

## **SKRIPSI**

### **PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN SIKLOHEKSANON KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON PER TAHUN**



**Nabilah Khoiriyah**  
NIM 03031181419021

**Damar Setyo Ismoro**  
NIM 03031281419161

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

## **SKRIPSI**

### **PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN SIKLOHEKSANON KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON PER TAHUN**

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



Nabilah Khoiriyah  
NIM 03031181419021

Damar Setyo Ismoro  
NIM 03031281419161

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

## HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN SIKLOHEKSANON  
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN

### SKRIPSI

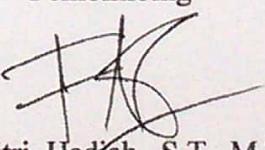
Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Nabilah Khoiriyah                    03031181419020  
Damar Setyo Ismoro                03031181419030

Indralaya,      Agustus 2018

Pembimbing

  
Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T.  
NIP. 197808222002122001

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 Sikloheksanon Kapasitas 45.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Nabilah Khoiriyah dan Damar Setyo Ismoro 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 Moeksin, M.T.  
NIP. 195608311984032002
2. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197505112000122001
3. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.  
NIP. 197503261999032002

(   
(   
( 

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

## **HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabilah Khoiriyah  
NIM : 03031181419021  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Sikloheksanon Kapasitas 45.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Damar Setyo Ismoro 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.

Indralaya, 13 Agustus 2018



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Damar Setyo Ismoro  
NIM : 03031281419161  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Sikloheksanon Kapasitas 45.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Nabilah Khoiriyyah 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.

Indralaya, 13 Agustus 2018



Damar Setyo Ismoro  
NIM. 03031281419161

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat serta hidayah-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Sikloheksanon dengan Kapasitas 45.000 Ton per Tahun” ini dapat selesai.

Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat akhir mengikuti ujian sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, terutama kepada:

1. Dr. Ir. H. M. Syaiful, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Orang tua dan keluarga.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
6. Teman-teman Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

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

Inderalaya, Agustus 2018

Penulis

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari 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. Allah SWT. Yang memberikan kekuatan bagi hambanya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua kami 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. M. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
5. Dr. Fitri Hadiah, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Ibu Ir. Rosdiana Moeksin, M.T., dan Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., selaku koordinator Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen dan Staff Akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

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

Palembang, Agustus 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PEMBAHASAN UMUM.....</b>	<b>1</b>
1.1. Pendahuluan.....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan Pembuatan Sikloheksanon .....	2
1.3. Tujuan Pendirian Pabrik.....	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Sikloheksanon .....	2
1.4. Sifat Fisik dan Kimia .....	3
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK.....</b>	<b>6</b>
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	6
2.2. Pemilihan Kapasitas .....	6
2.3. Pemilihan Bahan Baku .....	7
2.4. Pemilihan Proses .....	8
2.5. Uraian Proses .....	8
<b>BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....</b>	<b>12</b>
3.1. Lokasi Pabrik.....	12
3.2. Tata Letak Pabrik.....	15
3.3. Luas Area Pabrik.....	18
3.4. Pertimbangan Tata Letak Peralatan.....	20
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....</b>	<b>25</b>
4.1. Neraca Massa .....	25
4.2. Neraca Panas .....	32

<b>BAB V UTILITAS.....</b>	<b>42</b>
5.1. Unit Pengadaan Air .....	42
5.2. Unit Pengadaan Refrigerant.....	46
5.3. Unit Pengadaan Steam .....	46
5.4. Unit Pengadaan Listrik.....	47
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	49
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN.....</b>	<b>52</b>
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN.....</b>	<b>107</b>
7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan.....	107
7.2. Struktur Organisasi.....	108
7.3. Tugas dan Wewenang.....	108
7.4. Kepegawaian .....	112
7.5. Sistem Kerja .....	112
7.6. Penentuan Jumlah Karyawan .....	114
<b>BAB VIII ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>118</b>
8.1. Keuntungan (Profitabilitas) .....	119
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal .....	119
8.3. Total Modal Akhir.....	122
8.4. Laju Pengembalian Modal .....	123
8.5. Break Even Point (BEP).....	124
8.6. Pengertian <i>Service Life</i> , <i>Payout Time</i> , dan BEP .....	126
<b>BAB IX KESIMPULAN.....</b>	<b>127</b>

## LAMPIRAN

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1.	Data Kebutuhan ASEAN.....	7
Tabel 7.1.	Pembagian Jam Kerja Karyawan Shift.....	113
Tabel 7.2.	Perincian Jumlah Karyawan .....	116
Tabel 8.1.	Angsuran Pengembalian Modal .....	121

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1.	Grafik Kebutuhan Sikloheksanon .....	7
Gambar 3.1.	Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Balikpapan.....	14
Gambar 3.2.	<i>Layout</i> Pabrik .....	16
Gambar 3.3.	Lokasi Suplai Bahan Baku.....	19
Gambar 3.4.	Rencana Tata Letak Peralatan .....	21
Gambar 3.5.	Rencana Tata Letak Peralatan Keseluruhan.....	22
Gambar 3.6.	Rencana Tata Letak Unit Proses .....	23
Gambar 3.7.	Rencana Tata Letak Unit Purifikasi .....	24
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	118
Gambar 8.1.	Grafik <i>Break Even Point</i> .....	125

## DAFTAR NOTASI

### **1. ACCUMULATOR**

R	: Crown radius
a	: Knuckle Radii
h	: Torispherical head
D	: Diameter (m)
Ht	: Tinggi tangki total (m)
t <sub>h</sub>	: tebal head (m)
Sd	: Allowable stress design (psi)
Ej	: Joint Efficiency
Cc	: Corrosion Allowance (in)
t	: Tebal shell (m)
OD	: Diameter Luar (m)
ID	: Diameter dalam (m)

### **2. PRESSURE SWING ADSORBER**

V	: Volumetric flowrate (m <sup>3</sup> /jam)
R	: Crown radius
a	: Knuckle Radii
h	: Torispherical head
D	: Diameter (m)
Ht	: Tinggi tangki total (m)
t <sub>h</sub>	: tebal head (m)
Sd	: Allowable stress design (psi)
Ej	: Joint Efficiency
Cc	: Corrosion Allowance (in)
t	: Tebal shell (m)

### **3. COMPRESSOR DAN EXPANDER**

k	: Konstanta Kompresi
m	: Laju alirmassa (kg/jam)
N	: Jumlah stage

$C_p$	Kapasitas panas tekanan konstan (J/mol K)
$h$	: Efisiensi compressor
$P_{IN}$	: Tekanan masuk, bar
$P_{OUT}$	: Tekanan keluar, bar
$T_1$	: Temperatur masuk kompressor, °C
$T_2$	: Temperatur keluar kompressor, °C
$H_p$	: Power kompressor, HP
$Q$	: Kapasitas kompressor, lb/menit
$R_c$	: Rasio kompresi
$W$	: Laju alir massa, lb/jam
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$C_v$	: Kapasitas panas volume konstan (J/mol K)
$k$	: Rasio $C_p$ dan $C_v$

#### 4. TANGKI

$R$	: Crown radius
$a$	: Knuckle Radii
$h$	: Torispherical head
$D$	: Diameter (m)
$H_t$	: Tinggi tangki total (m)
$t_h$	: tebal head (m)
$S_d$	: Allowable stress design (psi)
$E_j$	: Joint Efficiency
$C_c$	: Corrosion Allowance (in)
$t$	: Tebal shell (m)
$OD$	: Diameter Luar (m)
$ID$	: Diameter dalam (m)

#### 5. POMPA

$A$	: Area alir pipa, in <sup>2</sup>
$BHP$	: Brake Horse Power, HP
$D_{opt}$	: Diameter optimum pipa, in
$f$	: Faktor friksi

$g$	: Percepatan gravitasi ft/s <sup>2</sup>
$g_c$	: Konstanta percepatan gravitas, ft/s <sup>2</sup>
$H_d, H_s$	: Head discharge, suction, ft
$H_f$	: Total friksi, ft
$H_{fc}$	: Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
$H_{fe}$	: Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft
$H_{ff}$	: Friksi karena fitting dan valve, ft
$H_{fs}$	: Friksi pada permukaan pipa, ft
ID	: Diameter dalam, in
$K_C, K_E$	: Konstanta kompresi, ekspansi, ft
L	: Panjang pipa, m
Le	: Panjang ekivalen pipa, m
MHP	: Motor Horse Power, HP
NPSH	: Net positive suction head, ft.lbf/lb
$N_{RE}$	: Bilangan Reynold
OD	: Diameter luar, in
$P_{uap}$	: Tekanan uap, psi
$Q_f$	: Laju alir volumetrik, ft <sup>3</sup> /s
$V_d$	: Discharge velocity, ft/s
$V_s$	: Suction velocity, ft/s
$\epsilon$	: Equivalent roughness, ft
$\eta$	: Efisiensi pompa
$\mu$	: Viskositas, kg/ms
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>

## 6. CONDENSER, COOLER, HEATER, REBOILER, HEAT EXCHANGER

$W, w$	: Laju alir massa di shell, tube, kg/jam
$T_1, t_1$	: Temperatur masuk shell, tube, °C
$T_2, t_2$	: Temperatur keluar shell, tube, °C
Q	: Beban panas, Kw

$U_o$	: Koefisien overall perpindahan panas, $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
$\Delta T_{lm}$	: Selisih log mean temperatur, $^\circ\text{C}$
$A$	: Luas area perpindahan panas, $\text{m}^2$
$ID$	: Diameter dalam tube, m
$OD$	: Diameter luar tube, m
$L$	: Panjang tube, m
$p_t$	: Tube pitch, m
$A_o$	: Luas satu buah tube, $\text{m}^2$
$N_t$	: Jumlah tube, buah
$V, v$	: Laju alir volumetrik shell, tube, $\text{m}^3/\text{jam}$
$u_t, U_s$	: Kelajuan fluida shell, tube, $\text{m/s}$
$D_b$	: Diameter bundel, m
$D_s$	: Diameter shell, m
$N_{RE}$	: Bilangan Reynold
$N_{PR}$	: Bilangan Prandtl
$N_{NU}$	: Bilangan Nusselt
$h_i, h_o$	: Koefisien perpindahan panas shell, tube, $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
$I_b$	: Jarak baffle, m
$D_e$	: Diameter ekivalen, m
$k_f$	: Konduktivitas termal, $\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$
$\rho$	: Densitas, $\text{kg}/\text{m}^3$
$\mu$	: Viskositas, $\text{Cp}$
$C_p$	: Panas spesifik, $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$
$R_{di}, R_{do}$	: Koefisien dirt factor shell, tube, $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
$K_w$	: Konduktivitas bahan, $\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$
$\Delta P$	: Pressure drop, psi

## 7. DISTILLATION COLUMN

$A_a$	: Active area, $\text{m}^2$
$A_d$	: Downcomer area, $\text{m}^2$
$A_{da}$	: Luas aerasi, $\text{m}^2$
$A_h$	: Hole area, $\text{m}^2$

$A_n$	: Net area, $m^2$
$A_t$	: Tower area, $m^2$
$C_c$	: Tebal korosi maksimum, in
$D$	: Diameter kolom, m
$d_h$	: Diameter hole, mm
$E$	: Total entrainment, kg/s
$E_j$	: Efisiensi pengelasan
$F_{iv}$	: Parameter aliran
$H$	: Tinggi kolom, m
$h_a$	: Aerated liquid drop, m
$h_f$	: Froth height, m
$h_q$	: Weep point, cm
$h_w$	: Weir height, m
$L_w$	: Weir height, m
$N_m$	: Jumlah tray minimum, stage
$Q_p$	: Faktor aerasi
$R$	: Rasio refluks
$R_m$	: Rasio refluks minimum
$U_f$	: Kecepatan massa aerasi, m/s
$V_d$	: Kelajuan downcomer
$\Delta P$	: Pressure drop, psi
$\Psi$	: Fractional entrainment

## 8. REACTOR

$k$	: Konstanta reaksi
$n$	: Orde Reaksi
$-r_A$	: Laju reaksi ( $kmol/m^3 s$ )
$F_{AO}$	: Laju alir massa (kg/jam)
$X$	: Konversi
$OD$	: Outside Diameter (m)
$ID$	: Inside Diameter (m)
$BWG$	: Birmingham Wire Gauge (standar ukuran tube)

L	: Panjang tube (m)
Z	: Tinggi total katalis (m)
Nt	: Jumlah tube
C	: Clearance (m)
Pt	: Tube pitch (m)
Atr	: Triangular area ( $m^2$ )
At	: Tube area ( $m^2$ )
$\tau$	: Space time (detik)
s	: Space velocity (/detik)
S	: Allowable stress design (psi)
E	: Joint Efficiency
Cc	: Corrosion Allowance (in)
t	: Tebal dinding (m)
OD	: Diameter Luar (m)
ID	: Diameter dalam (m)

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Tugas Khusus

Lampiran 2 Paten Utama dan Paten Pendukung

Lampiran 3 Perbaikan

# **BAB I**

## **PEMBAHASAN UMUM**

### **1.1. Pendahuluan**

Industri kimia memegang peranan sangat penting di dalam peradaban manusia. Produk-produk industri kimia dibutuhkan dan digunakan di dalam kehidupan sehari-hari mulai dari sektor pangan, sektor sandang, sektor penyediaan bahan bangunan, sektor bahan bakar minyak, sektor pemeliharaan kesehatan, hingga sektor pertanian. Pemerintah Republik Indonesia telah melalukan pengembangan industri kimia di Indonesia sejak awal tahun lima puluhan dan mulai meningkat dengan cepat pada PELITA I dimulai, hingga pemerintah (Departemen Perindustrian) telah menyatakan industri kimia sebagai sektor industri yang mampu menata perkembangannya yang pesat lewat beberapa kebijakan pokok (Soerawidjaja, 1991). Melalui perkembangan yang pesat ini, sektor industri dapat dijadikan sebagai salah satu landasan Pembangunan Nasional di Indonesia sesuai dengan nomenklatur RAPBN tahun anggaran 2001 dimana APBN memuat 20 satuan sektor pembiayaan pembangunan yang salah satunya merupakan sektor industri (Bappenas, 2009). Pembangunan industri kimia di Indonesia juga bertujuan untuk memperluas kesempatan kerja, menambah produksi dalam negeri sehingga mengurangi impor dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Dengan adanya industri kimia ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dan kebutuhan sesama industri kimia dalam negri lainnya.

Sikloheksanon dimanfaatkan dalam proses pembuatan *caprolactam* (*intermediate product* proses produksi *nylon 6*), campuran sikloheksanon dan sikloheksanol digunakan untuk produksi *adipic acid* dimana senyawa tersebut merupakan bahan baku pembuatan *nylon 6,6*, sikloheksanon juga dapat digunakan sebagai pelarut/*activator* dalam reaksi oksidasi, dan sebagai *intermediate product* untuk produksi resin sikloheksanon (Thomas dkk, 2016). Selain digunakan untuk industri, sikloheksanon digunakan untuk pestisida organosfosfat dan pestisida lainnya. Begitu banyak kebutuhan akan sikloheksanon sedangkan Indonesia masih

mengimpor sikloheksanon dari berbagai negara seperti Taiwan, Amerika Serikat, Jepang, China, dan Bulgaria (Biro Pusat Statistik, 1999). Sehubungan dengan tujuan pemenuhan kebutuhan masyarakat maupun industri di Indonesia, perlu dikembangkan pembangunan industri sikloheksanon.

### **1.2. Sejarah dan Perkembangan Pembuatan Sikloheksanon**

Pada tahun 1979, sekitar 318.000 ton sikloheksanon diproduksi di USA (Mannsville Chemical Products Corp., 1979). Beberapa tahun kemudian, US International Trade Commission melaporkan telah memproduksi sikloheksanon sekitar 360.000 ton pada tahun 1984 hingga 1985, dan 404.000 ton pada tahun 1986 (monographs.iarc.fr).

### **1.3. Tujuan Pendirian Pabrik**

Tujuan dari pendirian pabrik sikloheksanon adalah sebagai berikut:

1. Menciptakan pemerataan usaha dengan memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku sikloheksanon seperti industri tekstil, resin sikloheksanon, nylon-6 dan nylon-6,6.
2. Mampu memenuhi kebutuhan nasional terhadap sikloheksanon sehingga dapat mengurangi angka impor sikloheksanon.
3. Menciptakan lapangan pekerjaan.
4. Menghemat devisa negara.
5. Meningkatkan pendapatan perkapita melalui sektor industri.

### **1.4. Macam-macam Proses Pembuatan Sikloheksanon**

Pembuatan sikloheksanon dapat menggunakan beberapa bahan baku dan proses pembuatan antara lain:

1. Reaksi antara Anilin atau Nitrobenzene dengan Air

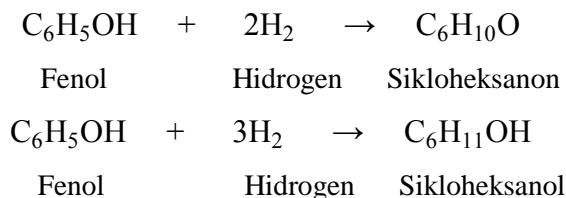
Reaksi amina, salah satunya anilin, dengan air menggunakan katalis hidrogenasi dapat menghasilkan sikloheksanon. Proporsi sikloheksanon meningkat dengan mengatur kondisi hidrogenasi tanpa hidrogen. Dengan proses satu tahap, menghasilkan produk sikloheksanol, sebagian kecil sikloheksanon, dan seperempat bagiannya adalah amina. Reaksi berlangsung pada suhu 200-280°C (Pochler dkk, 1961).

## 2. Proses Oksidasi Katalitik

Sikloheksanon dan sikloheksanol dihasilkan melalui oksidasi katalitik sikloheksan. Campuran antara sikloheksanon dan sikloheksanol disebut minyak KA. Minyak KA selanjutnya dapat digunakan untuk produksi asam adipat dan heksametilena diamina, yaitu zat antara dalam pembuatan *nylon-6,6* (Considine, 1974).

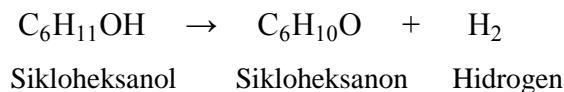
## 3. Hidrogenasi Fenol

Proses hidrogenasi fenol menghasilkan 2 produk dominan yaitu sikloheksanon dan sikloheksanol (Thomas dkk, 2016). Berikut reaksi yang terjadi:



## 4. Dehidrogenasi Sikloheksanol

Reaksi dehidrogenasi ini berlangsung endotermis dalam fase gas. Umumnya, proses ini merupakan proses lanjutan produksi sikloheksanon melalui proses hidrogenasi fenol (Thomas dkk, 2016). Sikloheksanol yang merupakan produk samping di reaksikan kembali agar terkonversi menjadi sikloheksanon dan senyawa lain sehingga dapat *recycle* menjadi bahan baku. Reaksi dehirogenasi adalah sebagai berikut:



## 1.5. Sifat-sifat Fisika dan Kimia

### 1.5.1. Fenol

Berat molekul	: 94,11 gr/mol
Warna	: Tanpa warna hingga merah muda terang
Titik didih (1 atm)	: 182 °C (359,6 °F)
Titik leleh (1 atm)	: 42 °C (107,6°F)
Temperatur kritis	: 694,2 °C (1281,6 °F)

<i>Specific gravity</i>	: 1,057 ( <i>water = 1</i> )
Densitas uap	: 3,24 ( <i>Udara = 1</i> )
Odor Threshold	: 0,048 ppm
Kelarutan	: Mudah larut di dalam metanol,dietil eter. Larut didalam air dingin, aseton. Kelarutan di dalam air: 1 gr/15 mL air. Larut di dalam benzene. Sangat larut di dalam alkohol, kloroform, gliserol, petroleum, karbon disulfida, <i>volatile</i> dan <i>fixed oil</i> , larutan alkali hidroksida, karbon tetraklorida, asam asetat, sulfur dioksida liquid. Hampir tidak larut di dalam <i>petroleum ether</i> dan sedikit larut di <i>mineral oil</i> .

(*Material Safety Data Sheet Phenol MSDS*, 2013)

#### 1.5.2. Hidrogen

Berat molekul	: 2,016 gr/mol
Warna	: Tanpa warna
Bau	: Tanpa bau
Keadaan fisik	: Gas pada temperatur dan tekanan normal
Titik didih (1 atm)	: -252,76 °C (-422,97 °F)
Titik leleh (1 atm)	: -259,2 °C (-434,56°F)
Temperatur kritis	: 694,2 °C (1281,6 °F)
<i>Specific gravity</i>	: 0,07( <i>udara = 1</i> ) pada 0°C, 1 atm
Densitas uap	: 0,0052 lb/ft <sup>3</sup> (0,083 kg/m <sup>3</sup> ) pada 21,1°C 1 atm
Densitas liquid	: 4,43 lb/ft <sup>3</sup> (70,96 kg/m <sup>3</sup> ) pada titik didih 1 atm
Kelarutan dalam air	: 0,019 (vol/vol pada 15,6 °C, 1 atm)
Flamabilitas	: Flamabel
Flamabilitas di udara	: lower : 4,0% upper : 75,0%

(*Praxair Material Safety Data Sheet*, 2007 )

#### 1.5.3. Sikloheksanon

Berat molekul	: 98,15 gr/mol
Warna	: Tanpa warna

Titik didih (1 atm)	: 155,6 °C (312,1 °F)
Titik leleh (1 atm)	: -31 °C (-23,8°F)
Temperatur kritis	: 356 °C (672,8 °F)
<i>Specific gravity</i>	: 0,9478 ( <i>water</i> = 1)
Tekanan uap	: 0,7 kPa (pada 26,7 °C)
Densitas uap	: 3,4 (Udara = 1)
Odor Threshold	: 0,88 ppm
Kelarutan	: Larut di dalam dietil eter, aseton. Larut sebagian dalam air dingin, air hangat. Kelarutan di dalam air: 150 gr/L pada suhu 10°C; 50 gr/L pada suhu 30 °C. Larut dalam alkohol dan pelarut organik lainnya.

(*Material Safety Data Sheet* Sikloheksanon MSDS, 2013)

#### 1.5.4. Sikloheksanol

Berat molekul	: 100,16 gr/mol
Titik didih (1 atm)	: 161,1 °C (322 °F)
Titik leleh (1 atm)	: 25,15 °C (77,3°F)
Temperatur kritis	: 356 °C (672,8 °F)
<i>Specific gravity</i>	: 0,9624 ( <i>water</i> = 1)
Densitas uap	: 3,45 (Udara = 1)
Odor Threshold	: 0,062 ppm
Kelarutan	: Larut di dalam air dan larut sebagian di dalam air dingin.

(*Material Safety Data Sheet Cyclohexanol* MSDS, 2013)

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulbari, H., Mohammad, A., Shua'ab, A., Yunus, R. 2008. *Equilibrium Adsorption of Hydrogen and Methane on 5A Molecular Sieve*. American J. of Engineering and Applied Sciences 1 (2): 157- 160
- American Petroleum Institute. 2012. *Welded Tanks for Oil Storage*.
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (2005). *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design* (4th ed., Vol. VI).
- Dimian, A dan Bildea, C. 2008. *Chemical Process Design*. weinheim : WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA.
- Galvagno, S. 1991, Hydrogenation of Phenol to CyclohexanoneOver Pd/MgO. J. Chem. tech. Biotechnol. 51:145-153
- Ismail, S. (1999). *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Kern, D. Q. (1957). *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill International Edition.
- Kirk-Othmer. (1991). *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. john wiley & sons.
- Koretsky, M. 2004. *Engineering and Chemical Thermodynamics*. John Wiley & Sons.
- Levenspiel, O. (1999). *Chemical Reaction Engineering* (2nd ed.). New York: Johw Wiley & Sons.
- Ludwig, E. 1999. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Houston: Gulf Publishing Company
- Material Safety Data Sheet. 2013.Science Lab.com
- N.Itoh dan W.-C.Xu. 1993. *Selective Hydrogenation of Phenol to Cyclohexanone Using Palladium-based Membrane as Catalyst*. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam.
- Soerawidjaja, T.1991. *Perkembangan Industri Kimia dan Penguasaan Teknologi proses*. Proceedings Seminar Reaktor Nuklir dalam Penelitian Sains dan teknologi Menuju Era Tinggal landas.
- Perry, R. H., Green, D. W., & Maloney, J. O. (1999). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (7th ed.). New York: McGraw-Hill Company.

- Peter, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics For Chemical Engineers* (4th ed., Vol. IV). New York: McGraw-Hill Book Company.
- Pochler, G. 1961. *Production of Cyclohexanone*. United States Patent office Patent 3006958.
- Rosen, A. 2014. *Reactor Design*.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbot, M. M. (2001). *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics* (6th ed.). Boston: McGraw Hill.
- Thomas, C. 2009. *Introduction to Process Technology*. USA: Delmar.
- Thomas J, Daguenet C, Verschuren I, Martens W, Brands R, Korte R. 2016. *Process for the Production of Cyclohexanone From Phenol*. Patent WO 2016/075047 A1.
- Treybal, R. E. (1981). *Mass-Transfer Operation*. McGraw-Hill.
- Vibrantdt, F. C., & Dryden, C. E. (1959). *Chemical Engineering Plant Design* (4th ed., Vol. IV). New York: McGraw-Hill International Edition.
- Van Winkle, M. (1967). *Distillation*. New York: McGraw-Hill
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill