

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN NEOPENTANE
KAPASITAS 115.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan
gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

HABIL MAJID WIRAWAN 03031181520002

FRISKHA HANIFAH SAKINAH 03031181520017

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN NEOPENTANE KAPASITAS
115.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

Di ajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana

Oleh:

Habil Majid Wirawan
NIM. 03031181520002
Friskha Hanifah Sakinah
NIM. 03031181520017

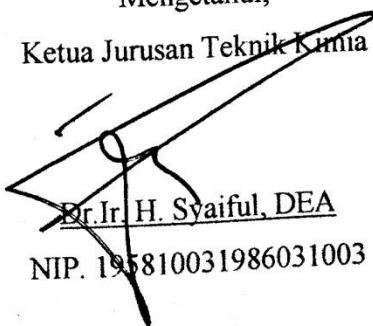
Inderalaya, Mei 2019

Pembimbing,


Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D.
NIP. 1966009091989031004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Habil Majid Wirawan
NIM : 03031181520002
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Neopentane dengan Kapasitas 115.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Friskha Hanifah Sakinah didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsure 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, Agustus 2019



Habil Majid Wirawan

NIM. 03031181520002



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Friskha Hanifah Sakinah
NIM : 03031181520017
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Neopentane dengan Kapasitas 115.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Habil Majid Wirawan didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsure 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, Agustus 2019



Friskha Hanifah Sakinah

NIM. 03031181520017



LEMBAR PERBAIKAN

1. Nama : Habil Majid Wirawan
Nim : 03031181520002
2. Nama : Friskha Hanifah Sakinah
Nim : 03031181520017

Judul: Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Neopentane Kapasitas 115.000

Ton/Tahun

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Mei 2019 oleh Dosen Penguji:

Ir. Hj. Rossdiana Moeksin, MT

:


NIP. 195608311984032002

Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, ST., MT

:


NIP. 197503261999032002

Dr. David Bahrin, ST., MT

:


NIP. 198010312005011003

Indralaya, Mei 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 19580031986031003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Neopentane Kapasitas 115.000 Ton per Tahun” ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat akhir mengikuti ujian sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Universitas Sriwijaya. Tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA, selaku ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Orang tua dan keluarga.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2015 serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Indralaya, Mei 2019

Tim Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
 BAB 1. PEMBAHASAN UMUM	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Data Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Bahan Baku	3
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia Katalis	4
 BAB 2. PERENCANAAN PABRIK	
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	5
2.2. Pemilihan Kapasitas	5
2.3. Pemilihan Bahan Baku.....	7
2.4. Pemilihan Proses	7
2.5. Uraian Proses	8
 BAB 3. LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	
3.1. Lokasi Pabrik	8
3.2. <i>Layout</i> Pabrik	11
3.3. Perkiraan Luas Tanah yang Diperlukan.....	12
 BAB 4. NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	
4.1. Neraca Massa	14
4.2. Neraca Panas	22
 BAB 5. UTILITAS	
5.1. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	28
5.2. Unit Pengadaan Air	29
5.3. Unit Pengadaan Refrigeran	34
5.4. Unit Pengadaan Tenaga Listrik.....	34
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar	36
 BAB 6. SPESIFIKASI PERALATAN.....	
	39
 BAB 7. ORGANISASI PERUSAHAAN	
7.1. Bentuk Perusahaan	78
7.2. Struktur Organisasi	79

7.3. Tugas dan Wewenang	80
7.4. Sistem Kerja.....	85
7.5.Penentuan Jumlah Pekerja.....	86

BAB 8. ANALISA EKONOMI

8.1. Profitabilitas	93
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	94
8.3. Total Modal Akhir	96
8.4. Laju Pengembalian Modal	98
8.5. Break Even Point (BEP)	100

BAB 9. KESIMPULAN 103

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Data Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Bahan Baku	3
Tabel 1.2. Data Sifat Fisika dan Kimia Katalis	4
Tabel 2.1. Data Kebutuhan <i>Expansible Polystyrene</i> di Indonesia	6
Tabel 2.2. Perbandingan Proses Pembuatan <i>Neopentane</i>	7
Tabel 5.1. LHV Campuran T-05.....	37
Tabel 7.1. Pembagian Waktu Kerja Pekerja <i>Shift</i>	86
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan	89
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal	95
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi	102

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Data Impor <i>Expansible Polystyrene</i>	6
Gambar 3.1. Lokasi Pabrik Neopentana di Cilegon-Banten	9
Gambar 3.2. <i>Layout</i> Pabrik	13
Gambar 7.1. Struktur Organisasi	91
Gambar 8.1. Grafik Break Even Point Pabrik Isopropil Benzena	101

DAFTAR NOTASI

1. 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 ³
V _s	= Volume silinder, m ³
ρ	= Densitas, kg/m ³

2. VAPORIZER/ CONDENSER / REBOILER / HEATER / PARTIAL CONDENSER

A	= Area perpindahan panas, ft ²
a _a ,a _p	= Area pada annulus, inner pipe, ft ²
a"	= External surface per 1 in, ft ² /in ft
D _e	= Diameter ekivalen, in
f	= Faktor friksi, ft ² /in ²
G _a	= Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam. Ft ²
G _p	= Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam. Ft ²
g	= Percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas, Btu/jam ft ² F
j _h	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² F
LMTD	= Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
ID	= Inside Diameter, ft
OD	= Outside Diameter, ft
R _d	= Dirt factor, Btu/jam ft ² 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 ²
	F
W	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= viskositas, cp

3. KNOCK OUT DRUM/ FLASH DRUM

Q_v	= Debit uap, ft ³ /s
Q_l	= Debit liquid, ft ³ /jam
$U_v \text{ max}$	= Kecepatan uap maksimum, ft/s
$A_v \text{ min}$	= Minimum vessel cross section, ft ²
D_{\min}	= Diameter vessel minimum, m
L	= Ketinggian liquid, ft
V_s	= Volume shell, ft ³
V_h	= Volume head, ft ³
L	= Panjang vessel, m
r	= Jari-jari vessel, in
S	= Working stress allowable, psi
E_j	= Welding Joint Efisiensi
C_c	= Tebal korosi yang diizinkan, in
t_{shell}	= Tebal dinding, m
ID	= Inside diameter, m
OD	= Outside diameter, m

4. 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
HK	= Heavy Component
h _a	= Areated liquid drop, cm
h _f	= Height of froth, cm
h _{ow}	= Height liquid crust 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
ρ _g	= Densitas gas, kg/m ³
ρ _l	= Densitas liquid, kg/m ³

5. KOMPRESOR

C	= Kapasitas kompresor, m ³ /menit
HP	= Kerja, hp
k	= Eksponen isentropik
N _s	= Jumlah <i>stage</i>
n	= Eksponen politropik
q _{fm}	= Umpang volumetrik, ft ³ /menit
P ₁	= Tekanan masuk, bar
P ₂	= Tekanan keluar, bar
T ₁	= Temperatur masuk, °C
T ₂	= Temperatur keluar, °C
W	= Laju alir massa, kg/jam

η_s	= Efisiensi isentropik, %
η_p	= Efisiensi politropik, %

6. POMPA

A	= Area alir pipa, in ²
ID	= Diameter optimum dalam pipa baja, in
Di opt	= Diameter optimum pipa, in
Gc	= Percepatan gravitasi, ft/
Hf suc	= Total friksi pada suction, ft
Hf dis	= Total friksi pada Discharge, ft
Hd	= Discharge head, ft
Hs	= Suction head, ft
H _{fs}	= Friksi pada permukaan pipa, ft
H _{fc}	= Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
Kc	= Contraction loss, ft
Ke	= Expansion loss, ft
L	= Panjang pipa, m
Le	= Panjang ekivalen pipa, m
ΔP	= 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
ρ	= Densitas, lb/ft ³
μ	= Viskositas, cp
ϵ	= Ekivalen roughness, dimensionless
η	= Efisiensi, dimensionless

7. REAKTOR

Q	= Laju volumetrik, m ³ /jam
σ	= Konstanta <i>Lennard-Jones</i>
N	= Bilangan Avogadro, mol ⁻¹
k _b	= Konstanta Boltzman, m ² .kg/s ² .K
T	= Temperatur Reaksi, K
M	= Berat Molekul, kg/kmol
E	= Energi Aktivasi, kj/kmol
R	= Konstanta Gas Ideal, kJ/kmol K
C	= Konsentrasi Reaktan

H_s	= Tinggi silinder, m
H_h	= Tinggi head reaktor, m
H_t	= Tinggi total reaktor, m
V_h	= Volume head reaktor, m^3
ts	= Ketebalan Shell tangki, in
P	= Tekanan dalam, psig
ri	= Jari-jari dalam, in
S	= Tekanan Maksimum Material Carbon Steel, psi
Ej	= Efisiensi hubungan
Cc	= Ketebalan Korosi yang diperbolehkan, in
OD	= Outside diameter, m
ID	= Inside diameter, m

8. 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^3
V_e	= Volume elipsoidal, m^3
V_t	= Volume tanki, m^3

DAFTAR LAMPIRAN

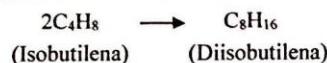
LAMPIRAN 1. PERHITUNGAN NERACA MASSA	104
LAMPIRAN 2. PERHITUNGAN NERACA PANAS	154
LAMPIRAN 3. SPESIFIKASI PERALATAN.....	219
LAMPIRAN 4. PERHITUNGAN EKONOMI	531

ABSTRAK

Pabrik Neopentane direncanakan berlokasi di daerah Cilegon, Banten. Pabrik ini meliputi area seluas 7 Ha dengan kapasitas 115.000 ton pertahun. Proses pembuatan Neopentane dilakukan dalam dua tahap proses, yaitu reaksi Dimerisasi Isobutilen menjadi Diisobutilen dengan bantuan katalis Amberlyst-15 yang berlangsung di Reaktor *Tubular Fixed Bed* (R-01) pada temperatur 56°C dan tekanan 7,85 bar. Sedangkan reaksi kedua yaitu reaksi Demetilasi Diisobutilen dengan hidrogen menggunakan bantuan katalis Ni on Kieselguhr yang berlangsung di Reaktor *Tubular Fixed Bed* (R-02) pada temperatur 285°C dan tekanan 3,1 bar dengan reaksi sebagai berikut :

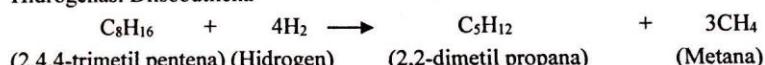
Reaksi pada Reaktor-01

Reaksi Utama Dimerisasi Isobutilen:



Reaksi pada Reaktor-02

Hidrogenasi Diisobutilena



Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang General Manager dengan jumlah karyawan 136 orang.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, Pabrik Neopentane dinyatakan layak untuk didirikan dengan analisa ekonomi sebagai berikut:

<i>Total Capital Investment</i>	= US \$ 111.631.793,57
<i>Selling Price per Year</i>	= US \$ 285.802.902,63
<i>Total Production Cost</i>	= US \$ 209.295.121,34
<i>Annual Cash Flow</i>	= US \$ 64.761.524,23
<i>Pay Out Time</i>	= 1,84 tahun
<i>Rate of return on investment</i>	= 51,40 %
<i>Discounted Cash Flow -ROR</i>	= 56,54 %
<i>Break Even Point</i>	= 33,37 %
<i>Service Life</i>	= 11 tahun

Indralaya, Mei 2019

Mengetahui, Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS. Ph. D
NIP. 196009091987031004

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini, dunia telah memasuki Era Revolusi Industri 4.0 yang berdampak kepada industri perekonomian di Indonesia baik industri skala kecil maupun skala besar. Dampak perekonomian yang ditimbulkan cenderung mengalami pertumbuhan yang tidak merata antar daerah satu dengan yang lainnya, sehingga menyebabkan kondisi perekonomian di Indonesia yang timpang dan terus mengalami pemerosotan. Kondisi tersebut sangat disayangkan karena mengingat Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah. Melihat kondisi tersebut maka Indonesia harus bangkit dari keterpurukan untuk dapat memperbaiki kondisi ekonomi yang ada, khususnya pada bidang perindustrian agar tidak kalah saing dengan perekonomian negara lain yang ada di dunia. Pembangunan industri-industri baru di Indonesia khususnya industri kimia juga mengambil andil besar untuk menjadi salah satu solusi menambah lapangan pekerjaan juga menghasilkan bahan baku baru yang menambah nilai guna.

Pada kondisi industri kimia ditingkat global, masih mengalami perlambatan karena kenaikan harga minyak dunia saat ini yang mengakibatkan peningkatan harga material produksi. Material produksi bahan kimia di Indonesia masih terhambat oleh impor sebesar 50%-60%. Untuk itu, strategi industri kimia untuk Indonesia masih di tahapan “*import substitute*”. Sehingga diharapkan banyak industri baru yang memproduksi material bahan kimia agar lebih efisien dan kompetitif sehingga bisa penuhi pasar lokal seluruhnya.

Di Indonesia, neopentana merupakan salah satu bahan baku yang belum banyak dikenal dan salah satu inovasi terbaru. Neopentana (2,2 -dimetilpropana) sama seperti pentana merupakan komponen campuran untuk memproduksi bahan bakar minyak. Neopentana juga merupakan komponen bahan baku minyak bumi, gas alam, dan juga minyak mentah. Namun, terdapat sebagian kecil yang tidak terkonversi sebagai produk murni. Karena jumlah *yield* yang sedikit dan biaya pemurnian yang tinggi, maka tidak ada aplikasi untuk memurnikan neopentana untuk meningkatkan jumlah produksi neopentana di Industri.

Pada penggunaannya di industri neopentana juga digunakan sebagai agen penghilangan panas dan komponen campuran bensin karena angka oktannya yang relatif tinggi. Proses yang kebanyakan digunakan untuk mensintesis neopentana adalah menggunakan reaksi stoikiometri. Reaksi stoikiometri akan menghasilkan logam dan sulit untuk menghasilkan neopentana dalam skala besar untuk kebutuhan komersial. Sementara yang diharapkan adalah produksi neopentana dalam skala besar, kondisi operasi yang rendah, dan memanfaatkan bahan baku yang tersedia. Sehingga untuk menghasilkan neopentana dapat digunakan cara dimerisasi isobutilena untuk menghasilkan diisobutilena, kemudian dengan demetilasi diisobutilena dapat menghasilkan produk neopentana.

Pembangunan pabrik neopentana diharapkan akan menjadi solusi dan mempercepat perkembangan industri kimia yang ada di Indonesia karena selain mengurangi ketergantungan terhadap impor material produksi yang terus meningkat, juga akan meningkatkan daya saing dengan industri asing. Dengan adanya pabrik neopentana ini maka kebutuhan bahan baku industri kimia di Indonesia diharapkan akan terpenuhi dan mampu menekan ketergantungan sektor industri negara terhadap ketergantungan akan impor bahan baku minyak bumi dan gas untuk menjadi bahan bakar minyak.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Reaksi hidrogenolisis neopentana (2,2 -dimetilpropana) masih sedikit yang mengetahui namun banyak dipelajari karena mengingat pentingnya proses tersebut dalam pencairan batu bara, proses pengolahan minyak bumi, dan proses lainnya. Salah satu pengaplikasian terdahulunya adalah hidrogenolisis neopentana (2,2-dimetilpropana) pada film iridium. Dalam sejarahnya, neopentana telah banyak digunakan untuk industri sebagai agen pengkondensasi inert untuk mereaksikan campuran dalam fase gas.

Produksi neopentana terdahulu dilakukan dengan menyintesis neopentana dengan menggunakan reaksi stoikiometrik. Kelemahan reaksi tersebut adalah menghasilkan banyak logam halide dan sulit untuk meningkatkan jumlah produksinya untuk skala komersial. Neopentana juga dapat dihasilkan dari reaksi hidrogenasi dengan sintesis asam neopentanoat, namun reaksi tersebut memiliki kekurangan yaitu selektivitasnya masih rendah. Produksi neopentana juga dapat melibatkan proses demetilasi cabang paraffin dengan katalitik neohexane.

1.3. Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Baku

No	Nama Zat	Rumus Molekul	Berat Molekul (gr/mol)	Densitas (g/cm ³)	Wujud	Warna	Titik Didih (°C)	Titik Lebur (°C)	Tekanan Kritis (atm)	Temperatur Kritis (K)
1.	Isobutilena	C ₄ H ₈	56,108	0,5870	Gas	Tidak Berwarna	-6,9	-140,36	39,5	516,3
2.	Hidrogen	H ₂	2,0159	0,0898	Gas	Tidak Berwarna	-252,88	-259,35	12,8	33,15
3.	Diisobutilena	C ₈ H ₁₆	112,22	0,716	Cair	Tidak Berwarna	102	-101	25,85	559,9
4.	n-butana	C ₄ H ₁₀	58,124	0,573	Gas	Tidak Berwarna	-0,5	-138,4	37,47	425,15
5.	Neopentana	C ₅ H ₁₂	72,2	0,61	Gas	Tidak Berwarna	9,5	-16,6	29,61	433,78
6.	Isobutana	C ₄ H ₁₀	58,123	2,51	Gas	Tidak Berwarna	-11,7	-159,6	36	135,14
7.	Metana	CH ₄	16,042	0,423	Gas	Tidak Berwarna	-161,6	-182,5	45,79	190,56
8.	1-Butena	C ₄ H ₈	56,11	0,588	Gas	Tidak Berwarna	-6,47	-185,3	39,7	419,15
9.	2-Metil Butana	C ₅ H ₁₂	73,143	0,62	Cair	Tidak Berwarna	27,8	-161	32,9	187,8
10.	2-Metil Propana	C ₄ H ₁₀	58,12	0,0020	Gas	Tidak Berwarna	-11,7	-159,42	35,82	406,85
11.	2,2-Dimetil Butana	C ₆ H ₁₄	86,18	0,644	Cair	Tidak Berwarna	49,7	-102	29,61	488,78
12.	Triisobutilena	C ₁₂ H ₂₄	168,32	0,77	Cair	Tidak Berwarna	192,85	-161,15	17,05	658,32
13.	Cis-2-Butena	C ₄ H ₈	56,106	0,617	Cair	Tidak Berwarna	3,7	-139	41,45	435,15
14.	Trans-2-Butena	C ₄ H ₈	56,106	0,599	Cair	Tidak Berwarna	3,7	-105,5	40,46	428,15
15.	2,2-Dimetil Pentana	C ₇ H ₁₆	100,205	0,674	Cair	Tidak berwarna	79	-123,8	37,24	520,5

1.4. Sifat Fisika Kimia Katalis

No	Simbol	Fase	Bentuk	Porositas	Diameter (m)	Partikel density (g/cm ³)
1.	Amberlyst 15	Padat	Porous spherical beads	0,32	5×10^{-3}	1,505
2.	NiSiO ₂	Padat	Powder	0,33	6×10^{-4}	8,9

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2012. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2013. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2014. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2014. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2015. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2016. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2017. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2018. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri Kimia*. Jakarta: BPS, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- _____. 2019. *Suku Bunga Pinjaman Rupiah yang diberikan menurut Kelompok Bank*. Jakarta: BI, Bank Indonesia.
- ASME. 2013. *ASME Boiler & Pressure Vessel Code VIII: Rules for Construction of Pressure Vessels*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.
- Cost Information Equipment. 2018. Diakses pada tanggal 7 Mei 2019 dari <http://matche.com/EquipCost.htm>
- Felder, R. M. and Rousseau R. W. 2000. *Elementary Principles of Chemical Process, 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Fogler, H. S. 2001. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3rd edition.* New Jersey : Prentice Hall PTR.
- Huang, Y. J. dkk. 2003. The Fisibility Study of Tteh Octane-Enhancing Process: Isobutylene Dimerization Using C₄ Mixture. *Journal of Environmental Science and Health.* A38 (11). 2661-2678.
- Ismail, S. 1996. *Alat Industri Kimia*, Cetakan Ketiga. Palembang: Penerbit Unsri. ISBN 979-587-168-4.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer.* Auckland: McGraw - Hill International Edition.
- McCabe, W. L. dkk. 2005. *Unit Operation of Chemical Engineering 7th Edition.* Mc Graw Hill.
- Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition.* New York: McGraw - Hill Book Company.
- Peter, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 4 th Edition.* New York : Mc Graw Hill International Book Co.
- Sheir, L. L., R. A. Jarman dan G. T. Burstein. 2000. *Corrosion.* Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Sinnot, R. K. 1999. *Chemical Engineering Volume 6 4th Edition.* New York: Buttenworth - Heinemann.
- Smith, J. M. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 6th Edition.* Singapore : Mc Graw Hill.
- SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan
- TEMA. 1978. *Standards of Tubular Exchanger Manufactures Association,* 6th Edition. New York: Tubular Exchanger Manufactures Association, Inc.
- Treybal, R. E. 2005. *Mass Transfer Operations, 3rd Edition.* Rhode Island: McGraw -Hill Book Co.

Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. USA : Butterworth Publishers.

Winkle, M. V. *Distillation*. New York: McGraw-Hill.

WO Patent No. 2018044591 A1. Wang, K., dkk. 2018. *Production of Neopentane*.

WO Patent No. 2018044596 A1. Wang, K., dkk. 2018. *Production of Neopentane*.

Woods, D. R. 2007. *Rules of Thumb in Chemical Engineering Practice*. Jerman: Wiley-VCH.

Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.

Yaws, C. L. 2015. *The Yaws Handbook of Vapor Pressure, 2nd Edition*. New York: Elsevier.