



PRA RANCANGAN PABRIK

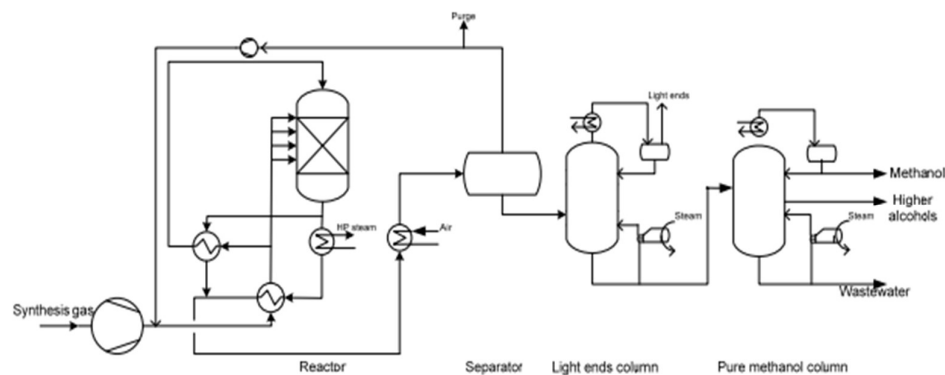
“Pabrik Methanol dari Natural Gas ($C_1 - C_5$) dengan Proses
Mitsubishi Gas Chemical (MGC)”

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam – Macam Proses

II.1.1 Pembuatan Methanol dengan Proses ICI (*Imperial Chemical Industry*)



Gambar II. 1 Diagram Proses Pembuatan Methanol dengan Proses ICI

Proses ini menggunakan reaktor adiabatik dan bed katalis tunggal dengan kondisi operasi pada suhu 210–290 °C dan tekanan 50–100 atm. Panas reaksi dihilangkan atau didinginkan secara mendadak (*quench*) dengan memasukkan reaktan dingin pada ketinggian yang berbeda di bed katalis. *Fresh syngas* yang telah dikompresi dan dicampur dengan *recycle gas* dipanaskan melalui pertukaran panas dengan keluaran reaktor. Sekitar 40% dari aliran masuk dikirim ke reaktor setelah mengalami pertukaran panas dengan produk keluaran reaktor. Sisa *syngas* digunakan sebagai *quench gas* untuk mengambil panas reaksi. Produk yang keluar dari reaktor, selain digunakan untuk *pre-heating syngas* yang masuk ke reaktor juga mengalami pertukaran panas dengan air untuk generasi *HP steam*. Hal ini bertujuan untuk menurunkan suhu keluaran reaktor. Keluaran dari reaktor ini didinginkan lebih lanjut menggunakan *air-cool heat exchanger* dimana air dan methanol hasil reaksi akan terkondensasi. Pemisahan antara fase gas dan liquid terjadi pada *flash drum* bertekanan. Gas yang belum bereaksi *direcycle* setelah sebagian kecil dari gas dikeluarkan melalui *purge* untuk menjaga konsentrasi inert. Purifikasi methanol dilakukan pada 2 kolom yang berbeda. Kolom pertama menghilangkan gas dan

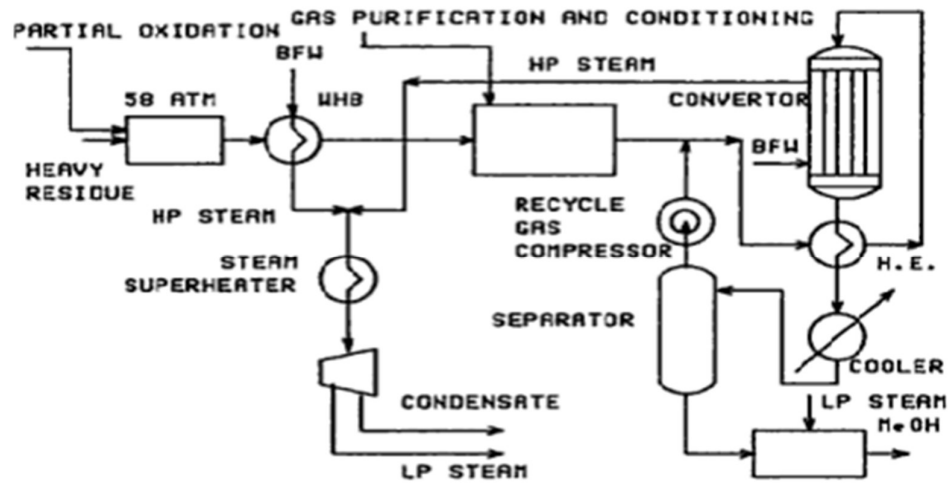


PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas ($C_1 - C_5$) dengan Proses Mitsubishi Gas Chemical (MGC)”

impuritis ringan lainnya sedangkan kolom kedua memisahkan methanol dari alkohol berat (Arthur, 2010).

II.1.2 Pembuatan Methanol dengan Proses Lurgi



Gambar II. 2 Diagram Proses Pembuatan Methanol dengan Proses Lurgi

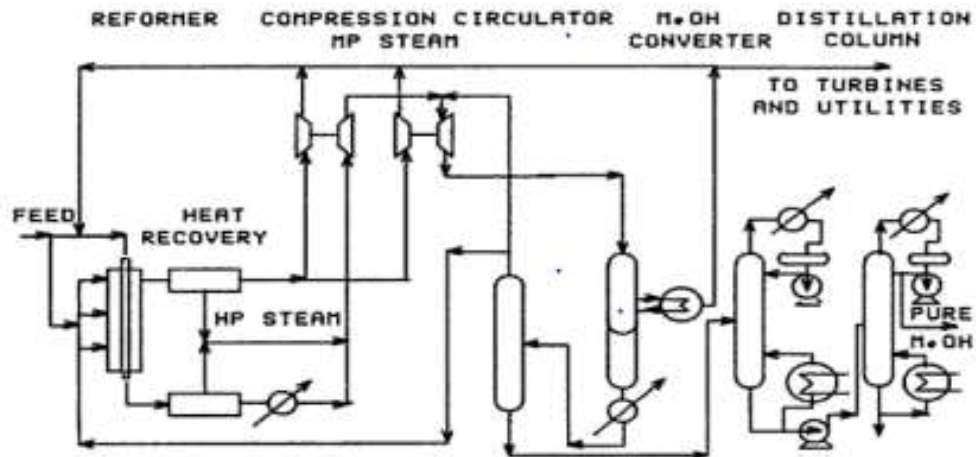
Proses ini dikembangkan oleh Lurgi Corporation untuk sintesis methanol dari reaktor dengan kondisi operasi pada suhu 250-260°C dan tekanan 50-100 atm. Pada proses ini digunakan reaktor dengan jenis shell and tube dengan katalis yang diisi dalam tiap-tiap tube. Panas reaksi dihilangkan dengan menggunakan air pendingin yang disirkulasi pada bagian sisi shell dan dalam proses tersebut akan dihasilkan uap panas yang dapat digunakan dalam proses lain. Bahan baku untuk produksi syngas dapat berupa bahan hidrokarbon gas seperti metana serta hidrokarbon cair seperti nafta. Syngas dapat diproduksi dengan menggunakan 2 opsi yaitu steam reforming dan oksidasi parsial. Pada steam reforming digunakan suhu 850-860°C. Syngas yang dihasilkan dikompresi hingga 50-80 bar sebelum dimasukkan ke dalam reaktor. Pada opsi kedua, yaitu bahan dimasukkan ke dalam furnace bersama dengan oksigen dan steam pada suhu 1400-1450°C dan tekanan operasi pada 55-60 bar dan tidak memerlukan kompresi lebih lanjut (Arthur, 2010)



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas ($C_1 - C_5$) dengan Proses
Mitsubishi Gas Chemical (MGC)”

II.1.3 Pembuatan Methanol dengan Proses MGC (Mitsubishi Gas Chemical)



Gambar II. 3 Diagram Proses Pembuatan Methanol dengan Proses MGC

Pada proses sintesis methanol dengan teknologi MGC, sintesis methanol 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 reactor fluidized bed berisi katalis yang dilengkapi dengan tube sebagai tempat perpindahan panas. Syngas mengalir melalui bagian bawah reaktor yang berisi katalis dan air pendingin dilewatkan di dalam tube. Proses MGC menggunakan hidrokarbon sebagai umpan. Umpan dihilangkan kandungannya 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 diumpankan ke dalam reaktor (Arthur, 2010).



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas ($C_1 - C_5$) dengan Proses Mitsubishi Gas Chemical (MGC)”

II.2 Pemilihan Proses

Tabel II. 1 Perbandingan Pembuatan Methanol Proses ICI, Lurgi, MGC

Parameter	ICI	Lurgi	MGC
Tekanan	50 - 150 atm	50 - 150 atm	50 - 150 atm
Temperatur	210-290 °C	250-260 °C	200- 280°C
Reaktor	Fixed Bed	Shell and tube	Fluidized Bed
Katalis	Komposisi banyak (20-35% Cu, 15-50% Zn, 4-20%Al, Mg)	Komposisi banyak (30% Cu, 50% Zn, 3% Al, 17% Cr)	Komposisi Sedikit (63,6% Cu, 33,4% Zn, 3% Al)
Kemurnian	99 %	99%	99,85%

(Arthur, 2010)

Dari berbagai proses diatas dipilih proses sintesis methanol menggunakan proses MGC (*Mitsubishi Gas Chemical*)

1. Selektivitas Tinggi

Pada proses ini digunakan katalis copper-zinc-alumina. Penggunaan katalis tembaga telah terbukti memiliki selektivitas yang tinggi terhadap produk sehingga mayoritas pabrik methanol menggunakan katalis tersebut. Pemakaian dari proses ini membutuhkan sedikit katalis.

2. Kondisi Operasi Termasuk kategori Medium

Penggunaan jenis reaktor dan katalis pada proses MGC ini. Kondisi operasi suhunya rendah.

II.3 Uraian Proses

Bahan baku utama gas alam, dialirkan ke kompressor untuk dinaikkan tekanannya, lalu dilewatkan ke heat exchanger untuk dipanaskan dan ditambahkan steam diumpankan dalam reformer. Bahan baku pengoksidasi berupa gas oksigen ditampung pada tangki yang kemudian dipanaskan dengan heat exchanger selanjutnya diumpankan dalam reformer. Di dalam reformer terjadi reaksi pembentukan gas sintesis (*syn-gas*) dengan kondisi tekanan operasi 50 atm dan

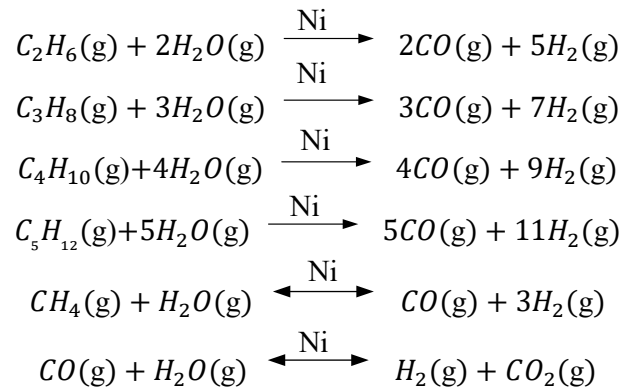


PRA RANCANGAN PABRIK

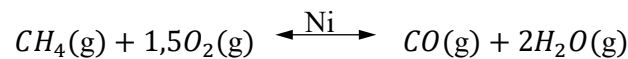
“Pabrik Methanol dari Natural Gas ($C_1 - C_5$) dengan Proses
Mitsubishi Gas Chemical (MGC)”

suhu operasi $750\text{ }^{\circ}\text{C}$. Terjadi reaksi gabungan yaitu primer reformer dan sekunder reformer

Reaksi Primer Reformer menghasilkan gas berupa CO , CO_2 , H_2 , dan residual steam yang terjadi

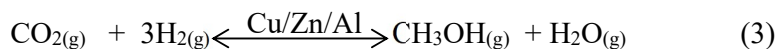
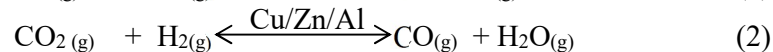
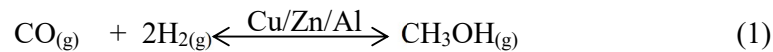


Reaksi Sekunder Reformer menghasilkan Produk gas mengandung H_2 , CO , CO_2 , beberapa kandungan gas metana yang masih tersisa serta *excess steam*



Produk yang dihasilkan dari reformer berupa campuran gas kemudian didinginkan dengan *waste heat boiler* untuk diturunkan suhunya menjadi 250°C sesuai dengan suhu operasi pembentukan methanol dalam reaktor sintesa methanol.

Pada reaktor sintesa methanol terjadi reaksi pembentukan methanol dengan kondisi tekanan operasi 60 atm dan suhu operasi $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan bantuan katalis copper-zinc-alumina. Reaksi yang terjadi:



Produk dari reaksi berupa campuran *crude methanol* dan campuran gas, kemudian dilewatkan expander untuk menurunkan tekanan lalu di kondensasi dengan *Shell and tube*. Setelah itu methanol yang terkondensasi dan gas sisa reaksi di masukkan ke flash drum. Pada alat tersebut terjadi proses pemisahan antara fase gas dan liquid. Produk atas flash drum berupa gas, dilepaskan ke udara bebas (*purge*) yang berfungsi untuk melepaskan gas inert yang tidak terkondensasi. Sementara untuk



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas ($C_1 - C_5$) dengan Proses
Mitsubishi Gas Chemical (MGC)”

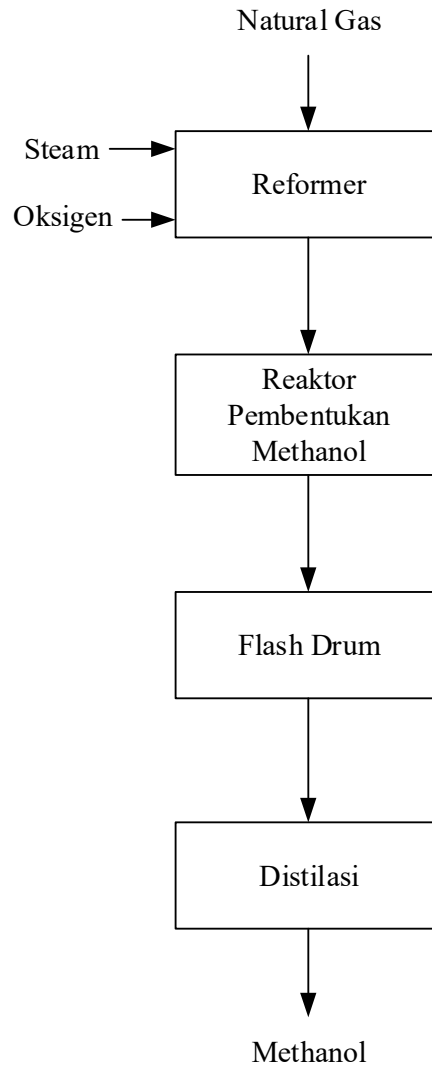
produk bawah flash drum yang berupa *liquid crude methanol*, dilewatkan *heater* guna memanaskan bahan sampai mendekati suhu *boiling point feed*, lalu diumpankan ke kolom distilasi. Pada kolom distilasi dengan berdasarkan titik didih komponen, terjadi proses pemisahan methanol dan impuritis. Produk atas kolom distilasi berupa methanol dengan kadar 99,85%, sedangkan produk bawah berupa air yang dialirkan ke bagian limbah cair.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas ($C_1 - C_5$) dengan Proses
Mitsubishi Gas Chemical (MGC)”

II.4 Diagram Alir



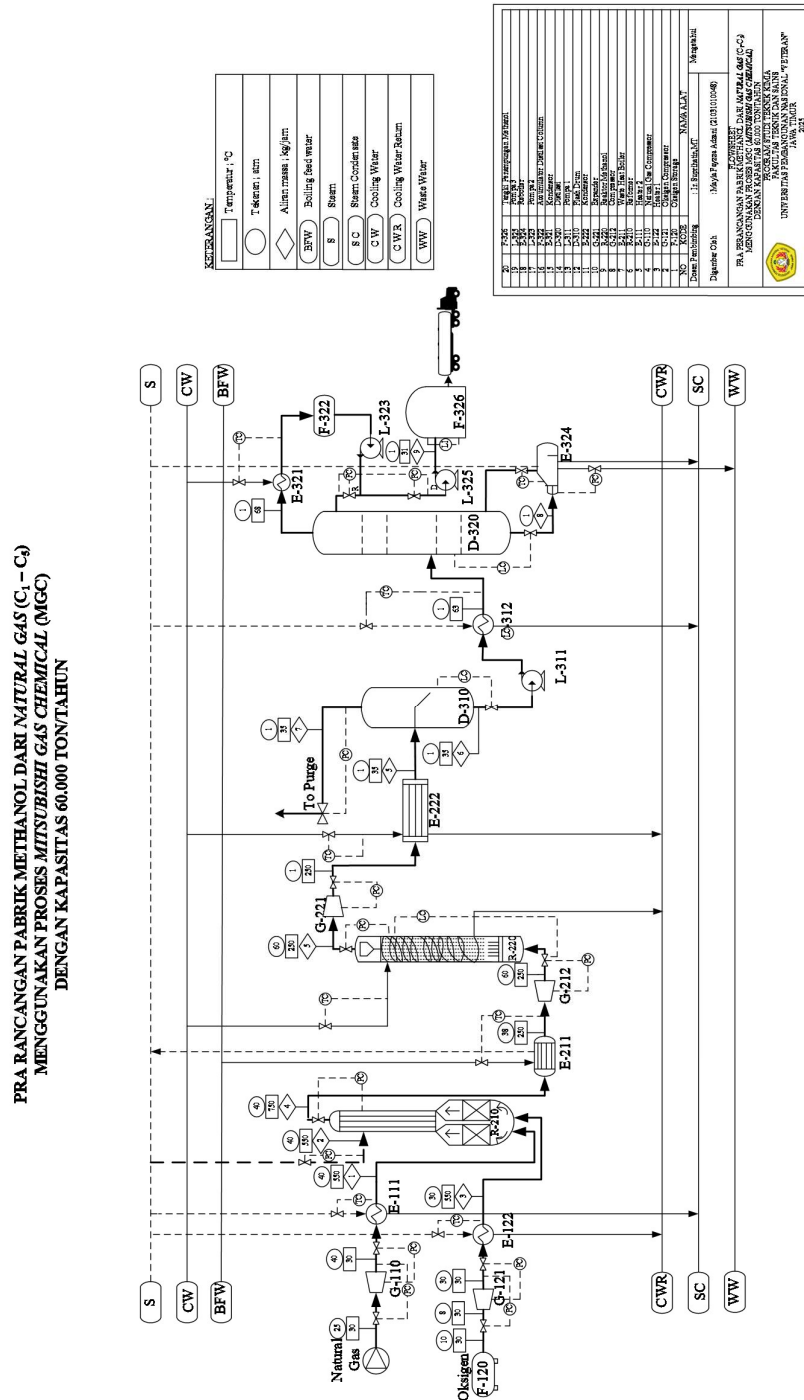
Gambar II. 4 Diagram Alir Pembentukan Methanol dengan Proses
Mitsubishi Gas Chemical (MGC)



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas ($C_1 - C_5$) dengan Proses Mitsubishi Gas Chemical (MGC)”

II. 5 Flowsheet Pengembangan



Gambar II. 5 Flowsheet Pengembangan Pembentukan Methanol dengan Proses Mitsubishi Gas Chemical (MGC)