SKRIPSI

PRA RENCANAPABRIK
PEMBUATAN VINIL ASETAT MONOMER
KAPASITAS 68.000 TON/TAHUN

Siti Nurhayati
NIM 03031181419020
Nabila Aprianti
NIM 03031181419030

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI

PRA RENCANAPABRIK
PEMBUATAN VINIL ASETAT MONOMER
KAPASITAS 68.000 TON/TAHUN

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknik Kimia

pada

Universitas Sriwijaya

Siti Nurhayati

NIM 03031181419020

Nabila Aprianti

NIM 03031181419030

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN VINIL ASETAT MONOMER
KAPASITAS 68.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Duplikasi untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Siti Nurhayati	03031181419020
Nabila Aprianti	03031181419030

Indralaya, Maret 2018

Pembimbing

Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T.
NIP. 195608311984032002

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 Vinil Asetat Monomer Kapasitas 68.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Siti Nurhayati dan Nabila Aprianti di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Maret 2018.

Palembang, Maret 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA. ( )
   NIP. 195810031986031003
2. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA. ( )
   NIP. 195610241981032001
3. Ir. Roosdiana Muin, M.T. ( )
   NIP. 195604101985032001
4. Hj. Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D ( )
   NIP. 197208092000032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Siti Nurhayati
NIM	:	03031181419020
Judul Tugas Akhir	:	Pra Rencana Pabrik Pembuatan Vinil Asetat Monomer Kapasitas 68.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan	:	Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Nabila Aprianti** 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, 23 Maret 2018

METERAI TEMPEL
C0000AAC000000001
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Siti Nurhayati
NIM. 03031181419020

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Nabila Aprianti
NIM	:	03031181419030
Judul Tugas Akhir	:	Pra Rencana Pabrik Pembuatan Vinil Asetat Monomer Kapasitas 68.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan	:	Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Siti Nurhayati** 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, 23 Maret 2018

METERAI TEMPEL
5DD3EADF574517208
6000

Nabila Aprianti
NIM. 03031181419030

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT sehingga dapat diselesaikan penulisan tugas akhir. Tugas akhir yang berjudul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Vinil Asetat Monomer Kapasitas 68.000 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. Laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik karena banyaknya bantuan, dukungan dan bimbingan yang diberikan dari berbagai pihak, oleh karena itu terima kasih kepada:

1. Bapak, Dr. Ir. H. Syaiful, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
2. Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
3. Ibu Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, MT, selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua dan Keluarga atas semua dukungan yang begitu besar.
5. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2014 yang terlibat dan turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

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

Inderalaya, Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS ..... **iv**

KATA PENGANTAR ..... **vi**

DAFTAR ISI ..... **vii**

DAFTAR TABEL ..... **ix**

DAFTAR GAMBAR ..... **x**

INTISARI ..... **xi**

BAB IPENDAHULUAN **1**

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Sejarah dan Perkembangan 1

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan 2

1.4. Sifat-sifat Fisik dan Kimia 4

BAB II PERENCANAAN PABRIK **11**

2.1. Alasan Pendirian Pabrik 11

2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi 11

2.3. Pemilihan Bahan Baku 13

2.4. Pemilihan Proses 13

2.5. Uraian Proses 14

BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK **18**

3.1. Lokasi Pabrik 18

3.2. Tata Letak Pabrik 20

3.3. Luas Pabrik 21

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS 24
4.1. Neraca Massa 24
4.2. Neraca Panas 33
BAB V UTILITAS 41
5.1. Unit Pengadaan Air 41
5.2. Unit Pengadaan Steam 44
5.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik 44
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar 46
BABVI SPESIFIKASI PERALATAN 48
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN 87
7.1. Struktur Organisasi 87
7.2. Manajemen Perusahaan 87
7.3. Kepegawaian 88
7.4. Penentuan Jumlah Pekerja 89
BABVIII ANALISA EKONOMI 94
8.1. Keuntungan (Profitabilitas) 95
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal 96
8.3. Total Modal Akhir 98
8.4. Laju Pengembalian Modal 101
8.5. *Break Even Point* 102
BABIX KESIMPULAN 106
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kebutuhan Vinil Asetat di Indonesia.....12
Tabel 3.1. Rincian Area Pabrik.....21
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift.....89
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan 91
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal 97
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi 104

DAFTAR GAMBAR

Gambar2.1. Kebutuhan Vinil Asetat Indonesia 12
Gambar 2.2. Flowsheet Proses Pembuatan Vinil Asetat Monomer 17
Gambar3.1. Peta Lokasi Pabrik..... 20
Gambar 3.2. Layout Pabrik 22
Gambar3.3. Tata Letak Peralatan..... 23
Gambar 7.1. Stuktur Organisasi Perusahaan..... 93
Gambar 8.1. Grafik *Break Even Point* 104

INTISARI

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN VINIL ASETAT MONOMER KAPASITAS PRODUKSI 68.000 TON/TAHUN

Karyatulis ilmiah berupa Skripsi, 15 Maret 2018

Siti Nurhayati dan Nabila Aprianti; Dibimbing oleh Ir. Hj. Rosdiana Moeksin,M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xv + 106 halaman, 6 tabel, 7 gambar, 4 lampiran

INTISARI

Pabrik pembuatan Vinil Asetat Monomer dengan kapasitas 68.000 ton/tahun direncanakan didirikan pada tahun 2022 berlokasi di kawasan industri Krakatau daerah Cilegon, Banten dengan luas area 4,25 Ha. Proses pembuatan Vinil Asetat Monomer ini mengacu pada US Patent No. 9,573,877 B2. Bahan baku dari pembuatan Vinil Asetat Monomer terdiri dari asam asetat, etilen dan oksigen. Reaksi berlangsung pada reaktor *Fixed Bed Multitube* dengan menggunakan katalis Palladium pada temperatur 150°C dan tekanan 6 atm.

Pabrik ini akan didirikan perusahaan berbentuk perseroan terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and Staff*, yang dipimpin oleh seorang Direktur Utama dengan total karyawan 110 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi pabrik Vinil Asetat Monomer ini layak didirikan karena telah memenuhi persyaratan parameter ekonomi sebagai berikut

- *Total Capital Investment* (TCI) : US$ 59,371,601.52
- *Total Production Cost* (TPC) : US$ 94,017,076.51
- Total Penjualan per Tahun (SP) : US$ 146,703,014.77
- *Annual Cash Flow* : US$ 44,561,039.82
- *Pay Out Time* : 2 tahun
- *Rate of Return* : 66,00%
- *Break Even Point* : 33,41%
- *ServiceLife* : 11 tahun

Kata Kunci : Vinil Asetat Monomer, Pabrik, Analisa Ekonomi
Kepustakaan : 28 (1981-2017)

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang pertumbuhan industrinya semakin meningkat. Pesatnya peningkatan jumlah industri akan mendorong Indonesia menjadi negara maju. Industri bahan kimia menjadi salah satu sektor industri yang dapat meningkatkan pendapatan dan memajukan perekonomian Indonesia. Pemenuhan akan beberapa kebutuhan bahan kimia di Indonesia masih belum mampu dilakukan sehingga harus mengimpor dari negara lain.

Vinil asetat merupakan salah satu bahan kimia yang kebutuhannya selalu meningkat setiap tahun di Indonesia, namun pemenuhannya masih dilakukan dengan cara mengimpor dari Amerika Serikat, Jepang dan Taiwan karena pabrik vinil asetat belum ada di Indonesia. Vinil asetat digunakan untuk membuat polivinil asetat dan kopolimernya sebagai bahan baku, sedangkan dalam bentuk polimer vinil asetat digunakan untuk pelapis, cat, film, tekstil, lem dan industri kertas. Berdasar pada kebutuhan dan kegunaan vinil asetat maka pendirian pabrik vinil asetat di Indonesia perlu dilakukan untuk mengurangi jumlah impor dan meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam dan sumber daya manusia Indonesia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Vinil asetat pertama kali dijelaskan dalam sebuah penghargaan paten Jerman yang diberikan kepada Fritz Klatte dan ditugaskan kepada Chemishe Fabriken Grieshim-Electron pada tahun 1912. Vinil asetat diidentifikasi sebagai hasil samping dari reaksi asam asetat dan asetilena untuk menghasilkan etilidena diasetat. Pada tahun 1925, kepentingan komersial pada monomer dan polimer vinil asetat, polivinil asetat, dikembangkan dan diproses untuk produksinya dalam skala industri. Proses komersial pertama untuk monomer vinil asetat melibatkan penambahan asam asetat pada asetilena dalam keadaan uap menggunakan katalis zinc asetat yang didukung oleh karbon aktif. Proses ini dikembangkan oleh Wecker Chemie pada awal tahun

1930an dan mendominasi produksi vinil asetat sampai tahun 1960an ketika sebuah proses berbasis etilen dikomersialisasikan yang menggantikan teknologi asetilena sebelumnya.

Versi etilen berbasis vinil asetat juga dikembangkan oleh Wacker Chemie. Prosesnya mirip dengan proses Wacker untuk asetaldehida dari etilen yang dikembangkan sekitar waktu yang sama. Dalam proses vinyl acetate, etilena direaksikan dengan oksigen kemurnian dan asam asetat dengan adanya katalis paladium klorida. Penyuling dan bahan kimia nasional, yang kemudian menjadi bahan kimia USI dan sekarang merupakan divisi dari Quantum Chemicals, mengembangkan teknologi berbasis etilen fase uap serupa di Amerika Serikat. Kedua versi proses saat ini digunakan secara komersial.

Proses etilen fase cair dikembangkan oleh beberapa kelompok secara bersamaan, namun tidak pernah dikomersialisasikan. Korosi yang parah serta kesulitan teknis lainnya membuat proses ini tidak ekonomis dibandingkan dengan fase uap. Proses berbasis udara untuk vinil asetat dari etilen tidak pernah dikembangkan. Seperti proses Wacker untuk asetaldehida, vinil asetat oleh oksidasi etilen dikomersialisasikan selama tahun 1960an ketika etilena dan oksigen dengan kemurnian tinggi keduanya tersedia dengan biaya yang relatif rendah. Akibatnya, hanya proses berbasis oksigen yang dikembangkan. Sebenarnya, transisi dari asetilena ke oksidasi etilen terjadi dengan kecepatan yang mengejutkan untuk pengenalan teknologi baru. Proses pengembangan dimulai tahun 1960 dan pada tahun 1970 teknologi baru telah menjadi bagian utama pasar. Pada tahun 1980, pada dasarnya semua vinil asetat di seluruh dunia sedang diproduksi oleh oksidasi fase uap etilena dengan menggunakan oksigen dengan kemurnian tinggi (Gunardson, 1998).

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan

1.3.1. Asam Asetat dan Asetilena

Proses berdasarkan reaksi yaitu:

$$HC{\equiv}CH + CH_3COOH \rightarrow H_2C{=}CH\text{-}O\text{-}(CO)CH_3 \qquad \Delta H = -118 KJ/mol$$

Kondisi operasinya yaitu fase gas dengan temperatur 170-250°C dan menggunakan katalis berupa $Zn(OAc)_2$ diresapi dengan arang. Tiap tahap konversi asetilen mencapai 60-70% dengan selektifitas 93% asetilen dan 99% asam asetat. Biaya asetilen yang tinggi dan masalah keselamatan membuat proses ini kurang kompetitif.

1.3.2. Asetaldehid dan Anhidrida Asetat

Proses ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu asetaldehid dan anhidrida asetat dari etilidene diasetat dalam fase liquid pada temperatur 120-140°C dengan katalis $FeCl_3$, Reaksinya yaitu:

$$CH_3CHO+(CH_3CO)_2O \rightarrow CH_3CH(OCOCH_3)_2$$

Tahap kedua yaitu dekomposisi intermediet pada temperatur 120°C dengan katalis asam. Reaksinya yaitu:

$$CH_3CH(OCOCH_3)_2 \rightarrow H_2C{=}CH\text{-}O\text{-}(CO)CH_3 + CH_3COOH$$

Dengan catatan bahwa tergantung pada bahan baku.

1.3.3. Asam Asetat, Etilen dan Oksigen

$$C_2H_4 + CH_3COOH + \tfrac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow CH_3COOCH{=}CH_2 + H_2O$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Teknologi sebelumnya beroperasi pada fase liquid dengan temperatur 110-130°C dan tekanan 30-40 bar dengan katalis $PdCl_2/CuCl_2$ meningkatkan masalah korosi. Proses modern yang dioperasikan dalam fase gas dengan katalis berbasis Pd. Reaksi sekunder yang tidak diinginan dari etilen adalah terbentuknya CO_2. Dengan katalis Pd/Au selektifitasnya dapat mencapai 94% berbasis etilen 98-99% berdasarkan asam asetat. Penghilangan CO_2 biasanya dilakukan dengan pencucian menggunakan larutan KOH panas, namun akan mempengaruhi ekonomi secara keseluruhan.

Hoechst/Celanese dan Bayer/DuPont adalah proses yang paling luas, perbedaan utamanya terletak pada formulasi katalis. Sehubungan dengan teknik reaksi reaktor multi tubular fixed bed, dimana sulit mengoperasikannya jika terjadi kenaikan temperatur yang berlebihan (hot spot). Teknologi mengenai reaktor fluid

bed telah dikembangkan dengan produktivitas yang lebih baik dan investasinya rendah yaitu 30%. Mencari sumber asetat dengan harga rendah karena membutuhkan 70% berat diakhir produk. Dari sudut pandang bahwa dua proses Halcon Company yaitu:

1) Integrasi pembuatan vinil asetat dan etilen glikol melalui intermediet 1,2-diasetoksietana.
2) Hidrogenatif karbonilasi metil asetat menjadi 1,1-diasetoksietana diikuti oleh pembelahan menjadi vinil asetat dan asam asetat. Bahan bakunya hanya berupa syn-gas.

1.4. Sifat Fisik dan Kimia

1) Etilena

Sifat Fisika

Rumus Molekul	:	C_2H_4
Berat Molekul	:	28,054 kg/kmol
Densitas	:	975 kg/m^3 gas
Wujud	:	Gas
Titik didih	:	-102,4 $^\circ$C
Titik leleh	:	-169 $^\circ$C
Temperatur kritis	:	9,7 $^\circ$C
Tekanan kritis	:	50,5 atm
Cp (298 K)	:	42,86 J/mol K
ΔH_f (298 K)	:	52,51 kJ/gmol

Sifat Kimia

a) Reaksi antara etena (etilen) dengan hidrogen menghasilkan etana
b) Etilen merupakan intermediet yang reaktif.
c) Pembakaran sempurna antara etena dan oksigen menghasilkan gas karbonmonoksida dan air.

d) Reaksi yang melibatkan etilena umumnya reaksi eksotermis.

2) Oksigen

Sifat Fisika

Rumus Molekul	:	O_2
Berat Molekul	:	32 kg/kmol
Densitas	:	1100 kg/m^3 cairan
Wujud	:	Gas
Titik didih	:	-183 °C
Titik leleh	:	-219 °C
Temperatur kritis	:	118 °C
Tekanan kritis	:	49,7 atm
Cp (298 K)	:	46,40 J/mol K

Sifat Kimia

a) Oksigen membentuk senyawa dengan semua unsur, kecuali gas-gas mulia ringan.
b) Biasanya oksigen bereaksi dengan logam membentuk ikatan yang bersifat ionik dan bereaksi dengan bukan logam membentuk ikatan yang bersifat kovalen sehingga akan membentuk oksida.
c) Reaktif / tidak kompatibel dengan bahan berikut: bahan pengoksidasi, bahan pereduksi dan bahan mudah terbakar

3) Asam Asetat

Sifat Fisika

Rumus kimia	:	CH_3COOH
Berat Molekul	:	60,052 Kg/kmol
Densitas	:	1049 Kg/m^3
Wujud	:	Liquid

Titik didih : 117,9 ^{o}C

Titik leleh : 16,2 ^{o}C

Temperatur kritis : 321,6 ^{o}C

Tekanan kritis : 57,2 atm

ΔH_f (298 K) : 486,18 kJ/gmol

Sifat Kimia

a) Tidak reaktif pada kondisi normal

b) Bereaksi hebat dengan zat pengoksidasi kuat: asetaldehida, anhidrida asetat dan bereaksi dengan beberapa bahan logam, basa kuat, amina, karbonat dan hidroksilat.

c) Bersifat korosif dan *toxic*

d) Asam asetat ditambahkan dengan asetilen membentuk vinil asetat.

4) Nitrogen

Sifat Fisika

Rumus Molekul : N_2

Berat Molekul : 28,02 kg/kmol

Densitas : 1,160 kg/m^3 gas

Wujud : Gas

Titik didih : -196 $^{\circ}$C

Titik leleh : -210 $^{\circ}$C

Temperatur kritis : -147,1 ^{o}C

Tekanan kritis : 33,5 atm

Sifat Kimia

a) Molekul N_2 berikatan kovalen rangkap tiga, memiliki energi ikatan yang relatif besar yaitu 946 kJ/mol sehingga sangat stabil atau sukar bereaksi pada suhu tinggi (*endoterm*) dengan bantuan katalis.

b) Pada suhu ruangan N_2 bereaksi sangat lambat dengan logam Li menghasilkan Li_3N. Sedangakan dengan logam-logam lain, dapat dilakukan dengan cara mengerjakan loncatan bunga api listrik melalui gas nitrogen yang bertekanan rendah, proses ini dikatalisasi oleh adanya oksigen homo terbentuk nitrogen aktif (N_2 menjadi 2N) yang dapat membentuk senyawa nitrida dengan logam-logam tertentu.

c) Nitrogen bereaksi dengan hydrogen atau aksigen pada suhu yang tinggi seperti dalam loncatan bunga api listrik, membentuk gas NH_3 dan NO_3.

5) Vinil Asetat

Sifat Fisika

Rumus kimia	:	$CH_3COOCH{=}CH_2$
Berat Molekul	:	86,091 Kg/ kmol
Densitas	:	932 Kg/ m^3
Spgr	:	0,9338
Wujud	:	Liquid
Titik didih	:	72,8 ^oC
Titik leleh	:	- 100,2 ^oC
Temperatur kritis	:	525 K
Tekanan kritis	:	43,6 atm

Sifat Kimia

a) Polimerisasi merupakan reaksi terpenting pada vinyl asetat sebagai monomer, salah satunya adalah pembentukan polyvinyl asetat.

b) Vinil asetat terhidrolisa dengan katalis asam atau basa membentuk vinil alkohol tidak stabil, kemudian membentuk asetaldehid.

c) Menghasilkan reaksi eksotermis dengan toluene, asam, alkali kuat, aldehida, aluminium oksida

d) Beresiko menghasilkan ledakan dengan senyawa hidrogen peroksida.

6) Karbondioksida

Sifat Fisika

Rumus kimia	:	CO_2
Berat Molekul	:	44,010 Kg/ kmol
Densitas	:	777 Kg/ m^3
Spgr (pada -37 C)	:	1,101
Wujud	:	Gas
Titik didih	:	-78,5 ^oC
Titik leleh	:	- 56,6 ^oC
Temperatur kritis	:	31,1 ^oC
Tekanan kritis	:	73 atm
Cp (298 K)	:	37,1 J/mol K
ΔH_f gas (298 K)	:	393,5 kJ/gmol

Sifat Kimia

a) Karbon dioksida tidak reaktif dan cenderung stabil pada suhu kamar.
b) Karbon dioksida dan air membentuk asam karbonat.
c) Karbon dioksida membentuk karbon monoksida pada suhu diatas 1700^oC.
d) Larut dalam air membentuk asam lemah H_2CO_3, HCO_3-.
e) Bereaksi dengan air membentuk metana, gas hidrogen, karbon monoksida pada suhu dan tekanan tinggi dengan bantuan katalis.
f) Bereaksi dengan basa membentuk karbonat.
g) Jika karbon dioksida larut dalam air maka akan membentuk asam karbonat yang selnjutnya akan membentuk garam-garam ester melalui reaksi dengan menggunakan asam lemah.

7) Air

Sifat Fisika

Rumus kimia	:	H_2O
Berat Molekul	:	18,015 Kg/ kmol
Densitas	:	998 Kg/ m^3
Wujud	:	Liquid
Titik didih	:	100 ^oC
Titik leleh	:	0 ^oC
Temperatur kritis	:	374,15 ^oC
Tekanan kritis	:	220,5 atm
H_{f298}	:	218,4 atm
Kapasitas Panas	:	75,4 J/mol.K (liquid)

Sifat Kimia

a) Air sering disebut sebagai pelarut universal karena air melarutkan banyak zat kimia.

b) Zat-zat yang bercampur dan larut dengan baik dalam air (misalnya garam-garam) disebut sebagai zat-zat hidrofilik dan zat-zat yang tidak mudah larut dalam air (misalnya lemak dan minyak) disebut sebagai zat-zat hidrofobik.

8) Metana

Sifat Fisika

Rumus kimia	:	CH_4
Berat Molekul	:	16,05 Kg/ kmol
Densitas	:	424,5 Kg/ m^3
Wujud	:	Gas
Titik didih	:	-161,48 ^oC
Titik leleh	:	- 187,6 ^oC
Temperatur kritis	:	-82,45 ^oC
Tekanan kritis	:	atm

Cp (25 ^{o}C) : 2,226 KJ/kg.K

ΔH_f gas (298 K) : -74,52 kJ/gmol

Sifat Kimia

a) Metana diklasifikasikan sebagai senyawa organik, zat yang terdiri dari karbon dan hidrogen (hidrokarbon)
b) Metana merupakan komponen utama gas alam, sekitar 87%
c) Ikatan kimia yang ditemukan dalam metana diklasifikasikan sebagai ikatan kovalen
d) Metana sangat mudah terbakar, karena unsur penyusunnya (karbon dan hidrogen) merupakan unsur yang mudah terbakar dan merupakan salah satu senyawa hidrokarbon alkana

DAFTAR PUSTAKA

Alibaba.com. 2017. *Data Harga Produk dan Barang*. https://www.alibaba.com, Diakses tanggal 10 Desember 2017.

Altway. S, Kuswandi. 2016. Eksperimen dan Estimasi Parameter Kesetimbangan Fasa Uap-CairSistem Larutan Elektrolit CO2-K2CO3-(Piperazine+DEA)-H2O 75-82.

Aspen Hysys 2003.

Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. (2017). *Data Ekspor Impor*. http://www.bps.go.id/all_newtemplate.php, Diakses tanggal 26Agustus 2017.

Bagus, dkk. 2017. Pengaruh Larutan Benfield, Laju Alir Gas Proses, dan Beban Reboiler terhadap Analisa Kinerja Kolom CO_2 Absorber dengan Menggunakan Simulator Aspen Plus V. 8.6. Jurnal Teknik Kimia Universitas Mulawarman 6(1) : 1-6.

Blackwell, Wayne. (1984). *Chemical Process Design*. New York: McGraw Hill.

Felder, R.M&Rousseau. (1986). *Elementary Principles of Chemical Processes 2nd Edition*. New York: John Wiley and Sons.

Green, D. W., & Perry, R. H. (2008). *Perry's Chemical Engineer's Handbook 7th Edition*. New York: McGraw Hill.

Guenaltay, M, Willibald Dafinger, Peter Holl. (2013). *Method for Producing Vinyl Acetate*. Munich: Wacker Chemic AG.

Ismail, Syarifuddin. (1996). *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.

Kern, Donald Q. (1983). *Process Heat Transfer*. Singapore: Mc Graw Hill.

Kementerian ESDM. (2016). *Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)*. Kementerian ESDM: Republik Indonesia

Komariah, L. N. (2009). *Tinjaun Teoritis Perancangan Kolom Distilasi Untuk Pra-Rencana Pabrik Skala Industri*. Jurnal Teknik Kimia, No. 4, Vol 16.

Levenspiel, Octave. (1999). *Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. John Wiley and Sons: USA.

Ludwig, Ernest E. (1999). *Apllied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants Volume 1 3rd Edition*. Gulf: Houston, TX.

Matche. (2014). *Data Harga Peralatan*.https://www.matche.com, Diakses Tanggal 1 Januari 2018.

Mazanec, T, Victor J. Johnston, Michael Huckman, Sean P. Fitzgerald. (2011). *Process and Apparatus fro Improved Methods for Making Vinyl Acetate Monomer (VAM).* US: Celnese International Corporation.

Mccabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (2009). *Unit Operations of Chemical Engineering 7th Edition*. New York: McGraw-Hill.

Pertamina. 2017. *Harga BBM Industri PT Pertamina (Persero)*. http://www.infohargabbm.com/, Diakses Tanggal 28 Desember 2017.

Peter, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th Edition*. New York: McGraw Hill.

PT Bintang Samudra Semesta. (2011). *Karakteristik High Speed Diesel (HSD)*. http://bintang-samudra-semesta.blogspot.co.id.

Sinnott, R. K. (2005). *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Smith, J.M., H.C. Van Ness, M.M. Abbott. (2001). *Introduction to Chemical Engineering Thermdynamics6th Edition*. Mc Graw Hill Book Company, New York.

Treybal, R. E. (1981). *Mass-Transfer Operation 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Urban Indo. (2017). Harga Tanah. https://www.urbanindo.com, Diakses Tanggal 25 Desember 2017.

Vismans, P, Naveed Aslam, Tony Hammock, Kevin Hanks, Ilias S. Kotsianis, Tiansu Pan, Daniel Rangel-Osalde, Kelly Wallace. (2017). *Process for Producing Vinyl Acetate.* US: Celanese International Corporation.

Wallas, S.M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth-Heinemann.

Welty, J. R, dkk. (2008). *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer5th Edition*. John Wiley & Sons, Inc.

Yaws, Carl L. (2003). *Yaws's Handbook of Thermodynamic and Physical Properties of Chemical Compounds*. Knovel.