

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tahun 2017, Negara Indonesia diprediksi oleh *Pricewaterhouse Coopers* sebagai negara ke-5 dalam peringkat kekuatan ekonomi dunia pada tahun 2030 mendatang. Hal ini menjadi hal nyata usaha pemerintah dalam mewujudkan “Nawa Cita” pemerintah Indonesia beserta rakyatnya dalam persaingan ekonomi global. Pemerintah Indonesia terus berupaya meningkatkan kekuatan ekonomi dalam berbagai sektor, salah satunya sektor industri manufaktur. Industri manufaktur menjadi tumpuhan ekonomi karena menyerap banyak tenaga kerja, menghasilkan produk untuk kebutuhan dalam dan luar negeri, serta meningkatkan nilai ekonomi sumber daya alam mentah di Indonesia.

Industri manufaktur dapat berkembang dengan pesat jika bahan baku dasar industri terpenuhi dengan harga yang bersaing. Bahan baku dasar yang dibutuhkan dalam industri manufaktur Indonesia adalah metanol (CH_3OH). Indonesia baru memiliki 1 pabrik metanol yaitu PT. Kaltim Metanol Indonesia (KMI). Menurut data MenPerin, PT. KMI hanya memenuhi kebutuhan 660.000 ton/tahun. Industri metanol dapat memiliki efek berganda terhadap perekonomian karena dibutuhkan banyak industri dan turunan senyawa metanol banyak.

Metanol merupakan bahan kimia dasar yang memiliki senyawa turunan yang dikonsumsi kalayak banyak seperti asam asetat sebagai salah satu bahan baku *polyethylene terphthalate* (PET), formaldehid sebagai bahan baku resin, dan *methylamines* sebagai bahan dasar petisida, surfaktan, dan detergen. Selain bahan baku turunan metanol juga dimanfaatkan untuk bahan bakar bersih. Pemanfaatan metanol sebagai bahan bakar dapat dilakukan sebagai bahan campuran langsung dengan bahan bakar cair, atau melalui pemrosesan menjadi olefin, *dimethyl eter* (DME), atau biodiesel.

Pembangunan pabrik metanol diharapkan dapat memenuhi deficit kebutuhan akan metanol dan mengurangi ketergantungan akan ekonomi asing. Pabrik metanol juga dapat membuka lapangan kerja bagi masyarakat dan

membantu ekonomi negara. Metanol dapat diperoleh dengan menggabungkan reaksi antara Karbondioksida dan Hidrogen. Untuk memperoleh bahan baku Karbondioksida dan Hidrogen diperlukan reaksi pembentukan Gliserol dan Air.

Gliserol adalah senyawa gliserida dengan hidroksil yang bersifat hidrofilik dan higroskopik. Gliserol merupakan komponen yang menyusun berbagai macam lipid, termasuk trigliserida. Gliserol dapat diperoleh dari proses saponifikasi dari lemak hewan, transesterifikasi pembuatan bahan bakar biodiesel dan proses epiklorohidrin. Gliserol dapat diperoleh dari Industri gliserol *Oleochemical* yang ada di Indonesia. Pemanfaatan gliserol sebagai bahan baku didukung oleh melimpahnya jumlah gliserol di Indonesia khususnya di Industri *Oleochemical*.

1.2 Rumusan Masalah

Metanol merupakan bahan kimia dasar yang memiliki senyawa turunan yang digunakan sebagai bahan baku dari industri kimia lainnya seperti asam asetat sebagai salah satu bahan baku *polyethylene terephthalate* (PET), formaldehid sebagai bahan baku resin, dan *methylamines* sebagai bahan dasar pestisida, surfaktan, dan detergen. Selain itu metanol juga digunakan dalam bahan bakar, seperti sebagai bahan campuran langsung dengan bahan bakar cair, atau melalui pemrosesan menjadi olefin, *dimethyl eter* (DME), atau biodiesel. Kebutuhan metanol di Indonesia sangat bergantung pada impor dikarenakan di Indonesia hanya terdapat dua pabrik yang memproduksi metanol. Oleh karena itu diperlukan perencanaan pendirian pabrik metanol sehingga dapat memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik metanol dari bahan baku Karbondioksida dan Hidrogen dengan pemanfaatan Gliserol.

1.3 Tujuan

Tujuan prarancangan pabrik Metanol adalah untuk mengaplikasikan ilmu teknik kimia khususnya di bidang perancangan, analisa proses dan operasi Teknik kimia, sehingga akan memberikan gambaran kelayakan pendirian pabrik Metanol. Permintaan Metanol semakin meningkat setiap tahunnya dengan adanya pabrik Metanol di Indonesia diharapkan memenuhi kebutuhan Metanol dalam negeri.

1.4 Manfaat

Berdasarkan tujuan yang telah diuraikan diatas, maka manfaat yang diperoleh dari pra rancangan pabrik Metanol ini adalah tersedianya informasi mengenai pabrik Metanol dari Karbondioksida dan Hidrogen dengan memanfaatkan Gliserol dan Air dapat dijadikan referensi untuk pendirian suatu pabrik metanol. Disamping itu juga untuk memberikan nilai ekonomis pada bahan baku agar menjadi produk yang lebih bermanfaat.

Selain alasan-alasan di atas pendirian pabrik ini juga didasarkan pada hal-hal berikut ini:

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan metanol di dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain.
2. Dapat menghemat devisa negara
3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.
4. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
5. Mengurangi angka Impor metanol di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik Metanol ini yaitu :

1. Mengetahui perancangan produksi metanol dengan proses ICI dengan proses *flow diagram hysys*, perhitungan neraca massa dan neraca energi, spesifikasi peralatan, unit utilitas.
2. Analisis yang dilakukan hanya sampai analisis kelangsungan ekonomi.

1.6 Kapasitas Produksi

Dalam menentukan kapasitas prarancangan pabrik metanol perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1.6.1 Data Kebutuhan Metanol

Untuk memenuhi kebutuhan Metanol dalam negeri, Indonesia masih

mengimpor dari negara lain. Data statistik dalam enam tahun terakhir menunjukkan bahwa kebutuhan Metanol dalam negeri terus meningkat. Hal ini sesuai dengan data dari Biro Pusat Statistik yang ditunjukkan pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Jumlah kebutuhan metanol 2018 – 2022

No.	Tahun	Jumlah Impor (Kg/Tahun)
1	2018	699.945,89
2	2019	772.196,43
3	2010	840.408,30
4	2021	979.974,16
5	2022	959.237,34

Sumber: Badan Pusat Statistik 2023

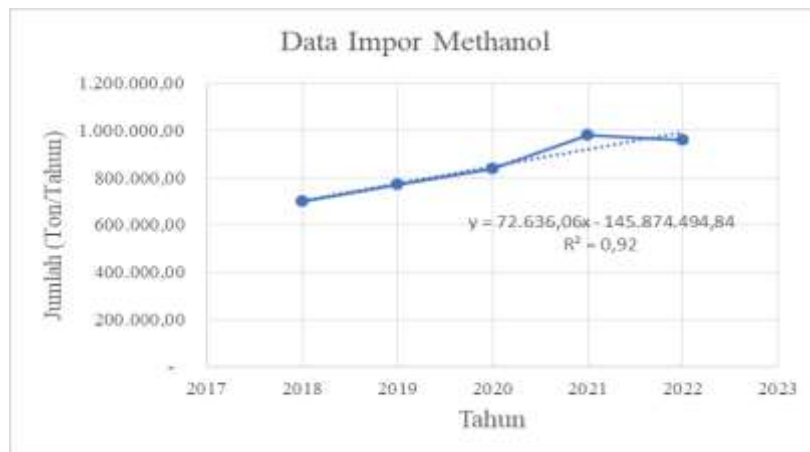
Tabel 1.2 Pabrik Methanol di Asia

Negara	Jumlah Pabrik	Kapasitas Produksi (Ton per Tahun)
China	40	65.000.000
Jepang	10	3.500.000
Korea Selatan	5	2.500.000
India	6	2.200.000
Indonesia	1	660.000
Malaysia	2	1.500.000
Thailand	2	1.200.000
Taiwan	2	1.000.000
Vietnam	2	1.000.000
Singapura	1	500.000

Di Indonesia terdapat satu pabrik metanol yang cukup besar, yaitu :

- PT Kaltim Metanol Industri dengan kapasitas 660.000 Ton/Tahun

Grafik data kebutuhan Metanol di Indonesia dari tahun 2018-2022 dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Metanol dari tahun 2018 - 2022

Dari grafik di atas dapat diperoleh hubungan antara tahun dan jumlah impor metanol yang dinyatakan dalam persamaan regresi linier sebagai berikut

$$y = 72.636,06x - 145.874.494,84$$

Dimana : Y = Jumlah Kebutuhan metanol (Ribu Kilogram)

X = Tahun kebutuhan metanol

tahun 2018 - 2022 dapat dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier. Berikut perhitungan prediksi kapasitas metanol Indonesia tahun 2033:

$$Y = 72.636.06x - 145.874.494.84$$

$$Y = 72.636.06(2033) - 145.874.494.84$$

$$Y = 1.794.621,24 \text{ ton/tahun.}$$

Dari Gambar 1.1 dapat di lihat dari tahun 2018 - 2022 impor Metanol semakin tahun semakin meningkat sehingga dapat didirikan pabrik pada tahun 2033 diperlihatkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.3 Data Tingkat Pertumbuhan kebutuhan Metanol 2023-2033

Data Ekstrapolasi Metanol		
Tahun	Jumlah (kg/tahun)	Jumlah (Ton/Tahun)
2023	1.068.260.612,20	1.068.260,61
2024	1.140.896.675,20	1.140.896,68
2025	1.213.532.738,20	1.213.532,74
2026	1.286.168.801,20	1.286.168,80
2027	1.358.804.864,20	1.358.804,86

2028	1.431.440.927,20	1.431.440,93
2029	1.504.076.990,2	1.504.076,99
2030	1.576.713.053,20	1.576.713,05
2031	1.649.349.116,20	1.649.349,12
2032	1.721.985.179,20	1.721.985,18
2033	1.794.621.242,20	1.794.621,24

Berdasarkan Tabel 1.4 diatas dapat dilihat bahwa permintaan *Metanol* semakin meningkat. Kebutuhan pada tahun 2033 dapat diperkirakan dengan cara ekstrapolasi hasilnya 1.794.621,24 Kg/tahun atau 1.794,62124 ton/tahun. Kapasitas produksi dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= \text{Data Kebutuhan produksi} - \text{kapasitas dalam negeri} \\ &= 1.794.621 - 460.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 1.334.621 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= 40 \% \times 1.334.621 \\ &= 533.848 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

1.6.2 Ketersediaan Bahan Baku

Adapun ketersediaan bahan baku pembuatan metanol adalah sebagai berikut:

a. Ketersediaan Bahan Baku CO₂ dan H₂

Dalam penyediaan bahan baku, gas CO₂ dan H₂ diperoleh dari pembentukan reaksi dari Gliserol dan Air. Dimana Gliserol dapat diperoleh dari Industri Oleochemical di Indonesia adapun diantaranya dapat diperoleh dari dengan Kapasitas PT Musim Mas dengan Kapasitas 76.500 Ton/Tahun, PT Flora Sawita dengan Kapasitas 9.367 Ton/Tahun dan PT. Unilever dengan Kapasitas 34.500 Ton/Tahun yang berlokasi di Sumatera Utara.

Dengan adanya pemanfaatan gliserol pada Industri *Oleochemical* di Indonesia, maka kebutuhan Karbondioksida dan Hidrogen sebagai Bahan baku pembuatan Metanol dapat terpenuhi.

1.7 Kegunaan Produk

Metanol, juga dikenal sebagai metil alkohol, wood alcohol atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri. Adapun manfaat produk metanol bagi komersial dan industri adalah sebagai berikut :

Produk dapat digunakan secara langsung untuk:

1. Bahan campuran pada bahan bakar cair.
2. Bahan campuran pada beberapa jenis baterai.

Produk merupakan bahan dasar dari beberapa komoditas kimia :

1. Untuk dijadikan bahan bakar olefins.
2. Untuk dijadikan bahan bakar gas.
3. Merupakan bahan dasar asam asetat.
4. Merupakan bahan dasar formaldehid yang merupakan bahan utama urea formaldehid resin, phenol formaldehid resin, isoprene, dan butadienol.
5. Merupakan bahan dasar metil ter-butyl ether (MTBE), metil metakrilat.
6. Merupakan bahan dasar metil amina. Jenis jenis metil amina yaitu mono metil amina untuk insektisida dan herbisida, dimetil amina untuk surfaktandan detergen, trimetil amina untuk resin penukar ion.
7. Merupakan bahan dasar dimetil eter (DME).

Menurut data Metanol Market Service Analysis (MMSA), persentase konsumsi metanol disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.4 Penggunaan Metanol (MMSA)

Penggunaan	Persentase (%)
Bahan dasar formaldehid	32
Bahan dasar olefin	20
Campuran bahan bakar	18

Bahan dasar MTBE	15
Bahan dasar Asam Asetat	10
Bahan dasar DME	5
Lain Lain	3

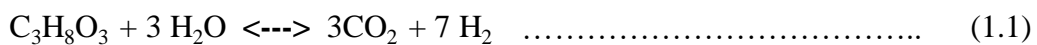
Sumber : (data Metanol Market Service Analysis (MMSA)).

1.8 Pemilihan Proses

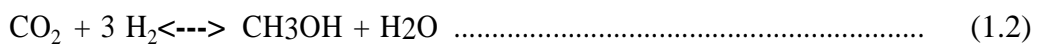
Proses pembuatan *Metanol* banyak dilakukan dengan berbagai macam proses yang telah ditemukan.. Metanol kadang juga disebut sebagai *wood alcohol* karena dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam 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 produksi metanol dari glycerol dengan 2 bagian yaitu reforming dan syntesis metanol. Pada bagian Reforming yang diproduksi dari Karbondioksida dan Hidrogen direaksikan dari reforming air dan gliserol. Pada pembentukan metanol, *Gliserol* direaksikan dengan air menjadi Karbondioksida dan Hidrogen dan setelah itu Karbondioksida dan Hidrogen dengan syntesis metanol, sehingga diperoleh produk metanol yang diinginkan.

Reaksi utama dalam steam reforming gliserol adalah sebagai berikut:



Reaksi kedua dalam Syntesis metanol



Persamaan 1.1 menunjukkan dekomposisi gliserol dengan adanya air, Dimanapada persamaan 1.1 menunjukkan dekomposisi gliserol dengan adanya air maka terbentuknya Karbondioksida dan Hidrogen yang akan disintesis menjadi produk metanol. Pada persamaan 1.2 menunjukkan proses syntesis Metanol dari Karbondioksida dan Hidrogen membentuk Metanol dan Air

Pada bagian sintesis metanol, terdapat tiga reaksi keseluruhan yang

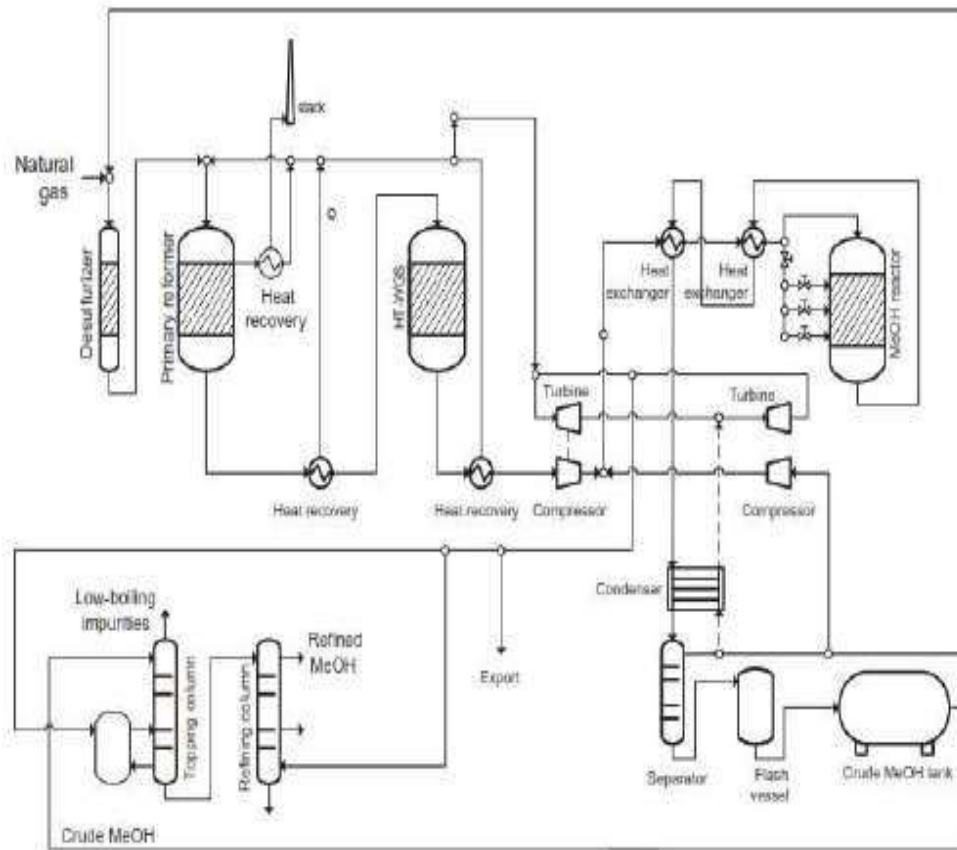
menggambarkan pembentukan metanol bila digunakan CO_2 , CO dan H_2O . Metanol dapat dibentuk melalui jalur tinggi hidrogenasi eksotermik karbon monoksida dan karbon dioksida.

Adapun beberapa teknologi proses dalam pembuatan Pabrik metanol adalah sebagai berikut:

1. Proses Sintesis Metanol Tekanan Rendah – ICI (Imperial Chemical Industry)

Proses ini mulai dikembangkan pada tahun 1960-an oleh perusahaan pengembangan proses *Imperial Industries*, Ltd. Proses sintesis ini menggunakan tekanan rendah dengan katalis berbasis Cu. Penggunaan katalis Cu sudah dikembangkan pada tahun 1920-an, tetapi penggunaan katalis tersebut belum digunakan dalam proses sintesis metanol pada saat itu. Hal tersebut dikarenakan katalis berbasis Cu dapat teracuni jika terdapat senyawa sulfur pada umpan reactor sehingga proses sintesis metanol tekanan rendah dengan katalis berbasis Cu dapat dikembangkan saat tersedia teknologi pemisahan sulfur dari *syngas*.

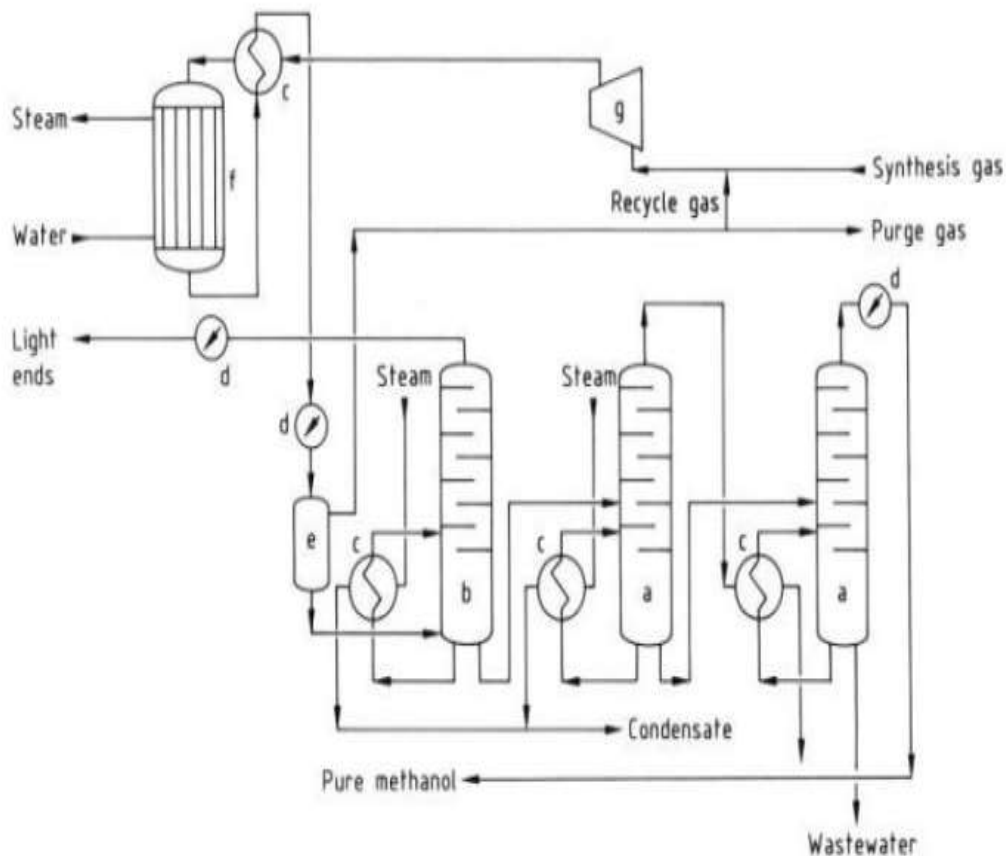
Proses ini menggunakan umpan *syngas* yang mengandung karbon monoksida, karbon dioksida, hidrogen, dan metana. Untuk mengatur rasio CO/H_2 digunakan *shift-converter*. Umpan kemudian dinaikkan tekanannya hingga 50 atm pada kompresor jenis sentrifugal, kemudian diumpankan ke dalam reaktor jenis *quench* pada suhu operasi 270°C . *Quench converter* berupa *single bed* yang mengandung katalis pendukung yang bersifat inert. Hasil reaksi berupa *crude metanol* yang mengandung air, dimetil eter, ester, besi karbonil, dan alkohol lain. Hasil reaksi tersebut kemudian didinginkan dan *crude metanol* dipurifikasi dengan cara distilasi. Dalam pengembangannya, karena dianggap kurang menguntungkan, ICI mengganti jenis reaktor yang digunakan dari *quenchreactor* menjadi *tube* berpendingin yang pada prinsipnya sama dengan yang digunakan oleh Lurgi (Lee, 1990).



Gambar 1.2 Diagram Proses Sintesis Metanol Tekanan Rendah – ICI (*Imperial Chemical Industry*)

2. Proses Sintesis Metanol Tekanan Rendah – Lurgi

Pada proses sintesis metanol dengan teknologi Lurgi, digunakan reaktor yang beroperasi pada kisaran suhu 220–260°C dan kisaran tekanan 40 – 100 bar. Desain reaktor berbeda dari pendahulunya, teknologi ICI. Pada teknologi Lurgi digunakan reaktor *quasi isothermal shell and tube*, reaksi metanol terjadi *di tube side* yang berisi katalis dan pada *shell side* dialirkan pendingin. Selain itu, pada teknologi ini, peranan reaktor juga sebagai pembangkit steam bertekanan 40-50 bar (Lee, 1990).

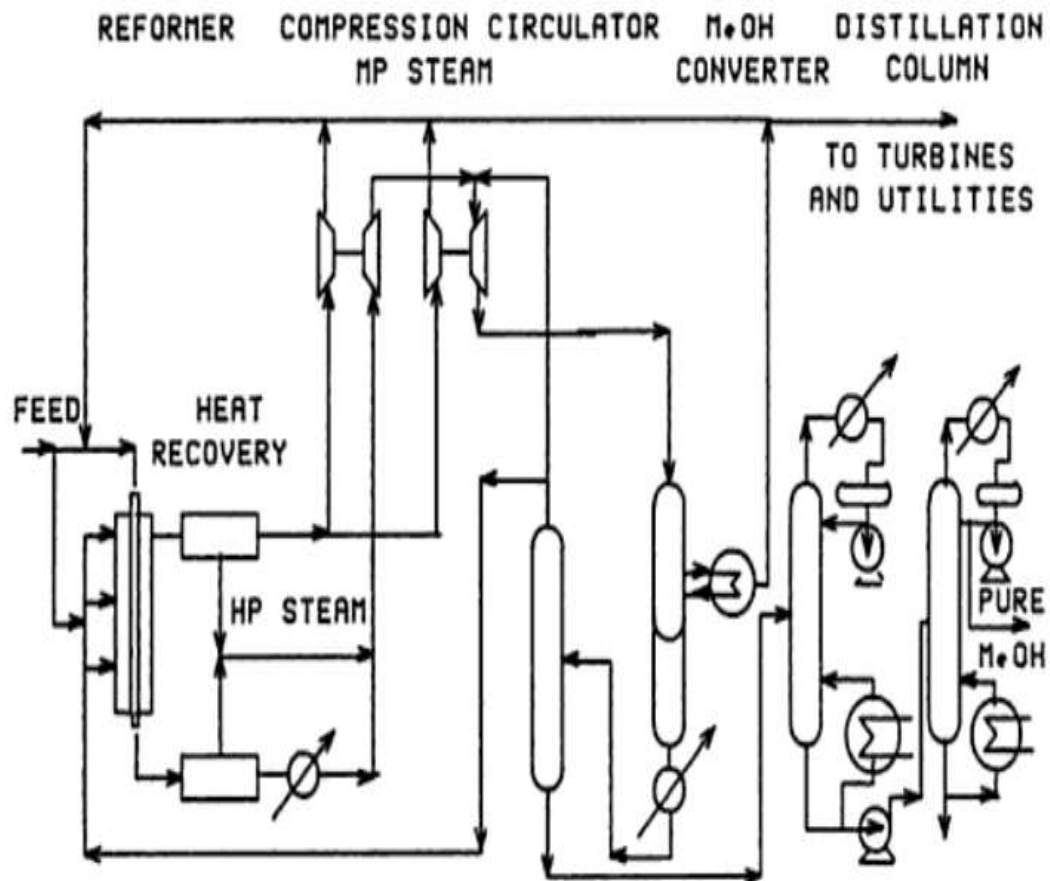


Gambar 1.3 Diagram Proses Sintesis Metanol Tekanan Rendah – Lurgi

3. Proses Sintesis Metanol Tekanan Rendah dan Sedang – Mitsubishi Gas Chemical (MGC).

Pada proses sintesis metanol dengan teknologi MGC, sintesis metanol masih menggunakan katalis berbasis tembaga (Cu) dengan kondisi operasi reaktor pada kisaran suhu 200–280°C dan kisaran tekanan 50 – 150 atm. Pada awalnya perusahaan Jepang ini menggunakan tekanan 150 atm, namun kemudian dikembangkan untuk tekanan kurang dari 100 atm. Proses MGC menggunakan reaktor dengan *double-walled tubes* dimana pada bagian anulus diisi dengan katalis. *Syngas* mengalir melalui pipa bagian dalam sedangkan pipa bagian luar dialiri oleh air pendingin (Ullmann, 2005). Proses MGC menggunakan hidrokarbon sebagai umpan. Umpan dihilangkan kandungan sulfurnya sebelum masuk ke *steam reformer* yang beroperasi pada 500°C. Arus keluar dari *steam reformer* bersuhu 800 – 850°C dan mengandung karbon monoksida, karbon

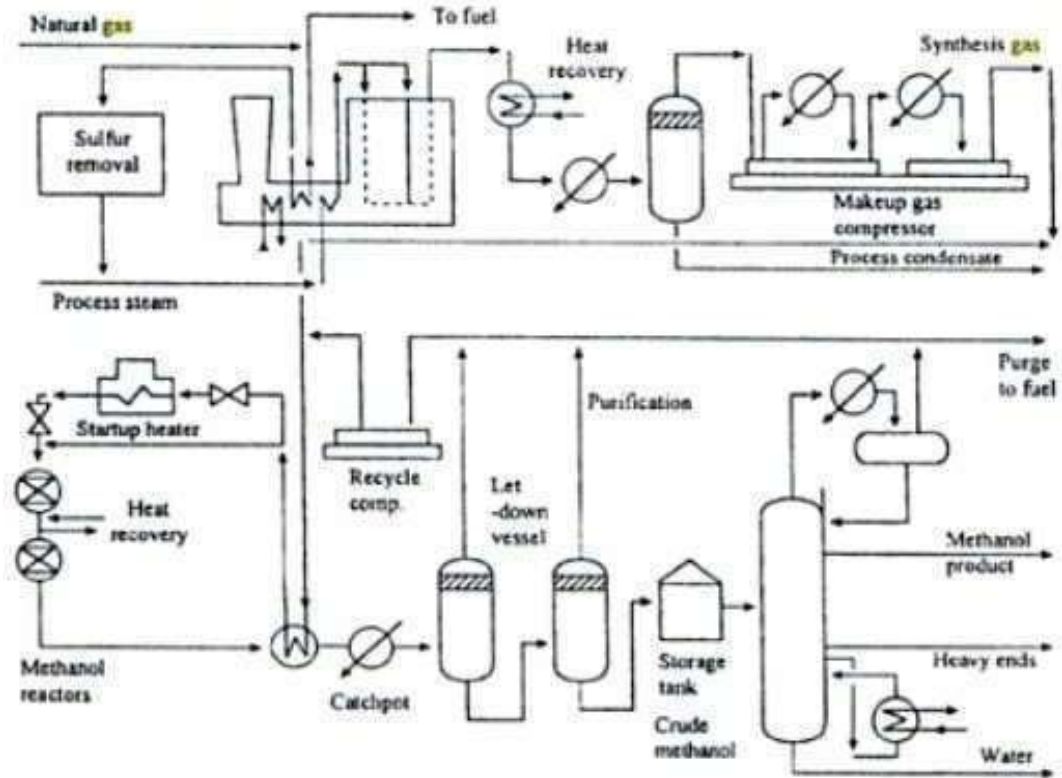
dioksida, dan hidrogen. Selanjutnya *syngas* yang dihasilkan dinaikkan tekanannya dengan kompresor sentrifugal dan dicampur dengan arus *recycle* sebelum proses diumpungkan kedalam reaktor.



Gambar 1.4 Diagram Proses Sintesis Metanol Tekanan Rendah/Sedang–MGC

4. Sintesis Metanol Tekanan Sedang – Kellong M.W.

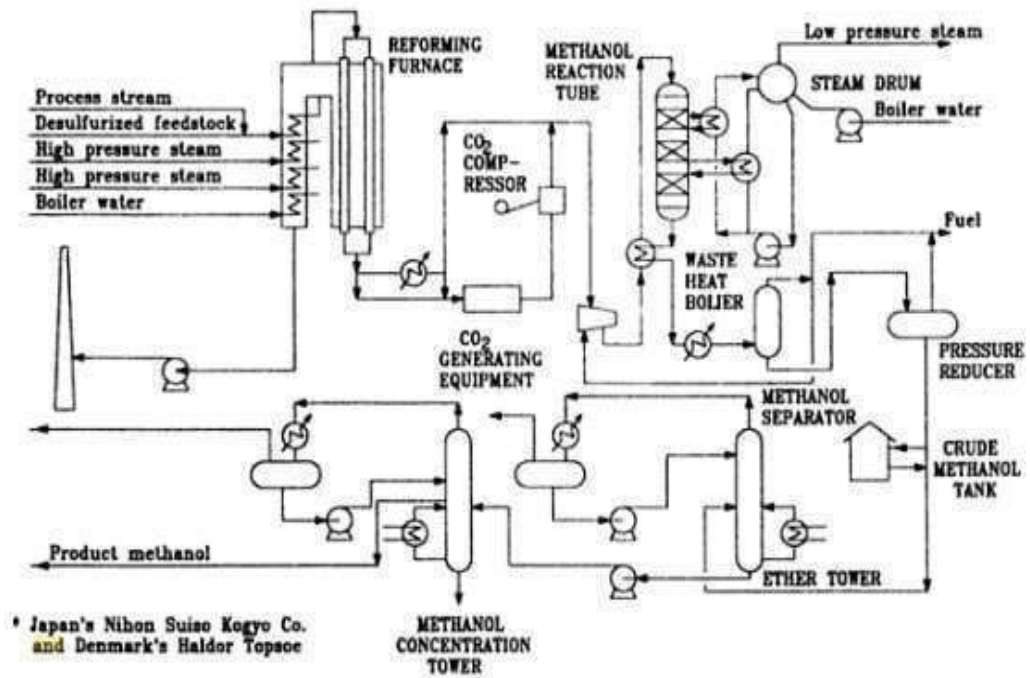
Kellong Co. memperkenalkan reaksi sintesis yang sangat berbeda, tetapi pada dasarnya merupakan reaktor tipe adiabatik. Reaktor berbentuk bulat dan didalamnya berisi tumpukan katalis. Gas sintesis mengalir melalui beberapa bed reaktor yang tersusun aksial berseri. Kebalikan dari proses ICI, panas reaksi yang dihasilkan dikontrol dengan *intermediate coolers*. Proses ini menggunakan katalis tembaga dan beroperasi pada rentang suhu 200-280°C serta tekanan 100-150 atm (Ullmann,2005).



Gambar 1.5 Diagram Proses Sintesis Metanol Tekanan Sedang – Kellong

5. Proses Sintesis Metanol Tekanan Sedang –Nissui Topsoe

Skema reaktor dari proses Nissui Topsoe dari Denmark didesain oleh Nihin Suiso Kogyo of Japan. Reaktor yang digunakan bertipe adiabatik dengan aliran radial berjumlah tiga yang masing-masing memiliki satu tumpukan katalis dan penukar panas internal. Sintesis gas mengalir secara radial melalui katalis bed. Tekanan operasi dari proses ini diatas 150 bar dan suhu operasi 200-310°C. Produk pertama perlu didinginkan sebelum reaktor kedua,. Hasil pendinginan berupa uap (*steam*) bertekanan rendah. Katalis yang digunakan berupa Cu-Zn-Cr yang aktif pada 230-280°C dan 100-200 atm (Lee,1990).



Gambar 1.6 Diagram Proses Sintesis Metanol Tekanan Sedang–Nissui Topsoe

Tabel 1.5 Perbandingan Proses-Proses Pembuatan Metanol

Kondisi Operasi	ICI (<i>Imperial Chemical Indusry</i>)	Lurgi	MGC	Kellong	<i>Nipssui Topsoe</i>
Tekanan (bar)	40 – 80	50 – 100	50 – 150	100 – 150	100 – 200
Suhu (°C)	220 - 310	220 – 260	200 – 280	200 – 280	200 – 310
Jenis Reaktor	Quench	Shell & Tube	Annular	Adiabatis	Adiabatis
Kelebihan	Sudah terbukti dan paling banyak digunakan	Efisiensi termal dan selektivitas yang tinggi, suhu yang lebih tinggi	Profil suhu ideal, katalis yang di butuhkan sedikit.	Kecepatan dan kapasitas produksi tinggi.	Kecepatan dan kapasitas produksi tinggi.
Kekurangan	Efisiensi termal lemah	Kapasitas produksi tidak terlalu besar	Rumit, biaya reaktor mahal .	Tinggi nya kondisi operasi, selektivitas	Tinggi nya kondisi operasi, selektivitas turun.

				turun.	
--	--	--	--	--------	--

1.9 Proses terpilih

Dari kelima proses di atas maka dipilih proses yang pertama, yaitu proses *ICI* dikarenakan pengadaan bahan baku yang lebih mudah ditemukan dalam jumlah yang banyak didalam negeri dari pada kedua proses lainnya. Selain itu karena potensial ekonomi dari proses *ICI* cukup besar.

1.10 Uraian Proses

Proses pembuatan metanol dari gliserol dengan proses *ICI* (Imperial Chemical Industry) terdiri dari beberapa unit proses, yaitu:

1.10.1 Persiapan Bahan Baku

a. Gliserol

Gliserol dari tangka (TK-101) dengan suhu 200°C dan tekanan 1 atm dipompakan dengan pompa (P-101) ke vaporizer (V-101) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 4 atm. Pada vaporizer (V-101), gliserol dinaikkan suhunya menjadi 376°C untuk merubah fasanya menjadi gas untuk selanjutnya dialirkan ke mixer (Mix-101)

b. H₂O

H₂O yang berupa steam dialirkan dari Unit utilitas dengan suhu 201°C dengan tekanan 16 atm. Steam dinaikkan tekanannya menjadi 19 atm menggunakan Kompresor (K-101) untuk kemudian dialirkan ke mixer (Mix-101)

1.10.2 Unit Reaksi Pembentukan Bahan Baku

Reaksi pembentukan bahan baku dilakukan didalam Reaktor (R-201), sebelum masuk kedalam reaktor, kedua bahan baku terlebih dahulu di mix pada mixer (Mix-101). Pada Reaktor (R-201) terjadi reaksi Antara Gliserol dan Air pada suhu 404,8°C dan tekanan 4 atm. Hasil reaksi ini menghasilkan H₂ dan CO₂ yang selanjutnya akan dialirkan menggunakan Kompresor (K-201) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 40 atm menuju Cooler (E-201). Pada cooler (E-201) suhunya diturunkan menjadi 270°C.

1.10.3 Unit Reaksi Pembentukan Metanol

Reaksi pembentukan metanol dilakukan didalam reaktor (R-202)

menggunakan jenis reaktor PFR. Gas H_2 dan CO_2 direaksikan pada suhu operasi $300^\circ C$, tekanan 40 atm dan konversi reaksi yang diperoleh sebesar 78%. Terjadinya kenaikan suhu reaktor disebabkan oleh reaksi yang bersifat eksotermis, maka untuk menjaga suhu agar tidak terlalu tinggi dialirkan pendingin berupa air. Hasil reaksi berupa metanol yang belum murni. Selanjutnya hasil reaksi dialirkan menuju kondensor (C-201) untuk diturunkan suhunya menjadi $75^\circ C$.

1.10.4 Unit Pemurnian Metanol

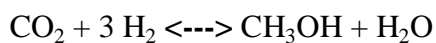
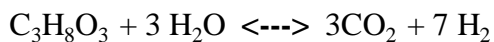
Hasil keluaran dari reaktor PFR (R-202) berupa metanol yang belum murni dialirkan menuju menara distilasi I (D-301) untuk memisahkan metanol dengan sisa H_2 dan CO_2 yang berlebih. Produk metanol akan mengalir dari keluaran bawah, dan sisa H_2 dan CO_2 akan mengalir dari keluaran atas.

Keluaran atas dari distilasi I (D-301) yaitu berupa H_2 dan CO_2 selanjutnya akan dialirkan ke Condensor (C-301) untuk diturunkan suhunya menjadi $-200^\circ C$ kemudian akan dipisahkan menggunakan Flash Drum (S-301). Keluaran atas Flash Drum akan berupa H_2 , dan keluaran bawah flash drum akan berupa CO_2 , masing-masing bahan selanjutnya akan dialirkan menuju tangki penyimpanan.

Metanol keluaran bawah kemudian dipompakan menuju Heat Exchanger (E-302) untuk menaikkan suhunya ke $125^\circ C$, untuk selanjutnya dialirkan ke menara distilasi II (D-302). Pada menara distilasi II (D-302) akan terjadi pemisahan antara metanol dengan sisa air yang masih terkandung didalam metanol, keluaran atas dari distilasi berupa metanol murni dalam fasa cair dan keluaran bawah pada distilasi adalah sisa air yang terkandung pada metanol. Metanol murni kemudian akan dialirkan menuju Tangki penyimpanan produk metanol.

1.11 Analisa Ekonomi Awal

Analisa ekonomi awal dilakukan untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya berdiri suatu pabrik. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangkan harga produk dengan bahan baku. Adapun analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi.



Analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.7

Tabel 1.6 Analisa Ekonomi Awal Produk Metanol

Parameter	Bahan Baku			Produk		
	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	H_2O	Cu	CH_3OH	CO_2	H_2
Berat Molekul	92,10 gr/mol	18,02 gr/mol	62,93 gr/mol	32,04 gr/mol	44,01 gr/mol	2,01 gr/mol
Harga per Kg (Rp)	5.181,64	210	9.765	27.693,52	15.073,87	23.552,93
Kebutuhan	1 ml x 92,10 = 92,10 gr/mol = 0,0921 kg/mol	1 mol x 18,02 gr/mol = 18,02 gr/mol = 0,01802 kg/mol	1 mol x 62,93 gr/mol = 62,93 gr/mol = 0,06273 kg/mol	1 mol x 32,04 gr/mol = 32,04 gr/mol = 0,03204 kg/mol	1 mol x 44,01 gr/mol = 44,01 gr/mol = 0,04401 kg/mol	3 mol x 2,01 gr/mol = 6,03 gr/mol = 0,00603kg/mol
Harga	Rp. 5.181,64 x 0,0921 kg/mol = Rp. 477,22	Rp. 210,00 x 0,01802 kg/mol = Rp. 3,78	Rp. 9.765 x 0,06273 kg/mol = Rp. 624,27	Rp. 27.693,52 x 0,03204 kg/mol = Rp. 887,30	Rp. 15.073,87 x 0,04401 kg/mol = Rp. 663,40	Rp. 23.552,93 x 0,00603 kg/mol = Rp. 142,02
Harga Total	Rp. 477,22 + Rp. 3,78 + Rp. 624,27 = Rp. 1.105,28			Rp. 887,30 + Rp. 663,40 + Rp. 142,02 = Rp. 1.692,73		
Analisa Ekonomi Awal	<p>Harga Produk – Harga Kebutuhan Bahan Baku Rp. 1.692,73 – Rp. 1.105,28 = Rp. 587,44</p>					

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023

Dari Tabel 1.7 maka didapatkan kesimpulan bahwa keuntungan yang diperoleh dari hasil analisa ekonomi awal sebesar Rp. 587,44 dari harga bahan baku sebesar Rp. 1.105,28. Maka perancangan pabrik metanol dinyatakan layak untuk didirikan.