SKRIPSI

PRA RENCANA PABRIK
PEMBUATAN METANOL
KAPASITAS 420.000 TON/TAHUN

Dwi Indah Utami

NIM 03031381419118

Natra Ilhani Matondang

NIM 03031381419124

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

SKRIPSI

PRA RENCANA PABRIK
PEMBUATAN METANOL
KAPASITAS 420.000 TON/TAHUN

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknik Kimia

pada

Universitas Sriwijaya

Dwi Indah Utami

NIM 03031381419118

Natra Ilhani Matondang

NIM 03031381419124

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN METANOL
KAPASITAS 420.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Dwi Indah Utami	03031381419118
Natra Ilhani Matondang	03031381419124

Palembang, November 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 Metanol Kapasitas 420.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Dwi Indah Utami dan Natra Ilhani Matondang di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 November 2018.

Palembang, November 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Ir. H. Abdullah Saleh, M.S., M.Eng.
   NIP. 195304261984031001 ( )
2. Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng.
   NIP. 195910191987111001 ( )
3. Tine Aprianti, S.T., M.T.
   NIP. 198204252013102201 ( )
4. Ir. Siti Miskah, M.T
   NIP. 195602241984032002 ( )

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Dwi Indah Utami
NIM	:	03031381419118
Judul Tugas Akhir	:	Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metanol Kapasitas 420.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan	:	Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Natra Ilhani Matondang** 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, November 2018

METERAI TEMPEL 6000 ENAM RIBU RUPIAH

Dwi Indah Utami
NIM. 03031381419118

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Natra Ilhani Matondang
NIM	:	03031381419124
Judul Tugas Akhir	:	Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metanol Kapasitas 420.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan	:	Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Dwi Indah Utami** 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, November 2018

METERAI TEMPEL
TGL. 20
1F7D9AFF480521182
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Natra Ilhani Matondang
NIM. 03031381419124

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkah, rahmat, dan karunia-Nya jualah akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metanol Kapasitas 420.000 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 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 FakultasTeknik.
3. Ibu Ir. Hj. Farida Ali, DEA, selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Orang tua, keluarga dan semua pihak yang telah terlibat dan turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir.

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

Palembang, November 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan laporan 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, baik yang bersifat moral maupun material. Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang memberikan kemampuan bagi penulis 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 terus mengalir demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. H. M. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik 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 Staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Teman-teman Teknik Kimia 2014 yang selalu memberi semangat dan bantuan kepada penulis, serta pihak-pihak lainnya yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, diharapkan tugas akhir ini turut memberi kontribusi yang bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS iv
KATA PENGANTAR vi
UCAPAN TERIMA KASIH vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR NOTASI xii
DAFTAR LAMPIRAN xix

BAB I PEMBAHASAN UMUM
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Sejarah dan Perkembangan 1
1.3 Macam-macam Proses Pembuatan 3
1.4 Sifat Fisika dan Kimia 10

BAB II PERENCANAAN PABRIK
2.1 Alasan Pendirian Pabrik 11
2.2 Penentuan Kapasitas Produksi 12
2.3 PemilihanBahan Baku 13
2.4 Pemilihan Proses 13
2.5 Uraian Proses 13

BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK
3.1 Lokasi Pabrik 16
3.2 Luas Pabrik 17
3.3 Tata Letak Pabrik 18

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS
4.1 Neraca Massa 21
4.2 Neraca Panas 24

BAB V UTILITAS
5.1 Unit Pengadaan *Steam* 29
5.2 Unit Pengadaan Air 29
5.3 Unit Pengadaan Tenaga Listrik 32
5.4 Unit Pengadaaan Bahan Bakar 34

BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN
6.1 Spesisifikasi Peralatan 36

BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN
7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan 53
7.2 Struktur Organisasi 55
7.3 Tugas dan Wewenang 56
7.4 Sistem Kerja 59
7.5 Penentuan Jumlah Karyawan 61

BAB VIII ANALSA EKONOMI
8.1 Keuntungan (*Profitability*) 67
8.2 Lama Waktu Pengembalian Pinjaman 68
8.3 Total Modal Akhir 70
8.4 Laju Pengembalian Modal 72
8.5 *Break Even Point* 73

BAB IX KESIMPULAN
Kesimpulan 77

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan Metanol 9
Tabel 1.2. Sifat Fisik dan Kimia Produk dan Bahan Baku 11
Tabel 2.1. Data Impor Metanol 13
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja *Shift* 60
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan 63
Tabel 8.1 Angsuran Pengembalian Pinjaman 69
Tabel 8.2 Kesimpulan Analisa Ekonomi 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Impor Metanol di Indonesia 12

Gambar 2.2. *Flowsheet* Pra Rencana Pabrik Metanol 15

Gambar 3.1. Lokasi Pembangunan Pabrik 18

Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik..... 19

Gambar 3.3. *Layout* peralatan proses 20

Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan..... 65

Gambar 8.1. Grafik *Break Even Point*..... 75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tugas Khusus 78

Lampiran 2 Perhitungan Neraca Massa 96

Lampiran 3 Perhitungan Neraca Panas 129

Lampiran 4 Perhitungan Spesifikasi Alat 140

Lampiran 5 Perhitungan Analisa Ekonomi 315

ABSTRAK

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN METANOL DENGAN KAPASITAS 420.000 TON/TAHUN
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 14 November 2018

Dwi Indah Utami dan Natra Ilhani Matondang ; Dibimbing oleh Ir.Hj.Farida Ali, DEA

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xiv + 288 halaman, 7 tabel, 7 gambar, 4 lampiran

ABSTRAK

Pabrik Metanol direncanakan berlokasi di daerah Tj.Api-Api Gasing Talang Klp, Kabupaten Banyu Asin, Sumatera Selatan. Pabrik ini meliputi area seluas 9 Ha dengan kapasitas 420.000 ton pertahun.

Proses pembuatan Metanol dilakukan melalui proses Lurgi dengan bahan baku hidrogen (H_2) dan karbon monoksida (CO_2), yang berlangsung pada reaktor *Multi Tubular Fixed Bed* dengan bantuan katalis *Zink Oksida*. Hidrogen (H_2) dan karbon monoksida (CO_2) direaksikan pada *Multi Tubular Fixed Bed reactor* berlangsung pada temperatur 250°C di reaktor 1, 240°C di reaktor 2 dengan tekanan 50 atm dan 40 atm.

Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 220 orang.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan Metanol layak didirikan dengan hasil analisa ekonomi sebagai berikut:

a.	*Total Capital Investment*	: US $ 16.006.028,90
b.	Hasil Penjualan per Tahun	: US $ 357.000.000,00
c.	Biaya Produksi per Tahun	: US $ 320.368.765,55
d.	Laba Bersih per Tahun	: US $ 12.369.843,31
e.	*Rate of Return Investment*	: 78,12%
f.	*Break Event Point* (BEP)	: 32,12 %
g.	*Pay Out Time*	: 1,58 tahun
h.	*Service Life*	: 11 tahun

Kata Kunci **:** Metanol, Analisa Ekonomi, *Multi Tubular Fixed Bed Reactor*.

BAB I
PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia semakin meningkat khususnya industri kimia yang mengalami peningkatan kuantitas maupun kualitasnya, baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun industri yang menghasilkan bahan setengah jadi untukbahan bakuindustri lain, sehingga kebutuhan bahan baku maupun bahan pembantu mengalami peningkatan.

Pembangunan industri kimia di Indonesia sangat penting, sehingga dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri, yang pada akhirnya akan dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor bahan-bahan industri kimia. Salah satunya adalah metanol yang banyak dibutuhkan untuk bahan baku industri di Indonesia. Kebutuhan metanol yang tinggi, tidak diimbangi dengan banyaknya produksi metanol di Indonesia, sehingga Indonesia harus mengimport metanol dari luar negeri.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Metanol disebut juga sebagai metil alkohol yang merupakan senyawa kimia dengan rumus molekul (CH_3OH). Metanol merupakan bentuk alkoholpaling sederhana. Pada keadaan atmosfer metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan dari pada etanol). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.(Wikipedia, 2013)

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air.

Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat. Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan

sebagai bahan additif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Penambahan "racun" ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol).

Metanol murni, pertama kali berhasil diisolasi tahun 1661 oleh Robert Boyle, yang menamakannya *spirit of box*, karena Robert menghasilkannya melalui distilasi kotak kayu. Nama itu kemudian lebih dikenal sebagai*pyroxylic spirit* (spiritus). Pada tahun 1834, ahli kimia Perancis Jean Baptiste Dumas dan Eugene Peligot menentukan komposisi kimianya.

Mereka juga memperkenalkan nama *methylene* untuk kimia organik, yang diambil dari bahasa Yunani *methy* yang berarti anggur dan *hýlē* yang berarti kayu (bagian dari pohon). Kata itu semula dimaksudkan untuk menyatakan alkohol dari (bahan) kayu.Kata methyl pada tahun 1840 diambil dari methylene dan kemudian digunakan untuk mendeskripsikan metil alkohol. Nama ini kemudian disingkat menjadi metanol tahun 1892 oleh International Conference on Chemical Nomenclature.

Pada tahun 1923, ahli kimia Jerman, Matthias Pier yang bekerja untuk BASF mengembangkan cara mengubah gas sintesis (*syngas* / campuran dari karbon dioksida and hidrogen) menjadi metanol. Proses ini menggunakan katalis *zinc chromate* (seng kromat) dan memerlukan kondisi ekstrem, tekanan sekitar 30–100 MPa (300–1000 atm), dan temperatur sekitar 400 °C. Produksi metanol modern telah lebih effisien dengan menggunakan katalis tembaga yang mampu beroperasi pada tekanan relatif lebih rendah.

Penggunaan metanol sebagai bahan bakar mulai mendapat perhatian ketika krisis minyak bumi terjadi pada tahun 1970-an karena metanol mudah tersedia dan murah. Masalah timbul pada pengembangan awalnya untuk campuran metanol-bensin. Untuk menghasilkan harga yang lebih murah, beberapa produsen cenderung mencampur metanol lebih banyak. Produsen lainnya menggunakan teknik pencampuran dan penanganan yang tidak tepat. Akibatnya, hal ini menurunkan mutu bahan bakar yang dihasilkan. Akan tetapi, metanol masih menarik utuk digunakan sebagai bahan bakar bersih. Mobil dengan bahan bakar fleksibel yang

dikeluarkan oleh General Motors, Ford dan Chrysler dapat beroperasi dengan setiap kombinasi etanol, metanol dan/atau bensin.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan

Metanol kadang juga disebut sebagai *wood alcohol* karena dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermis dan tahap sintesisnya adalah eksotermik.

Proses pembuatan metanol ada beberapa macam, tergantung dari bahan baku yang digunakan:

1. Proses yang menggunakan bahan baku *acetylene*
2. Proses yang menggunakan bahan baku sintesa gas
3. Proses yang menggunakan bahan baku *provanyl*/*butane*

Acetylene, *provanyl*/ *butane* biasanya didapatkan dari produk samping (*by product*) pabrik-pabrik kimia. Proses pembuatan metanol yang banyak digunakan memakai bahan baku sintesa gas. Sintesa gas dapat diperoleh dari beberapa sumber yaitu:

1. Batu bara
2. *Heavy residu*
3. Gas alam

Batu bara dan *heavy residu* yang digunakan sebagai bahan baku untuk membuat sintesa gas, diolah dengan proses oksidasi parsial. Proses oksidasi parsial berlangsung pada kondisi temperatur 1400-1450 ^{o}C dan tekanan 55-60 atm, sedangkan media untuk mengoksidasi adalah oksigen dan steam. Hasilnya sebagian besar terdiri dari H_2 dan CO serta sedikit CO_2, CH_4, H_2S dan karbon bebas. Pembuatan metanol dari sintesa gas alam dapat dilakukan dengan dua cara:

1. *Steamreformer proses*
2. *Partialoxidation proses*

Pada *steam reformer proses*, *feed stock* berupa hidrokarbon antara lain metana, propana, butana, *refinery* gas dan *naptha*. Reaksi antara *steam* dan hidrokarbon menghasilkan H_2, CO, CO_2 dan CH_4. Hasil yang diperoleh bervariasi tergantung pada tekanan, rasio *steam* terhadap karbon, komposisi *feed stock*, *space velocity* dan tipe katalis.

Untuk partial oksidasi proses, hidrokarbon dipakai lebih luas dari gas alam, reaksi keseluruhan yang terjadi dalam proses parsial oksidasi bilamana CH_4 yang digunakan sebagai *feed* adalah:

$$CH_4 + \frac{1}{2} O_2 \rightleftharpoons CO + 2\ H_2$$

Berdasarkan kondisi operasinya pabrik pembuatan metanol secara umum dapat dibedakan menurut tekanan operasinya sebagai berikut:

1. *Low pressure proses*, pada proses ini sintesa metanol dilakukan pada tekanan antara 51-102 atm.
2. *Medium pressure proses*, pada proses ini sintesa metanol dilakukan pada tekanan antara 109 – 122 atm.
3. *High pressure proses*, pada proses ini sintesa metanol dilakukan pada tekanan antara 272 – 442 atm.

Beberapa proses pembuatan metanol secara komersil, diantaranya adalah Girdler Corp, Esso Research and engineering CO, CPI Inventa, ICI, Lurgi Proses dan Toyo Engineering Cooperation (TEC).

1. Girdler Corp

Feed stock : gas alam, refinery gas, hidrogen ringan, naphta dan karbon dioksida.

Proses :

Sintesa gas yang dihasilkan secara *steam reforming* pada temperatur 816°C dan tekanan 136 atm dengan katalis nikel. Crude gas mengandung hidrogen, karbon dioksida, steam kurang dari 1% metana. Gas proses didinginkan dalam satu *waste heat boiler*, *feed preheater*, peralatan *recovery* lainnya dan *cooling water*. Karbon dioksida ditambahkan untuk menghasilkan sintesa gas dalam perbandingan yang diperlukan, kemudian ditekan sampai 340 atm. *Make up* dan *recycle* sintesa gas mengalir melalui *oil removal filter* ke *converter*, selanjutnya gas dipanaskan ke temperatur reaksi secara pertukaran gas dengan *converted* gas. Reaksi sintesa

metanol berlangsung dengan katalis *zink chloride* pada temperatur 371 ^oC. Metanol yang dihasilkan dari *converter* dikondensasi dengan *cooling water* dan dipisahkan dari gas yang tidak bereaksi, sebagian dibuang untuk mengontrol konsentrasi inert, sedangkan sisanya ditekan dan dikembalikan ke *oil removal filter*.

2. Esso Research and Engineering CO

Sintesa gas dihasilkan dari reaksi pembakaran katalitik reforming yang beroperasi pada temperatur 843 ^oC dan tekanan 10 atm, menggunakan katalis nikel oksida. Pada proses ini diperlukan penambahan CO_2 untuk mengatur jumlah kondesat yang terbentuk. Kebutuhan CO_2 disuplai dari penyerapan CO_2 oleh larutan monoetaneamine (MEA), reaksi sintesa metanol berlangsung direaktor pada tekanan 102 atm dengan katalis zink oksida-chromium oksida dan temperatur 278-333 ^oC. Rentang temperatur reaksi harus dikontrol dengan cermat untuk menghindari pembentukan metana. Produk yang keluar dari reaktor dikondensasikan untuk memindahkan gas yang tidak bereaksi. Gas yang tidak bereaksi di *recycle* ke rektor, 10 % *fresh feed* dibuang untuk mengontrol konsentrasi metanol dan inert didalam *recycle* gas. Crude metanol yang mengandung 16,5 mol %air didestilasi pada 2 atm.

3. CPI Inventa

Feed stock : gas alam *by product gas and oil*

Proses :

Pada proses ini *feed* hidrokarbon di desulfurisasi untuk mencegah keracunan katalis sintesa metanol, kemudian sintesa gas diperoleh secara oksidasi parsial tanpa katalis didalam sintesis gas generator yang beroperasi pada temperatur 1371 ^oC dan tekanan 30 atm. Kandungan CO_2 dalam sintesa gas ditekan sampai 306-374 atm, temperatur reaksi berlangsung pada 332-379 ^oC, aliran gas kemudian masuk ke suatu *converter* yang berisi *tube-tube* katalis dimana terjadi reaksi pembentukan metanol.

Panas hasil reaksi pada sintesa gas yang masuk ke *converter* pada bagian luar *tube-tube* katalis. Gas hasil reaksi yang meninggalkan *converter* dimanfaatkan panasnya lewat *heat exchanger*. Selanjutnya gas ini didinginkan dengan *cooling*

water dan masuk ke *separator*. Disini terjadi pemisahan antara phase gas yang tak terkondensasi dengan *phase liquid*. *Crude* metanol yang diperoleh selanjutnya di*purifikasi* dalam kolom destilasi.

4. ICI

Feed stock : Gas alam

Proses :

Feed stock hidrokarbon didesulfurisasi dengan katalis, selanjutnya dicampur dengan *steam* dan dilewatkan pada suatu *tubular reformer*. *Reforming tube* berisi katalis nikel dan dipanaskan ke *condenser* sedemikian rupa sehingga *reformed* gas meninggalkan *tube* pada temperatur 800-850 ^{o}C. Gas ini selanjutnya melewati seksi *heat recovery*.

Setelah didinginkan pada temperatur kamar, sintesa gas ditekan sampai 50–100 atm. Proses pembuatan metanol berlangsung dengan temperatur 250 ^{o}C. Pada tekanan ini sintesa gas diproses dalam sintesa *loop* yang terdiri dari alat-alat: *circulation, converter, heat recovery, exchanger, cooler* dan *separator. Crude* metanol kemudian di*purifikasi* dalam kolom destilasi.

5. Lurgi Proses

Feed stock : gas alam

Proses:

Feed stock gas alam terlebih dahulu didesulfurisasi dengan katalis *zink* oksida. Proses ini berlangsung pada temperatur 38°C. Gas alam yang telah bebas dari sulfur dialirkan ke *primary reformer* dimana pada reformer ini terjadi reaksi antara gas alam dengan *steam s*ehingga menghasilkan campuran gas yang terdiri dari H_2, CO dan CO_2. Proses ini berlangsung pada temperatur 237 ^{o}C. Kemudian gas sintesa dialirkan pada *secondary reformer* dimana pada bagian ini dilanjutkan reaksi untuk pembentukan gas sintesa, reaksi yang terjadi adalah reaksi antara gas alam dan oksigen.

Campuran gas masuk pada temperatur 788 ^{o}C dan keluar pada temperatur 954°C.Selanjutnya gas sintesa didinginkan sampai temperatur 150 ^{o}C dan uap air yang terdapat dalam campuran gas dikondensasi sehingga temperatur campuran gas

38 ^oC. Selanjutnya sebelum gas sintesa dialirkan ke reaktor metanol, terlebih dahulu tekanan gas sintesa dinaikkan sampai 102 atm dari tekanan awal 34 atm dan dilanjutkan dengan pemanasan gas sintesa sampai temperatur 260 ^oC, kemudian campuran gas sintesa dialirkan ke reaktor. Pada bagaian ini terjadi reaksi antara CO dan H_2 serta CO_2 dan H_2 sehingga terbentuk metanol. Reaksi terjadi pada temperatur 260^oC dan tekanan 102 atm, reaksi yang terjadi adalah eksotermis.

Crude metanol kemudian dipisahkan dari campuran gas yang tidak bereaksi dengan alat separator, dimanan crude metanol ini terlebih dahulu didinginkan sampai temperatur 38 ^oC. Setelah terpisah, gas yang tidak bereaksi sebagian besar di *recycle* kembali ke *feed* untuk masuk ke reaktor dan sebagian lagi dibuang untuk mengontrol proses. Selanjutnya crude metanol ini didestilasi.

6. Toyo Engineering Cooperation

Feed stock : gas alam

Proses:

Feed stock gas alam terlebih dahulu didesulfurisasi pada temperatur 400^oC dengan menggunakan katalis zink oksida, gas alam yang telah bebas dari H_2S dialirkan ke *primary reformer*, dimana pada proses reforming ini gas alam dicampur dengan *steam* yang dibangkitkan dengan dalam reaktor sintesis metanol diambil dan kemudian dicampur juga dengan gas alam, gas alam yang telah bercampur dengan *steam* disuplay ke *fire heated type steam reformer* dan *heat exchanger type steam reformer* setelah dipanaskan dengan suatu *reformer* gas dari *reformer* yang sama.

Fired heted type steam reformer sebagian besar terjadi dalam tumpukan katalis nikel dasar dengan kondisi operasi pada keluaran tube-tube reaksi berada dalam tekanan 24 atm dan temperatur 800 ^oC. Secara teknis *feed stock mixed* gas dikirim ke *heat exchanger type steam condenser*, dihasilkan panas reaksi oleh pertukaran panas dan gas sintesa yang mempunyai temperatur 885,12 ^oC, yang dikeluarkan dari *secondary reformer*, kondisi operasi pada bagian keluaran *tube* mempunyai tekanan 19,4 kg/cm^2, temperatur 820 ^oC dan jumlah metana yang tidak bereaksi 6,04% mol kering.

Metana yang tidak bereaksi dari masing-masing reaksi steam reformer yang dikirim ke *secondary reformer*, oksigen dengan konsentrasi 99% dimasukkan ke *secondary reformer* dengan menggunakan udara, kondisi operasi keluaran secondary reformer berkisar pada tekanan 19 atm, temperatur 885,12^{o}C dan jumlah sisa dari *unreformed* metana adalah tinggal 0,55% mol kering lagi, kemudian ke *cooler* untuk menurukan temperatur dan dikirim ke *condenser* parsial untuk mengkondensasi air.

Gas sintesis yang ditekan menjadi 96 atm di *feed* ke reaktor sintesis metanol, gas sintesa yang tidak bereaksi dicampur dengan gas sintesa yang diambil dari reaktor sintesa metanol, maka*mixed* sintesa gas dinaikkan menjadi temperatur 240 ^{o}C. Air *boiler* dimasukkan ke reaktor sintesa metanol dan panas reaksi diambil sebagai *steam* untuk *steam reforming* dan kemudian dikirim ke metanol separator untuk memisahkan crude metanol terkondensasi. Gas yang tidak bereaksi disirkulasi ke sintesa metanol karena *crude* metanol mengandung komposisi-komposisi gas terlarut dibawah tekanan yang tinggi.

Table 1.1. Perbandingan Proses-Proses Pembuatan Metanol

No.	Proses	Kelebihan	Kekurangan
1.	Gridler Corp	• Make up sintesa gas dipanaskan ke temperatur reaksi secara pertukaran gas dengan converted gas sehingga harga pemanasan lebih ekonomis.	• Proses menggunakan temperatur dan tekanan tinggi • Membutuhkan karbon make up karbon dioksida
2.	Esso Research and Engineering CO	• Menggunakan recycle sehingga penggunaan bahan baku menjadi lebih efisien.	• Membutuhkan penambahan karbon dioksida. • Proses beroperasi pada temperatur dan tekanan tinggi

			• Temperatur harus dikontrol agar tidak terbentuk metana
3.	CPI Inventa	• Memanfaatkan panas dari pembentukan gas sintetik.	• Proses berlansung pada tekanan tinggi
4.	ICI	• Metanol bereaksi pada temperatur yang lebih rendah (kurang dari 300 ^{o}C) dan tekanan yang lebih rendah (50 – 100 bar) • Proses lebih efisien • Lebih murah • Biaya modal investasi lebih murah	• Membutuhkan penambahan steam
5.	Lurgi Proses	• Metanol bereaksi pada tekanan dan temperatur rendah (<300°C dan 50-100atm) • Ketersediaan bahan baku gas alam melimpah	• Proses ini membutuhkan penanganan yang cukup untuk menaikkan dan menurunkan temperatur dan tekanan
6.	Toyo Engineering	• Memanfaatkan pertukaran panas pada secondary reformer	• Temperatur proses harus dikontrol

1.4. Sifat Fisika dan Sifat Kimia

Tabel 1.2. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku

Senyawa	Metanol	Hidrogen	Karbon Monoksida	Karbon Dioksida	Oksigen	Air
Rumus Molekul	CH_3OH	H_2	CO	CO_2	O_2	H_2O
Berat Molekul (Kg/Kmol)	32	2	28	44	32	18
Wujud	Liquid	Gas	Gas	Gas	Gas	Liquid
Warna	Tak Bewarna	Tak Bewarna	Tak Bewarna	Tak Bewarna	Tak Bewarna	Tak Bewarna
Sprg	0,792	0,0709	0,81	1,56	1.14	1
Titik Didih (^oC)	64,7	252,7	-192	-78	183	100
Titik Leleh (^oC)	-97,9	-259,1	-207	-56,6	-218,4	0
Temperatur Kritis (^oC)	513,20	33,2	133,0	304,20	154,4	647,4
Tekanan Kritis (atm)	78,5	12,8	34,5	72,9	49,7	218,3
Panas Penguapan (kcal/mol)	-	-	4100,0	-	-	9717,0

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2016. *Expor - Impor Metanol.* Indonesia: Badan Pusat Statistik (BPS).

Anonim. 2018. *Kurs Dollar*. http://www.pajakonline.com/engine/kurs/?. Diakses Pada 3 Oktober 2018.

Anonim. 2016. *Metanol*. https://id.wikipedia.org/wiki/Metanol. Diakses Pada 5 Juni 2018.

Ansari, K. 2014. *Metanol: Alkohol Paling Sederhana, Sejarah Penemuan Dan Produksi*. https://wawasanilmukimia.wordpress.com/2014/02/21/metanol-alkohol-paling-sederhana-sejarah-penemuan-dan-produksi/. Diakses Pada 5 Juni 2018.

Budi, K. 2016. *Faktor-Faktor Penentuan Lokasi Pabrik*. https://ilmu manajemenindustri.com/faktor-faktor-penentuan-lokasi-pabrik/. Diakses Pada 7 Juni 2018.

Coulson, J. M., & Richardson, J. F. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design* (4th ed., Vol. VI).

Dybkjaer, dkk. 2017. *Process for Production of Methanol Paten No. Us2017/0197 894 A1* : United States.

Felder, R. M., & Rousseau, R. W. 1978. *Elementary Principles of Chemical Processes* (3rd ed.). New York, New York: John Wiley & Sons.

Firdaus, M. 2011. *Pembuatan Metanol dari Gas Alam pada Skala Industri*. https: //muhammadyusuffirdaus.wordpress.com/2011/11/08/pembuatan-metanol-dari-gas-alam-pada-skala-industri/. Diakses Pada 5 Juni 2018.

Fogler, H. S. *Elements of Chemical Reaction Engineering.* Prentice Hall International Series.

Goenadi, D. 2004. *Teknologi Pengolahan Zeolit Menjadi Bahan yang Memiliki Nilai Ekonomi Tinggi*. Jurnal Zeolit Indonesia. 3(1), hal.42-49.

Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia.* Inderalaya: Universitas Sriwijaya.

Karami, S., dkk. 2017. *Pressure Swing Adsorption (PSA) dan Aplikasinya di Industri*. https://www.scibd.com/document/351239279/pressure-swing-adsorption. Diakses pada 6 Agustus 2018.

Konig, P., 1997. *Process of Producing Methanol Patent No. 4,968,722* : United States

Kopetsh, H., dkk. 2014. *Process and Plant for Producing Methanol Patent No. 8,629,190 B2* : United States.

Kralj, A. 2010. *The Usage of Waste Hydrogen from Outlet Gas as a Fuel in Different Fuel Celss*, hal 1433-1438.

Kern, D. Q. 1957. *Process Heat Transfer.* Auckland: McGraw-Hill International Edition.

Lee, S. 1990. *Methanol Syntesis Technology*. Florida: CRC Press Inc.

Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering* (2nd ed.). New York: Johw Wiley & Sons.

McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering.* McGraw-Hill International .

Miligan, D., & Miligan, J. 2014. *Matches*. Retrieved September 2016, from matche.com: http://matche.com/default.html.

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.

Pratiwi, VD., dkk. 2016. *Simulation of Hydrogen Purification Using Two Beds System Pressure Swing Adsorption*. Jurnal Internasional on Science and Technology, hal 14-18.

Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbot, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics* (6th ed.). Boston: McGraw Hill.

Sutrasno. 2013. *Methanol*. http://staff.ui.ac.id/system/files/users/ir.sutrasno/material/methanol.pdf. Diakses Pada 5 Juni 2018.

Treybal, R. E. 1981. *Mass-Transfer Operation.* McGraw-Hill.

Vibrandt, F. C., & Dryden, C. E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design* (4th ed., Vol. IV). New York: McGraw-Hill International Edition.

Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment.* Boston: Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering.

Wilujeng, D. 2012. *Perancangan Tata Letak Fasilitas*. http://kwdutami09. blogspot.com/2012/09/perancangan-tata-letak-fasilitas.html. Diakses Pada 8 Juni 1018.

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