabel 7.2.</b>	Perincian Jumlah Karyawan.....	81
<b>Tabel 8.1.</b>	Lama Pengangsuran Modal TCI .....	87
<b>Tabel 10.1.</b>	Perbandingan Kinerja Plate dan Packed Column.....	97
<b>Tabel 10.2.</b>	Kriteria Penentuan Jumlah Pengaduk .....	141

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Flowsheet Nitrobenzena.....	20
<b>Gambar 3.1.</b> Peta Lokasi Pabrik.....	24
<b>Gambar 3.2.</b> Peta Rencana Tata Ruang Kabupaten Karawang.....	24
<b>Gambar 3.3.</b> Tata Letak Peralatan.....	25
<b>Gambar 3.4.</b> Tata Letak Pabrik .....	26
<b>Gambar 7.1.</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	84
<b>Gambar 8.1.</b> Grafik Break Event Point.....	92
<b>Gambar 10.1.</b> Gambaran Umum Destilasi.....	95
<b>Gambar 10.2.</b> Neraca Bahan Plate n.....	98
<b>Gambar 10.3.</b> Diagram Titik Didih.....	99
<b>Gambar 10.4.</b> Skema Aliran Uap Dan Liquid Dalam Bubble-Cap.....	100
<b>Gambar 10.5.</b> Skema Kondisi Pada <i>Sieve Tray</i> .....	103
<b>Gambar 10.6.</b> Karakteristik Rancang dan Operasi Kolom.....	107
<b>Gambar 10.7.</b> Kolom Destilasi - 01 (KD-01).....	108
<b>Gambar 10.8.</b> Bentuk-bentuk pengaduk .....	138
<b>Gambar 10.9.</b> Tipe – tipe pengaduk jenis <i>propeller</i> .....	139
<b>Gambar 10.10.</b> Tipe – tipe pengaduk jenis <i>turbine</i> .....	140
<b>Gambar 10.11.</b> Tipe – tipe pengaduk jenis <i>paddle</i> .....	141

## DAFTAR NOTASI

### ACCUMULATOR

C	=	Allowable corrosion, m
E	=	Efisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	=	Diameter dalam, Diameter luar, m
L	=	Panjang accumulator, m
P	=	Tekanan operasi, atm
S	=	Working stress yang diizinkan, atm
T	=	Temperatur operasi, K
t	=	Tebal dinding accumulator, m
V	=	Volume total, m <sup>3</sup>
V <sub>s</sub>	=	Volume silinder, m <sup>3</sup>
ρ	=	Densitas, kg/m <sup>3</sup>

### COOLER / EVAPORATOR / CONDENSER / REBOILER / HEATER

A	=	Area perpindahan panas, ft <sup>2</sup>
a <sub>a</sub> , a <sub>p</sub>	=	Area pada annulus, inner pipe, ft <sup>2</sup>
a <sub>s</sub> , a <sub>t</sub>	=	Area pada shell, tube, ft <sup>2</sup>
a''	=	external surface per 1 in, ft <sup>2</sup> /in ft
B	=	Baffle spacing, in
C	=	Clearance antar tube, in
D	=	Diameter dalam tube, in
D <sub>e</sub>	=	Diameter ekivalen, in
f	=	faktor friksi, ft <sup>2</sup> /in <sup>2</sup>
G <sub>a</sub>	=	Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam. Ft <sup>2</sup>
G <sub>p</sub>	=	Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam. Ft <sup>2</sup>
G <sub>s</sub>	=	Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam. Ft <sup>2</sup>
G <sub>t</sub>	=	Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam. Ft <sup>2</sup>
g	=	percepatan gravitasi
h	=	Koefisien perpindahan panas, Btu/jam ft <sup>2</sup> F

$h_i h_o$	=	Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube,
$j_h$	=	Faktor perpindahan panas
$k$	=	Konduktivitas termal, Btu/jam ft <sup>2</sup> F
$L$	=	Panjang tube, pipa, ft
LMTD	=	Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
$N$	=	jumlah Baffle
$N_t$	=	Jumlah tube
$P_T$	=	Tube pitch, in
$\Delta P_t$	=	Penurunan tekanan pada tube, Psi
$\Delta P_s$	=	Penurunan tekanan pada shell, Psi
ID	=	Inside Diameter, ft
OD	=	Outside Diameter, ft
$\Delta P_T$	=	Penurunan tekanan total pada tube, Psi
$Q$	=	Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
$R_d$	=	Dirt factor, Btu/jam ft <sup>2</sup> F
$R_e$	=	Bilangan Reynold
$s$	=	Spesific gravity
$T_1 T_2$	=	Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
$t_1 t_2$	=	Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
$T_c$	=	Temperatur rata-rata fluida panas, °F
$t_c$	=	Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
$U_c, U_d$	=	Clean overall coefisient, design overall coefisient, Btu/jam ft <sup>2</sup> F
$W$	=	Laju alir massa fluida panas, lb/jam
$w$	=	Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
$\mu$	=	viskositas, cp

### **DEKANTER**

$D$	=	Diameter dekanter, m
$L$	=	Panjang dekanter, m
$t$	=	Waktu pemisahan, detik
$Q_a, Q_b$	=	Volumetric flowrate lapisan bawah, lapisan atas, m <sup>3</sup> /jam

$V_t$	=	Volume total dekanter, $m^3$
$V_e$	=	Volume ellipsoidal, $m^3$
$W_a, W_b$	=	Laju alir massa lapisan bawah, lapisan atas, kg/jam
$Z_T$	=	Tinggi zat cair, m
$Z_{A1}$	=	Tinggi zat cair <i>light phase</i> , m
$Z_{A2}$	=	Tinggi zat cair <i>heavy phase</i> , m
$\rho_a, \rho_b$	=	Densitas lapisan bawah, lapisan atas, $kg/m^3$
$\mu_a, \mu_b$	=	Viskositas lapisan bawah, lapisan atas, cP

### **KOLOM DESTILASI**

$A$	=	Vessel area, $m^2$
$A_a$	=	Active area, $m^2$
$A_d$	=	Area downcomer, $m^2$
$A_h$	=	Area, hole, $m^2$
$A_n$	=	Area tower, $m^2$
$C$	=	Faktor korosi yang diizinkan, m
$C_{VO}$	=	Dry orifice coefficient, dimensionless
$C_{sb}$	=	Kapasitas uap, m/det
$D$	=	Diameter tower, m
$D_s$	=	Designment space, m
$E$	=	Joint efisiensi, dimensionless
$E_o$	=	Overall tray pengelasan, dimensionless
$e$	=	Total entrainment, kg/det
$F$	=	Faktor flooding, dimensionless
$F_{LV}$	=	Parameter aliran, dimensionless
$f$	=	Faktor friksi
$H$	=	Tinggi tower, m
<b>HK</b>	=	Heavy Component
$h_a$	=	Areated liquid drop, cm
$h_f$	=	Height of froth, cm
$h_{ow}$	=	Height liquid crast over weir, cm



$h_w$	=	Tinggi weir, cm
$L$	=	Tinggi liquid, m
$LK$	=	Light component
$P$	=	Tekanan desain, atm
$Q$	=	Liquid bolumeterik flowrate, m/det
$Q_v$	=	Vapor bolumeterik flowrate, m/det
$R$	=	Rasio refluks, dimensionless
$R_m$	=	Rasio refluks minimum
$S$	=	Working stress, atm
$S$	=	Plate teoritis pada aktual refluks
$S_m$	=	Stage teoritis termasuk reboiler
$U_v$	=	Vapour velocity, m/det
$\rho_g$	=	Densitas gas, kg/m <sup>3</sup>
$\rho_l$	=	Densitas liquid, kg/m <sup>3</sup>

### **MIXING TANK**

$C$	=	<i>Clearance</i> (gap antara baffle dengan dinding),m
$D$	=	Diameter,in
$D_d$	=	Diameter batang penyangga impeller, m
$D_t$	=	Diameter tangki, m
$D_I$	=	Diameter pengaduk, m
$F_v$	=	Laju alir volumetrik, m <sup>3</sup> /jam
$h_D$	=	Tinggi dish, in
$h_L$	=	Tinggi liquid, ft
$J$	=	Lebar baffle,m
$N_{Re}$	=	Bilangan Reynold
$t_b$	=	Tebal baffle,m
$t_I$	=	Tebal impeller, m
$W$	=	Lebar impeller, m
$Z_I$	=	Tinggi impeller dari dasar tangki, m

$\tau$	=	Waktu tinggal, detik
$\mu_L$	=	Viskositas campuran, cP
$Z_1$	=	Tinggi impeller dari dasar tangki, m

### **POMPA**

$A$	=	Area alir pipa, in <sup>2</sup>
$ID$	=	Diameter optimum dalam pipa baja, in
$D_{i \text{ opt}}$	=	Diameter optimum pipa, in
$G_c$	=	Percepatan gravitasi, ft/
$H_{f \text{ suc}}$	=	Total friksi pada suction, ft
$H_{f \text{ dis}}$	=	Total friksi pada Discharge, ft
$H_d$	=	Discharge head, ft
$H_s$	=	Suction head, ft
$H_{fs}$	=	Friksi pada permukaan pipa, ft
$H_{fc}$	=	Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
$K_c$	=	Contraction loss, ft
$K_e$	=	Expansion loss, ft
$L$	=	Panjang pipa, m
$L_e$	=	Panjang ekivalen pipa, m
$\Delta P$	=	Total static head, ft
$V_L$	=	Volume fluida, lb/jam
$V$	=	Kecepatan alir, ft/det
$W_s$	=	Work shaft, ft lbf/lbm
$f$	=	Faktor friksi
$\rho$	=	Densitas, lb/ft <sup>3</sup>
$\mu$	=	Viskositas, cp
$\varepsilon$	=	Ekivalen roughness, dimensionless
$\eta$	=	Efisiensi, dimensionless

## REAKTOR

$C_{A0}$	=	Konsentrasi awal umpan A masuk, kmol/m <sup>3</sup>
$C_{B0}$	=	Konsentrasi awal umpan B masuk, kmol/m <sup>3</sup>
$C_p$	=	<i>Specific heat capacity</i> , kJ/kg K
$D_d$	=	Diameter batang penyangga impeller, m
$D_I$	=	Diameter pengaduk, m
$D_T$	=	Diameter total reaktor, m
$d_o$	=	Diameter pipa coil, m
$d_i$	=	Inside diameter, m
$E$	=	Energi aktivasi
$F_{A0}$	=	Laju alir umpan, kmol/jam
$g$	=	Gravitasi, m/s <sup>2</sup>
$H_D$	=	Tinggi tutup (dish), m
$H_s$	=	Tinggi shell, ft
$H_B$	=	Panjang baffle, m
$H_L$	=	Tinggi Liquid, m
$h_I$	=	<i>Tube side coefficient</i> , W/m <sup>2</sup> °C
$h_v$	=	Koefisien perpindahan panas untuk dinding tangki/coil, W/m <sup>2</sup> °C
$J$	=	Lebar baffle, m
$k$	=	Konstanta kecepatan reaksi
$K_f$	=	Konduktivitas termal, W/m K
$M_A$	=	Berat molekul A, kg/kmol
$M_B$	=	Berat molekul B, kg/kmol
$\dot{m}$	=	Laju alir massa air dalam coil, Kg/s
$N$	=	Kecepatan putaran pengaduk, rps
$N_{Re}$	=	Reynold number
$N_t$	=	Jumlah pengaduk
<i>Offset 1</i>	=	Jarak baffle dari dasar tangki, m
<i>Offset 2</i>	=	Jarak baffle dari permukaan cairan, m
$P$	=	Tenaga Pengaduk, hp
$Q$	=	Debit aliran masuk reaktor, m <sup>3</sup> /jam

$R_g$	=	Konstanta gas, KJ/kmol.K
$-r_a$	=	kecepatan reaksi, kmol/m <sup>3</sup> jam
sf	=	Straight flange, in
t	=	Tebal dinding reaktor, m
$t_b$	=	Tebal baffle, m
$t_i$	=	Tebal impeller, m
$U_o$	=	<i>Overall heat transfer coefficient</i> , W/m <sup>2</sup> °C
$u_t$	=	<i>Tube velocity</i> , m/s
V	=	Volume reaktor, m <sup>3</sup>
W	=	Lebar impeller, m
WELH	=	<i>Water Equivalent Liquid Height</i> , ft
$Z_i$	=	Tinggi impeller dari dasar tangki, m
$\rho_L$	=	Densitas campuran, kg/m <sup>3</sup>
$\tau$	=	Waktu tinggal, detik
$\mu_L$	=	Viskositas campuran, cP
$\sigma_{AB}$	=	Diameter molekul rata-rata reaktan, Å

## TANGKI

C	=	Tebal korosi yang diizinkan, m
$D_T$	=	Diameter tanki, m
E	=	Efisiensi penyambungan, dimensionless
$H_s$	=	Tinggi silinder, m
$H_T$	=	Tinggi tanki, m
h	=	Tinggi head, m
P	=	Tekanan operasi, atm
S	=	Working stress yang diizinkan, atm
t	=	Tebal dinding tanki, m
$V_s$	=	Volume silinder, m <sup>3</sup>
$V_e$	=	Volume elipsoidal, m <sup>3</sup>
$V_t$	=	Volume tanki, m <sup>3</sup>

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN 1. LAMPIRAN NERACA MASSA.....</b>	<b>160</b>
<b>LAMPIRAN 2. LAMPIRAN NERACA PANAS.....</b>	<b>193</b>
<b>LAMPIRAN 3. LAMPIRAN SPESIFIKASI PERALATAN.....</b>	<b>217</b>
<b>LAMPIRAN 4. LAMPIRAN ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>489</b>

# BAB I

## PEMBAHASAN UMUM

### 1.1. Latar Belakang

Di era modern ini, Indonesia sedang mengalami perkembangan, baik dalam bidang ekonomi pembangunan maupun di berbagai aspek. Semakin berkembangnya suatu negara maka akan semakin banyak pula populasi penduduknya. Perkembangan suatu negara bertujuan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakatnya. Salah satu wujud perkembangan di Indonesia yaitu berkembangnya industri kimia. Dengan berkembangnya industri kimia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari luar negeri. Sasaran lain yang ingin dicapai adalah memperluas kesempatan kerja, meningkatkan produksi dalam negeri, memanfaatkan limbah menjadi produk yang bernilai ekonomis dan menyeimbangkan struktur ekonomi di Indonesia. Salah satu industri yang mempunyai kegunaan penting dan memiliki prospek yang cerah adalah senyawa aromatik seperti nitrobenzena.

Kebutuhan nitrobenzena dalam negeri menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) dari tahun ke tahun semakin meningkat, seiring meningkatnya laju pertumbuhan industri di Indonesia. Hal inilah yang menjadi acuan utama dalam pendirian pabrik nitrobenzena ini. Dengan adanya pabrik nitrobenzena, tidak hanya kebutuhan masyarakat yang terpenuhi, tetapi kebutuhan industri tertentu juga akan terpenuhi, sehingga bisa mengikuti daya saing agar perkembangan semakin maju.

Hal lain yang bisa dijadikan pertimbangan dalam pendirian pabrik nitrobenzena ini adalah dilihat dari aspek ekonominya, dimana banyaknya kebutuhan industri terhadap nitrobenzena, seperti sebagian besar nitrobenzena merupakan bahan baku dalam pembuatan anilin dan dapat digunakan dalam industri obat-obatan dan industri farmasi, sebagai *solvent*, bahan celup, ataupun pewarna, sehingga jika diproduksi dalam jumlah yang banyak akan mendapatkan keuntungan yang besar pula. Maka dari itu, Dengan mempertimbangkan kegunaan dan kebutuhan nitrobenzena dalam negeri tersebut, maka pendirian pabrik pembuatan nitrobenzena sangat potensial untuk didirikan di Indonesia.

## 1.2. Sejarah dan Perkembangan

Pertama kali dibuatnya senyawa aromatik nitro dilakukan oleh Mitscherlich pada tahun 1834 dengan memberikan perlakuan terhadap tar batubara yang diuapkan dengan asam. Pada tahun 1835, Laurent melakukan nitrasi pada naftalena, pada waktu itu hidrokarbon aromatik murni tersedia. Pada pertemuan tahunan di Inggris tahun 1838, Dale mengatakan bahwa senyawa nitro terdapat dalam campuran *crude benzene*. Hingga sampai tahun 1845, Hofmann dan Muspratt melaporkan sebuah sistem kerja yang sistematis pada nitrasi benzena untuk menghasilkan mono dan dinitrobenzena dengan menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat. (Ullman, 2015)

Nitrobenzena skala kecil diproduksi pertama kali dengan didestilasi untuk menghasilkan cairan berwarna kuning dengan bau almond pahit untuk dijual ke produsen sabun dan parfum sebagai pewangi. Jumlah senyawa alami nitro-aromatik sangat kecil; yang diakui pertama kali adalah kloramfenikol sebuah senyawa yang diambil dari jamur *Streptomyces venezuelae* yang diidentifikasi pada tahun 1949. Penemuan ini mendorong penyelidikan terhadap peran senyawa kelompok—nitro dalam ilmu farmasi, setelah sebelumnya (1943) ditemukan aktivitas antibakteri turunan nitrofurantoin. Banyak obat-obatan sintesis dan agrokimia mengandung gugus aromatik nitro meskipun kegunaannya tidak jelas, sebagian besar senyawa nitro, atau turunannya adalah zat perantara pewarna, bahan kimia pertanian, farmasi, atau bahan kimia lain untuk bahan sintesis dan bahan peledak. (Ullman, 2005)

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 hidroquinon (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). 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 benzen 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*). 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.

### **1.3. Macam- macam Proses Pembuatan Nitrobenzena**

Nitrobenzena secara komersial dihasilkan dengan cara nitrasi langsung pada benzen 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 kontinyu atau *batch*. (Othmer,1991)

#### **1.3.1. 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. Sedikit kelebihan benzen biasanya dimasukkan ke nitrator untuk memastikan bahwa asam nitrat dalam asam penitrasi dikonsumsi semaksimal mungkin dan untuk meminimalkan pembentukan dinitrobenzena. 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. Reaktor tubular yaitu, *plug flow reactor* (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 satu *tube* panjang. (Othmer,1991)

### 1.3.2. Proses Nitration Batch

Dengan proses batch, reaktor diisi dengan benzen, kemudian asam penitrasi (56-60 % massa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 27-32% massa HNO<sub>3</sub>, dan 8-17 % massa H<sub>2</sub>O) ditambahkan secara perlahan dibawah permukaan benzen. 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 diumpangkan ke dalam separator dimana *spent acid* mengendap di dasar dan dikeluarkan.

*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 didestilasi. Biasanya *excess* benzen 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 benzen yang diisi.

Pemisahan nitrobenzena 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 benzen 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 besar mengandung udara, yang digunakan untuk pengadukan nitrobenzena selama proses pencucian, atau ketel besi standar yang sama untuk nitrator dengan pengadukan *sleeve and propeller*.

Vesel penetralisir dipersiapkan dengan air hangat, yang dikirimkan dari tong yang berdekatan, dan nitrobenzena dimasukkan ke dalamnya. 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 netralisir adalah 40-50°C dengan larutan natrium karbonat hangat, sampai alkali menjadi fenolftalein. (Othmer,1991)

### 1.3.3. Proses Nitration Kontinyu

Benzen dan asam penitrasi (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. 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. Karena kelebihan benzen digunakan, suhu yang lebih tinggi memungkinkan air yang akan dihilangkan sebagai azeotrop

air-benzen. Air dipisahkan dan fase benzen, yang berisi sekitar 8% nitrobenzena, di-*recycle* kembali ke dalam reaktor. Asam sulfat kering kemudian digunakan kembali terus menerus. (Othmer, Vol.17)

Proses adiabatik mengintegrasikan nitrasi dengan konsentrasi asam sulfat, sehingga menggunakan panas nitrasi untuk mengonsentrasikan kembali spent asam sulfat. Hal ini dicapai oleh sirkulasi volume besar asam sulfat melalui nitrator, menyerap panas dari nitrasi 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 benzen. 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 benzen, akan menurunkan suhu reaktor. (McKetta, 1989)

## 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 nitrobenzena dan asam nitrat terlarut baik oleh uap *stripping* atau melalui benzen ekstraksi-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 merupakan sifat-sifat kimia dan fisika dari bahan baku serta produk dalam proses pembuatan nitrobenzena. Bahan baku pembuatan nitrobenzena yaitu benzen, asam sulfat dan asam nitrat. Bahan pencucian yang digunakan NaOH dan air.

## 1.4.1. Sifat Fisika

**Bahan Baku :**

<b>1. Benzena</b>	<b>(Othmer, 1991)</b>
Rumus Molekul	: $C_6H_6$
Berat Molekul	: 78,1147 g/mol
Titik beku pada 101.3 kPa	: $5.530^{\circ}C$
Titik didih 101.3 kPa	: $80.094^{\circ}C$
Massa jenis pada $25^{\circ}C$	: $873,6 \text{ g/cm}^3$
Massa jenis pada $30^{\circ}C$	: $867,9 \text{ g/cm}^3$
Massa jenis pada $50^{\circ}C$	: $847,6 \text{ g/cm}^3$
Tekanan udara, $25^{\circ}C$	: 12.6 kPa
Tegangan permukaan, $25^{\circ}C$	: 28.2 dyn/cm
Viskositas pada $25^{\circ}C$	: 0.6010 cP
Viskositas pada $30^{\circ}C$	: 0,3364 cP
Viskositas pada $50^{\circ}C$	: 0,2494 cP
Temperatur kritis	: $289.1^{\circ}C$
Tekanan kritis	: $4.898 \times 10^3 \text{ kPa}$
Volume kritis	: $259 \text{ cm}^3/\text{mol}$
Panas pembentukan	: 82.9 kJ/mol
Panas pembakaran	: $3.2676 \times 10^3 \text{ kJ/mol}$
Kelarutan dalam air ( $50^{\circ}C$ )	: 2,25 g/L
<b>2. Asam Nitrat</b>	<b>(Othmer, 1991)</b>
Rumus Molekul	: $HNO_3$
Berat Molekul	: 63,0128 g/mol
Titik beku (101.3 kPa)	: $-41.59^{\circ}C$
Titik didih ( 101.3 kPa)	: $83^{\circ}C$
Massa jenis pada $30^{\circ}C$	: $1500,3544 \text{ g/cm}^3$
Massa jenis pada $50^{\circ}C$	: $1466,5817 \text{ g/cm}^3$
Viskositas pada $30^{\circ}C$	: 0,7588 cP
Viskositas pada $50^{\circ}C$	: 0,6060 cP
Panas pembentukan, $25^{\circ}C$	: $-174.10 \text{ kJ/mol}$

Energi bebas, 25°C	: -80.71 kJ/mol
Panas penguapan, 25°C	: 39.04 kJ/mol
Kelarutan dalam air	: Larut dalam air dalam semua perbandingan

### 3. Asam Sulfat (Perry, 1997)

Rumus Molekul	: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Berat Molekul	: 98.0784 g/mol
Titik beku (101.3 kPa)	: 10,31°C
Titik didih (101.3 kPa)	: 337°C
Massa jenis pada 20°C	: 1846,3 g/cm <sup>3</sup>
Massa jenis pada 30°C	: 1826,1 g/cm <sup>3</sup>
Massa jenis pada 50°C	: 1806,8 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas pada 20°C	: 26,7 cP
Viskositas pada 30°C	: 20,1 cP
Viskositas pada 50°C	: 11,7 cP
Wujud	: cairan bening, tak berwarna, tak berbau
Kelarutan dalam air	: tercampur penuh
Keasaman (pKa)	: -3

#### **Bahan Pencucian :**

### 1. Sodium Hidroksida (Yaws,1999)

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 40 g/mol
Wujud	: liquid
Warna	: bening
Titik beku	: 14°C (58°F )
Titik didih	: 145°C (239°F)
pH	: 14
Specific gravity, 20°C	: 1,52 g/ml
Tekanan uap, 20°C	: 0,20 kPa
Massa jenis uap	: 0,62

**Produk :****1. Nitrobenzena (Othmer, 1991)**

Rumus Molekul	:	$C_6H_5NO_2$
Berat Molekul	:	123,11 g/mol
Titik leleh	:	5.85°C
Titik didih pada 101 kPa	:	210.9°C
Densitas (supercooled liquid)	:	1.223 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas pada 15°C	:	2.17 cP
Tegangan permukaan pada 20°C	:	46.34 dyne/cm
Panas spesifik pada 30°C	:	1.509 J/g
Panas laten pada penguapan	:	331 J/g

## 1.4.2. Sifat Kimia

## Bahan Baku :

**1. Benzen (Othmer, 1991)**

- 1) Reaksi Substitusi Aromatik Elektrofilik. Benzen mengalami substitusi satu atau lebih pada atom hidrogennya pada berbagai kelompok seperti halogen, nitro, asam sulfat, atau alkil. Reaksi dengan klorin, bromin, atau asam nitrat dikategorikan substitusi aromatik elektrofilik karena melibatkan serangan pada reagen pencarian elektron pada  $\pi$ -elektron terdelokalisasi cincin aromatik.
- 2) Reaksi Substitusi Nukleofilik Aromatik. Reaksi ini membutuhkan kondisi, dimana terjadi penarikan elektron pada cincin aromatik. Contohnya, konversi p-nitroklorobenzen menjadi p-nitrofenol yang terjadi dengan larutan NaOH pada suhu 160°C.
- 3) Reaksi oksidasi. Benzen dapat dioksidasi menjadi sejumlah produk yang berbeda-beda. Pengantar pengoksidasi yang kuat seperti permanganat atau dikromat mengoksidasi benzen menjadi karbon dioksida dan air. Benzen secara selektif dapat dioksidasi dari fase uap menjadi malat anhidrit.

- 4) Nitration. Nitration of benzene becomes nitrobenzene,  $C_6H_5NO_2$ , often occurs with a yield greater than 95% when mixed with sulfuric acid and nitric acid at 50-55°C.
- 5) Sulfonation. Benzene is converted into benzenesulfonic acid,  $C_6H_5SO_3H$ , through a reaction with steam sulfuric acid (oleum) or chlorosulfonic acid.
- 6) Alkylation. Friedel-Crafts alkylation of benzene with ethylene to produce ethylbenzene,  $C_6H_5CH_2CH_3$ , or isopropylbenzene,  $C_6H_5CH(CH_3)_2$  (cumene) is easily completed in the liquid phase or steam with various catalysts such as  $BF_3$ , aluminum chloride, or supported with phosphoric acid.
- 7) Chloromethylation (Blanc-Quelet reaction). Benzene reacts with formaldehyde and hydrochloric acid in the presence of zinc chloride to produce chloromethylbenzene,  $C_6H_5CH_2Cl$ , an intermediate chemical.
- 8) Acylation Friedel-Crafts. This reaction procedure is one of the most important in the preparation of aromatic ketones and their derivatives.
- 9) Mercuric-Phthalation. Mercuric acetate and thallium trifluoroacetate react with benzene to produce phenylmercury acetate or phenylphthal trifluoroacetate.
- 10) Metalation. Benzene reacts with alkali metal derivatives such as methyl or ethyl-lithium in hydrocarbon solvents to produce phenyl-lithium,  $C_6H_5Li$ , and  $CH_4$ .
- 11) Pyrolysis. Benzene undergoes thermal dehydrocondensation at high temperatures to produce small amounts of biphenyl and triphenyl.

## 2. Asam Nitrat

(Othmer, 1991)

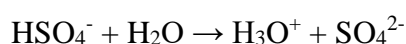
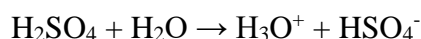
- 1) Bersifat asam. Karena bersifat asam, asam nitrat dengan mudah bereaksi dengan alkali, oksida, dan karbonat menjadi garam. Aplikasi industri terbesar pada asam nitrat adalah reaksi dengan ammonia untuk menghasilkan ammonium nitrat.
- 2) Bersifat oksidasi. Asam nitrat merupakan agen oksidasi yang sangat kuat (akseptor elektron) yang bereaksi dengan banyak bahan organik (misal terpentin, arang, dan serbuk gergaji).

- 3) Reaksi organik. Asam nitrat digunakan secara luas dalam industri pada alifatik nitrat dan senyawa aromatik. Dalam banyak contoh, nitration membutuhkan asam sulfat sebagai agen dehidrasi atau katalis. Tingkat nitration yang dicapai tergantung pada konsentrasi asam nitrat dan asam sulfat yang digunakan.

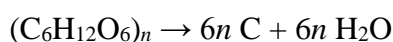
### 3. Asam Sulfat (Othmer, 1991)

#### 1) Reaksi dengan air

Reaksi hidrasi asam sulfat sangatlah eksotermik. Air memiliki massa jenis yang lebih rendah daripada asam sulfat dan cenderung mengapung di atasnya, sehingga apabila air ditambahkan ke dalam asam sulfat pekat, asam sulfat akan dapat mendidih. Reaksi yang terjadi adalah pembentukan ion hidronium:

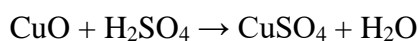


Afinitas asam sulfat terhadap air cukuplah kuat dan akan memisahkan atom hidrogen dan oksigen dari suatu senyawa. Sebagai contoh, ketika pati ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )<sub>n</sub> dicampurkan dengan asam sulfat pekat akan menghasilkan karbon dan air yang terserap dalam asam sulfat (yang akan mengencerkan asam sulfat) :

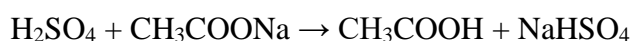


#### 2) Reaksi dengan basa

Sebagai asam, asam sulfat bereaksi dengan kebanyakan basa, menghasilkan garam sulfat. Sebagai contoh, garam tembaga (II) sulfat dibuat dari reaksi antara tembaga (II) oksida dengan asam sulfat:



Asam sulfat juga dapat digunakan untuk mengasamkan garam dan menghasilkan asam yang lebih lemah. Reaksi antara natrium asetat dengan asam sulfat akan menghasilkan asam asetat,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , dan natrium bisulfat:

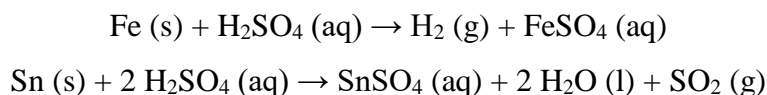




Hal yang sama juga berlaku apabila asam sulfat bereaksi dengan kalium nitrat. Reaksi ini akan menghasilkan asam nitrat dan endapan kalium bisulfat. Ketika dikombinasikan dengan asam nitrat, asam sulfat berperilaku sebagai asam sekaligus zat pendehidrasi, membentuk ion nitronium  $\text{NO}_2^+$ , yang penting dalam reaksi nitrasi yang melibatkan substitusi aromatik elektrofilik. Reaksi jenis ini sangatlah penting dalam kimia organik. Asam sulfat bereaksi dengan kebanyakan logam melalui reaksi penggantian tunggal, menghasilkan gas hidrogen dan logam sulfat. Asam sulfat encer menyerang besi, aluminium, seng, mangan, magnesium, dan nikel.

### 3) Reaksi dengan logam

Reaksi timah dan tembaga memerlukan asam sulfat yang panas dan pekat. Timbal dan tungsten tidak bereaksi dengan asam sulfat. Reaksi antara asam sulfat dengan logam biasanya akan menghasilkan hidrogen seperti yang ditunjukkan pada persamaan di bawah ini. Namun reaksi dengan timah akan menghasilkan sulfur dioksida.



Hal ini karena asam pekat panas umumnya berperan sebagai oksidator, sedangkan asam encer berperan sebagai asam biasa, sehingga ketika asam pekat panas bereaksi dengan seng, timah, dan tembaga, ia akan menghasilkan garam, air dan sulfur dioksida, sedangkan asam encer yang bereaksi dengan logam seperti seng menghasilkan garam dan hidrogen. Asam sulfat menjalani reaksi substitusi aromatik elektrofilik dengan senyawa-senyawa aromatik, menghasilkan asam sulfonat.

Bahan pencucian :

#### 1. Natrium Hidroksida

- 1) Natrium hidroksida merupakan liquid yang bening, memiliki sifat korosif yang tinggi dan reaktif.
- 2) Larutan NaOH mudah bereaksi dengan logam seperti aluminium, magnesium, zinc, kromium, tembaga, kuningan, perunggu, dan tantalum.

- 3) Larutan NaOH juga mudah bereaksi dengan logam yang digalvanisasi, senyawa nitro-organik, glikol.
- 4) Larutan NaOH bereaksi dengan jenis-jenis glukosa seperti fruktosa, galaktosa, dan maltosa untuk menghasilkan karbon monoksida.

**Produk :**

**1. Nitrobenzena**

**(Othmer, 1991)**

- 1) Reaksi nitrobenzena meliputi substitusi pada cincin aromatik dan reaksi yang melibatkan gugus nitro.
- 2) Di bawah kondisi elektrofilik, substitusi terjadi lebih lambat dibandingkan benzen, dan gugus nitro menaikkan substitusi meta.
- 3) Nitrobenzena dapat mengalami halogenasi, sulfonasi, dan nitrasi, tetapi tidak dapat mengalami reaksi Friedel-Crafts.
- 4) Di bawah kondisi nukleofilik, gugus nitro menaikkan substitusi orto dan para.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2016. *Data Harga Bahan*. Diakses pada Maret 2018, dari alibaba.com
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-6197-2000*. Dipetik Maret 2018, dari SNI 03-6197-2000: <http://sisni.bsn.go.id>.
- Chrisochoou, Andreas. 2003. US Paten No 0055300 A1.
- Comtrade. 2016. *Export-Import Anilin*. Diakses pada Januari 2018, dari [comtrade.org](http://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 Maret 2018, dari [ekbis.sindonews.com](http://ekbis.sindonews.com)
- Kern, D.Q., 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: Tokyo.
- Knauf, Thomas. 2017. US Paten No 0174612 A1.
- 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 Januari 2018, 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 Maret 2018, dari <http://www.Matche.com>.
- Mc. Ketta, John.1989. *Encyclopedia Of Chemical Processing and Design*. CRC: New York.
- Munnig, Jurgen. 2011. US Paten No 0196177 A1.

- Othmer, & Kirk. 1991. *Encyclopedia Of Chemical Technology*. Wiley : New York
- 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 Januari 2018, 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.