



**TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803**

**PRA DESAIN PABRIK METANOL DARI GAS  
ALAM**

**Oleh :**

**Putri Solichah Destri Arianti**

**NRP. 0221154000067**

**Nurul Kharisma**

**NRP. 0221154000078**

**Dosen Pembimbing :**

**Prof. Ir. Renanto, M.Sc., Ph.D.**

**NIP. 1953 07 19 1978 03 1001**

**Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP. 1973 06 15 1999 03 1003**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan Judul :

### “PRA-DESAIN PABRIK METANOL DARI GAS ALAM”

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

**Putri Solichah Destri Arianti**  
**Nurul Kharisma**

**NRP. 02211540000067**  
**NRP. 02211540000078**

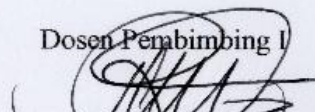
Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia:

1. Dr. Ir. Susianto, DEA
2. Prof. Dr. Ir. Kuswandi, DEA
3. Ir. Ignatius Gunardi, M.T

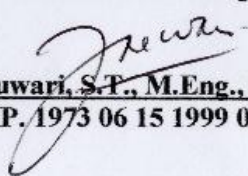


Surabaya, 30 Januari 2019

Dosen Pembimbing I

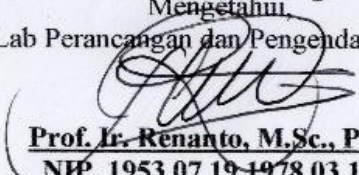
  
**Prof. Ir. Renanto, M.Sc., Ph.D.**  
**NIP. 1953 07 19 1978 03 1001**

Dosen Pembimbing II

  
**Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 1973 06 15 1999 03 1003**

Mengetahui

Ka. Lab Perancangan dan Pengendalian Proses

  
**Prof. Ir. Renanto, M.Sc., Ph.D.**  
**NIP. 1953 07 19 1978 03 1001**

## RINGKASAN

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah salah satunya gas alam. Cadangan gas alam Indonesia dalam 10 tahun terakhir menunjukkan kecenderungan meningkat. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Alam, cadangan gas alam Indonesia pada 2015 tercatat sebesar 151,33 triliun standard cubic feet (TSCF) yang terdiri dari 97,99 TSCF cadangan terbukti dan 53,34 TSCF adalah cadangan potensial. Dengan tingkat produksi gas alam saat ini, diperkirakan ketersediaan cadangan gas alam Indonesia mampu untuk memenuhi kebutuhan gas alam hingga 40 tahun ke depan. Cadangan gas alam Indonesia masih menempati posisi ke-14 dari negara yang memiliki cadangan gas terbesar dunia. Hal tersebut jauh lebih baik apabila dibandingkan dengan cadangan minyak bumi yang ada di Indonesia, yaitu sekitar 3,59 milliar barel. Dengan tingkat produksi minyak bumi saat ini, cadangan minyak Indonesia akan habis dalam waktu 12 tahun ke depan

Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan kualitas maupun kuantitas baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun industri yang menghasilkan bahan setengah jadi. Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk kimia ini sangatlah penting karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya akan dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor barang tersebut, termasuk diantaranya adalah metanol.

*Methyl alcohol* atau yang lebih dikenal dengan metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) merupakan salah satu bahan kimia organik yang sangat penting. Metanol merupakan senyawa alkohol yang paling sederhana. Kereaktifan dari senyawa ini ditentukan oleh gugus fungsionalnya. Pada suhu kamar, metanol mempunyai sifat berwujud liquid bening dan jernih, mudah menguap dan mudah terbakar, merupakan pelarut polar, larut dalam air, etanol, dan eter. Selain itu bersifat racun jika dihirup yang dapat

menyebabkan kebutaan. Sifat fisik yang dimiliki oleh metanol antara lain mempunyai titik didih 64.7°C dan berat jenis 0.7866 g/ml. Dengan sifat yang dimilikinya itu, maka bahan kimia ini digunakan sebagai bahan bakar, untuk bahan baku pembuatan formaldehide, MTBE, dan Asam asetat, sebagai bahan aditif, dan sebagai bahan pengolahan limbah. Dari tahun ke tahun kebutuhan akan metanol di Indonesia semakin meningkat. sekitar 70% dari produksi metanol di dunia, digunakan sebagai bahan baku sintesis bahan kimia lainnya.

Secara keseluruhan, permintaan global untuk metanol diproyeksikan tumbuh pada tingkat tahunan rata-rata 9,8% dari 2010 sampai 2015. Cina telah menjadi negara terbesar yang mengkonsumsi metanol, dan akan meningkatkan pangsa konsumsi dunia hampir 41% pada tahun 2010 sampai 54% pada tahun 2015.

Industri Metanol merupakan salah satu industri kimia yang berprospek di Indonesia. Dua perusahaan yang memproduksi metanol di Indonesia mencapai kapasitas total 990.000 ton/tahun. Dua perusahaan itu adalah PT. KMI Indonesia dan PT. Medco Metanol Bunyu. Keduanya menggunakan gas alam sebagai bahan baku. Pada bulan Maret tahun 2009 yang lalu, kegiatan produksi Kilang Metanol Bunyu (KMB) yang dikelola oleh anak perusahaan PT. Medco Energi Internasional Tbk, PT. Medco Metanol Bunyu dihentikan karena minimnya pasokan gas. Namun, kebutuhan metanol di Indonesia belum dapat terpenuhi oleh kedua perusahaan ini sehingga masih harus mengimport dari luar negeri.

Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinu 24 jam selama 330 hari per tahun dengan kapasitas produksi 350.000 ton/tahun. Berlokasi di Tandjung Paraparangan, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Proses pembuatan metanol dari gas alam ini terbagi menjadi empat bagian proses utama yaitu :

- **Pre-treatment gas alam** : tahap dilakukannya berbagai macam perlakuan agar feed sesuai dengan kondisi

yang dibutuhkan agar tidak mencemari katalis di proses-proses selanjutnya

- **Preparasi *syn gas*** : terbentuknya *syn gas*
- **Proses sintesa metanol** : mereaksikan CO dan CO<sub>2</sub> dengan H<sub>2</sub>O untuk membentuk metanol
- **Purifikasi metanol** : memurnikan hasil metanol dengan menggunakan kolom distilasi untuk menghasilkan metanol dengan kemurnian min 99,9%

Sumber dana investasi berasal dari modal sendiri sebesar 40% biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar 60% biaya investasi. Berdasarkan analisa ekonomi, laju pengembalian modal (IRR) pabrik ini sebesar 26% dengan bunga sebesar 10,25% per tahun dan laju inflasi 3,6%. Sedangkan untuk waktu pengembalian modal (POT) adalah 4,6 tahun dan titik impas (BEP) sebesar 26,81% melalui cara linear. Umur dari pabrik selama 10 tahun dan masa konstruksi 2 tahun. Untuk memproduksi metanol sebanyak 350.000 ton/tahun, diperlukan biaya total produksi per tahun (TPC) sebesar Rp 1.000.499.244.529, biaya investasi total Rp 1.021.296.588.298 dan total penjualan sebesar Rp 1.821.806.000.000. Dengan melihat aspek penilaian analisis ekonomi dan teknisnya, maka pabrik metanol dari gas alam ini layak untuk didirikan.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, rahmat, serta hidayah-Nya kepada penyusun sehingga penyusun mampu menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik yang berjudul **“Pra Desain Pabrik Metanol dari Gas Alam”** serta mampu menyelesaikan laporan ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penyusun banyak mendapatkan dukungan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho dan rahmat-Nya sehingga memberikan kelancaran kepada penyusun dalam menyelesaikan pra-desain pabrik ini.
2. Orang tua serta saudara-saudara kami, untuk do'a, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
3. Bapak Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTI – ITS
4. Bapak Prof. Ir. Renanto, M.Sc., Ph.D, selaku Kepala Laboratorium Perancangan dan Pengendalian Proses Departemen Teknik Kimia sekaligus Dosen Pembimbing kami, atas bimbingan dan saran yang diberikan.
5. Bapak Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan saran yang diberikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Kimia FTI – ITS yang telah memberikan ilmunya kepada penyusun serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia.
7. Teman-teman seperjuangan anggota Laboratorium Perancangan dan Pengendalian Proses Departemen Teknik Kimia serta kakak-kakak tercinta yang membantu memberikan dukungan dan keceriaan.
8. Teman-teman K-55 yang telah menemani selama suka duka pembuatan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih berada jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penyusun mengharap adanya

kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari semua pihak untuk kesempurnaan laporan ini. Penyusun berharap pula laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penyusun pada khususnya. Terima kasih.

Surabaya, 27 Februari 2019

Penyusun

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
RINGKASAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I LATAR BELAKANG .....	I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA .....	II-1
II.1 Kapasitas.....	II-1
II.2 Lokasi .....	II-4
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk .....	II-7
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....	III-1
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....	IV-1
BAB V DAFTAR DAN HARGAPERALATAN .....	V-1
BAB VI ANALISA EKONOMI .....	VI-1
VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia.....	VI-1
VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan.....	VI-1
VI.1.2. Sistem Organisasi Perusahaan.....	VI-2
VI.1.3 Struktur Organisasi.....	VI-4
VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja.....	VI-6
VI.1.5 Sistem Jam Kerja.....	VI-9
VI.2 Sistem Utilitas .....	VI-11
VI.3. Analisa Ekonomi .....	VI-14
VI.3.1 Laju Pengembalian Modal ( <i>Internal Rate of Return, IRR</i> ) .....	VI-14
VI.3.2 Waktu Pengembalian Modal ( <i>Pay Out Time, POT</i> ) .....	VI-14
VI.3.2 ( <i>Break Even Point, BEP</i> ).....	VI-15
BAB VII KESIMPULAN .....	VII-1
DAFTAR PUSTAKA.....	xiv



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Peta Lokasi Pendirian Pabrik.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
Gambar III.1 Diagram Alir Proses Lurgi.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
Gambar III.2 Diagram Alir Proses ICI.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
Gambar III.3 Diagram Alir Proses Kellog.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	<b>6</b>
Gambar III.4 Diagram Alir Proses MGC.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	<b>7</b>
Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	<b>2</b>
Gambar VI.2 Operating Labor Requirements for Chemical Process Industries.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	<b>7</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Jumlah Kebutuhan Metanol di Indonesia.....	I.2
Tabel I. 2 Tingkat Emisi Bahan Bakar Fosil .....	I.3
Tabel I. 3 Kapasitas Produksi Metanol di Indonesia.....	I.4
Tabel II. 1 Perkembangan Impor Metanol Indonesia .....	II.1
Tabel II. 2 Perkembangan Ekspor Metanol Indonesia ....	II.2
Tabel II. 3 Kondisi Lokasi Pabrik .....	II.4
Tabel II. 4 Komposisi Gas Alam.....	II.7
Tabel II. 5 Target Produk .....	II.1
Tabel III. 1 Kelebihan dan Kekurangan Proses Produksi Gas Sintesis .....	III.2
Tabel III. 2. Perbandingan Proses Produksi Metanol .....	III.8
Tabel IV.1 Komposisi Gas Alam (Feed).....	IV.1
Tabel IV.2 Neraca Massa Mixing Point I .....	IV.2
Tabel IV.3 Neraca Massa Hydrotreating (R-110).....	IV.3
Tabel IV.4 Neraca Massa Desulfurizer (D-120) .....	IV.4
Tabel IV.5 Neraca Massa Mixing Point II .....	IV.5
Tabel IV. 6 Neraca Massa Tee For Bypass .....	IV.6
Tabel IV. 7 Neraca Massa Steam Reformer (R-210) .....	IV.8
Tabel IV. 8 Neraca Massa Autothermal Reformer (R-220) .....	IV.9
Tabel IV. 9 Neraca Massa Flash Drum I (F-313) .....	IV.11
Tabel IV. 10 Neraca Massa Mixing Point III.....	IV.13
Tabel IV. 11 Neraca Massa Reaktor Sintesis Metanol (R-310) .....	IV.15
Tabel IV. 12 Neraca Massa Flash Drum II (F-413) .....	IV.16
Tabel IV. 13 Neraca Massa Splitter .....	IV.18
Tabel IV. 14 Neraca Massa Distillation Column I (D-410) .....	IV.19
Tabel IV. 15 Neraca Massa Distillation Column II (D-420) .....	IV.20

Tabel IV. 1 Neraca Energi G-111 .....	IV.21
Tabel IV. 2 Neraca Energi E-112.....	IV.22
Tabel IV. 3 Neraca Energi Mixing Point I.....	IV.23
Tabel IV. 4 Neraca Energi R-110.....	IV.24
Tabel IV. 5 Neraca Energi D-120 .....	IV.25
Tabel IV. 6 Neraca Energi Mixing Point II.....	IV.26
Tabel IV. 7 Neraca Energi E-211.....	IV.27
Tabel IV. 8 Neraca Energi G-311 .....	IV.28
Tabel IV. 9 Neraca Energi E-312.....	IV.29
Tabel IV. 10 Neraca Energi F-313 .....	IV.30
Tabel IV. 11 Neraca Energi G-314 .....	IV.31
Tabel IV. 12 Neraca Energi R-210.....	IV.32
Tabel IV. 13 Neraca Energi E-221.....	IV.33
Tabel IV. 14 Neraca Energi R-220.....	IV.33
Tabel IV. 15 Neraca Energi F-413 .....	IV.34
Tabel IV. 16 Neraca Energi G-315 .....	IV.34
Tabel IV. 17 Neraca Energi E-316.....	IV.35
Tabel IV. 18 Neraca Energi Mixing Point III .....	IV.35
Tabel IV. 19 Neraca Energi R-310.....	IV.36
Tabel IV. 20 Neraca Energi G-411 .....	IV.36
Tabel IV. 21 Neraca Energi E-412.....	IV.37
Tabel IV. 22 Neraca Energi G-414 .....	IV.37
Tabel IV. 23 Neraca Energi E-415.....	IV.38
Tabel IV. 24 Neraca Energi D-410 .....	IV.38
Tabel IV. 25 Neraca Energi E-417.....	IV.39
Tabel IV. 26 Neraca Energi E-416.....	IV.39
Tabel IV. 27 Neraca Energi E-421.....	IV.39
Tabel IV. 28 Neraca Energi D-420 .....	IV.40
Tabel IV. 29 Neraca Energi E-426.....	IV.41
Tabel IV. 30 Neraca Energi E-423.....	IV.42
Tabel IV. 31 Neraca Energi E-427.....	IV.42
Tabel IV. 32 Neraca Energi G-429 .....	IV.43

Tabel IV. 33 Neraca Energi E-423 .....	IV.43
Tabel VI. 1 Kebutuhan Karyawan Pabrik Metanol dari Gas Alam .....	VI.8
Tabel VI. 2 Jadwal Shift Operator .....	VI.10

# BAB I

## LATAR BELAKANG

Di era globalisasi pasar bebas sekarang ini, perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan kualitas maupun kuantitasnya baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun industri yang menghasilkan bahan setengah jadi untuk bahan baku industri lain. Sehingga, kebutuhan bahan baku maupun bahan pembantu dalam berbagai industri mengalami peningkatan. Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk kimia ini sangat penting, karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor barang tertentu. Salah satu industri kimia yang ingin dikembangkan di Indonesia adalah produksi metanol.

Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) adalah pelarut organik yang merupakan jenis alkohol dengan struktur paling sederhana. Metanol umumnya digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai macam produk petrokimia, sintesis kimia (misal: formaldehid, asam asetat, metil amina), dan bahan bakar mesin bakar internal pada kendaraan bermotor yang sudah dikenal sejak sekitar tahun 1960-an. Sekarang metanol akan mulai diterapkan sebagai bahan bakar kendaraan *fuel cell*. Metanol merupakan bahan kimia yang diperlukan oleh industri-industri baik luar negeri maupun dalam negeri. Untuk Indonesia sendiri, methanol dibutuhkan dalam jumlah yang besar. Jumlah kebutuhan methanol di Indonesia ditunjukkan dalam Tabel 1.1:

**Tabel 1.1 Jumlah Kebutuhan Metanol di Indonesia**

<b>Tahun</b>	<b>Kebutuhan Metanol Indonesia (kg)</b>
2009	580.874.058
2010	760.436.057
2011	798.109.815
2012	822.124.029
2013	996.766.181

(BPS, 2013)

Berdasarkan data tersebut, jumlah kebutuhan metanol terus mengalami kenaikan setiap tahunnya. Jumlah kebutuhan ini diperkirakan akan terus bertambah di tahun yang akan datang seiring bertambahnya juga kebutuhan metanol oleh pabrik-pabrik lain yang memproduksi senyawa turunannya, hal ini mengakibatkan bertambahnya angka impor metanol di Indonesia.

Metanol dapat diproduksi dari dua macam metoda yaitu metoda alamiah dengan cara ekstraksi atau fermentasi, dan metoda sintesis dengan cara sintesis gas hidrogen dan karbon dioksida atau oksidasi hidrokarbon, serta dengan cara elektro atau radiasi sintesis gas karbon dioksida. Metanol dapat diproduksi dari berbagai macam bahan baku fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa metanol paling ekonomis diproduksi dari gas alam dibanding dari batubara. Efisiensi pembakaran gas alam lebih tinggi daripada bahan bakar fosil lainnya, hal ini dikarenakan setiap bahan bakar yang terbakar berupa fase gas, jika kita membakar minyak maka memerlukan energi lebih untuk merubah menjadi gas baru terjadi proses pembakaran, begitu pula dengan bahan baku batubara yang harus melewati proses gasifikasi sebelum dilakukan proses pembakaran. Selain itu, tidak seperti bahan bakar minyak dan batubara, emisi gas dari pembakaran gas alam jauh lebih rendah daripada bahan bakar fosil lain karena emisi Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), dan karbon yang dihasilkan jauh lebih rendah daripada yang lainnya. Perbedaan emisi ini dapat dilihat di tabel berikut:

**Tabel I.2 Tingkat Emisi Bahan Bakar Fosil (Pound/Miliar BTU)**

<b>Polutan</b>	<b>Gas Alam</b>	<b>Minyak</b>	<b>Batubara</b>
Karbondioksida (CO <sub>2</sub> )	117,000	164,000	208,000
Karbonmonoksida (CO)	40	33	208
Nitrogen Oksida (NO <sub>x</sub> )	92	448	457
Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	1	1,112	2,591
Partikel	7	84	2,744
Merkuri	0	0,007	0,016

(ESDM, 2010)

Berdasarkan data Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Alam, cadangan gas alam Indonesia pada 2015 tercatat sebesar 151,33 triliun standard cubic feet (TSCF) yang terdiri dari 97,99 TSCF cadangan terbukti dan 53,34 TSCF adalah cadangan potensial. Dengan tingkat produksi gas alam saat ini, diperkirakan ketersediaan cadangan gas alam Indonesia mampu untuk memenuhi kebutuhan gas alam hingga 40 tahun ke depan. Cadangan gas alam Indonesia masih menempati posisi ke-14 dari negara yang memiliki cadangan gas terbesar dunia. Hal tersebut jauh lebih baik apabila dibandingkan dengan cadangan minyak bumi yang ada di Indonesia, yaitu sekitar 3,59 miliar barel. Dengan tingkat produksi minyak bumi saat ini, cadangan minyak Indonesia akan habis dalam waktu 12 tahun ke depan.

(ESDM, 2013)

Dari tahun ke tahun kebutuhan metanol di Indonesia semakin meningkat. Meningkatnya kebutuhan metanol tersebut, apabila tidak diimbangi dengan perkembangan industri metanol akan mengakibatkan kebutuhan impor metanol terus mengalami kenaikan tiap tahunnya. Sekitar 70% dari produksi metanol di dunia digunakan sebagai bahan baku sintesis bahan kimia,

terutama untuk pembuatan formaldehida dan MTBE (Methyl Tertier Buthyl Ether). Sedangkan 30% lagi digunakan sebagai bahan bakar atau sumber energi. Perkembangan industri metanol di Indonesia dapat dikatakan masih kurang, bahkan sampai saat ini baru terdapat satu pabrik yang memproduksi metanol di Indonesia, yaitu PT. Kaltim Methanol Industri, yang terletak di Kota Bontang Provinsi Kalimantan Timur. Berikut adalah data kapasitas produksi metanol di PT. Kaltim Methanol Industri:

**Tabel I.3 Kapasitas Produksi Metanol di Indonesia**

<b>Nama Pabrik</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas Produksi (MT/tahun)</b>
PT. Kaltim Methanol Industri	Bontang, Kalimantan Timur	660.000

Dari **Tabel 1.3** dapat diketahui bahwa kapasitas produksi metanol di Indonesia oleh PT. Kaltim Methanol Industri adalah 660.000 ton/ tahun. Adanya latar belakang inilah yang mendasari pemilihan judul:

“Pra Desain Pabrik Metanol dari Gas Alam”



## **BAB II**

### **BASIS DESAIN DATA**

#### **II.1 Kapasitas**

Salah satu faktor yang harus di perhatikan dalam pendirian suatu pabrik adalah kapasitas produksi. Kapasitas pabrik yang akan dirancang harus lebih besar dari kapasitas minimum atau paling tidak sama dengan kapasitas terkecil suatu pabrik yang sudah berjalan. Selain itu, kapasitas pabrik harus di atas jumlah permintaan, hal ini dikarenakan untuk mengantisipasi peningkatan jumlah perminataan serta kenaikannya setiap tahun. Sehingga dapat ditentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Berikut ini adalah data impor, ekspor, konsumsi dan produksi Methanol untuk tahun 2011-2017 :

**Tabel II.I Perkembangan Impor Methanol Indonesia**

Tahun	Berat (kg)	Laju Pertumbuhan
2011	275.957.247	0
2012	261.865.693	-0,051
2013	341.455.237	0,303
2014	557.361.725	0,632
2015	219.413.820	-0,606
2016	436.987.818	0,992
2017	350.026.050	-0,199
Rata-rata		0,153

(BPS, 2017)

**Tabel II.2 Perkembangan Ekspor Methanol Indonesia**

Tahun	Berat (kg)	Laju Pertumbuhan
2011	476.837.432	0
2012	438.741.664	-0,079
2013	486.817.701	0,109
2014	404.151.914	-0,169
2015	422.884.226	0,046
2016	347.403.418	-0,178
2017	335.007.856	-0,036
Rata-rata		-0,044

(BPS, 2017)

Contoh Perhitungan laju pertumbuhan:

Lajupertumbuhan=

$\frac{\text{Kapasitas Impor tahun sekarang}-\text{kapasitas impor tahun sebelumnya}}$

$$= \frac{\text{Kapasitas impor tahun sebelumnya}}{275,957,247}$$

$$= -0,051$$

Pabrik Methanol ini akan direncanakan beroperasi pada tahun 2022, dengan mengacu pada pemenuhan kebutuhan impor. Dengan analogi dari persamaan untuk menghitung bunga, maka perkiraan volume impor Methanol (dalam kg) pada tahun 2022 dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$F = F_0 (1+i)^n$$

Dimana :

F = Perkiraan kebutuhan Methanol pada tahun 2022

F<sub>0</sub> = Kebutuhan Methanol pada tahun terakhir

i = Perkembangan rata-rata

n = Selisih waktu

Perhitungan kebutuhan impor tahun 2022 adalah

$$\begin{aligned} F &= F_0 (1 + i)^{n1} \\ &= 350.026.050 (1 + 0,153)^{(2022-2017)} \\ &= 713.460.930 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan ekspor tahun 2020 adalah

$$\begin{aligned} F &= F_0 (1 + i)^{n1} \\ &= 335.007.856 (1 + (-0,044))^{(2022-2017)} \\ &= 267.523.647 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari metode tersebut didapatkan hasil perkiraan impor methanol pada tahun 2022 adalah sebesar 713.460.930 kg yang diharapkan nilai impor (m1) menjadi nol pada tahun 2022, sehingga estimasi impor direpresentasikan sebagai konsumsi (m5). Estimasi ekspor (m4) dilakukan seperti impor, sehingga didapat 267.523.647 kg. Asumsi tersebut dihitung dengan persamaan:

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

$$m3 = (m4+m5)-(m1+m2)$$

$$m3 = (267.523.647 + 713.460.930) - (0 + 500.000.000)$$

$$m3 = 480.984.577 \text{ kg}$$

Itu artinya dapat diperkirakan bahwa jumlah kebutuhan methanol di Indonesia masih belum terpenuhi sebesar 480.984.577 kg. Dari total kebutuhan methanol tersebut, target produksi methanol akan kami penuhi sekitar 75% yaitu 350.000.000 kg, yang diharapkan dapat memenuhi sebagian kebutuhan methanol di Indonesia.

Untuk menentukan perhitungan neraca massa maka dibutuhkan basis perhitungan. Basis perhitungan pada pabrik ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 1 \text{ tahun} &= 330 \text{ hari kerja} \\ 1 \text{ hari} &= 24 \text{ jam} \\ \text{Basis perhitungan} &= 1 \text{ jam operasi} \\ \text{Kapasitas pabrik} &= 350.000 \text{ ton/tahun} \\ \text{Jumlah Methanol} &= 350.000 \frac{\text{ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1 \text{ Tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ Jam}} \\ &= 44,19 \text{ ton/jam} \\ &= 1060,60 \text{ ton/hari} \\ &= 1.060.606 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Dari data di atas, maka kami menetapkan bahwa kapasitas pabrik yang akan kami dirikan adalah 350.000 ton/tahun berdasarkan ketersediaan bahan baku

## II.2 Lokasi

Pabrik akan di dirikan di Kawasan Tandjung Paraparangatan, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, dengan pertimbangan sebagai berikut :

**Tabel II.3** Kondisi Lokasi Pabrik

No	Variabel	Keterangan
1	Suhu	25-29°C
2	Kelembaban	84 – 93 %
3	Kecepatan angin	4 - 7 km/jam
4	Curah hujan rata-rata	2000-4000 mm/tahun
5	Humidity	66%
6	Tekanan atmosfer	1009-1012 Hpa
7	Ketinggian Tanah	25-100 m

(www.bmkg.go.id)

Lokasi pabrik sangat berpengaruh dalam proses produksi. Maka dari itu, penentuan lokasi pabrik penting untuk dilakukan. Kesalahan penentuan lokasi pabrik menyebabkan biaya produksi menjadi mahal sehingga tidak ekonomis.

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam menentukan kelangsungan produksi suatu pabrik. Lokasi suatu pabrik kimia ditentukan oleh berbagai faktor, diantaranya adalah:

- Fasilitas
- Lapangan kerja
- Sumber bahan baku
- Sarana transportasi
- Luas lahan yang dibutuhkan
- Pengaruh-pengaruh politik-ekonomi

Badan usaha yang memproduksi sesuatu biasanya mempunyai pertalian yang erat dengan lingkungan di sekitarnya

maupun dengan lingkungan yang lebih luas. Badan usaha yang besar berpengaruh terhadap struktur sosial. Infrastruktur (jalan-jalan, sumber energi, pemukiman) akan terbebani, demikian juga lingkungan dieksploitasi dengan adanya pemakaian udara dan air serta pembuangan limbah-limbah industri (sampah, air buangan, udara kotor). Pada pendirian instalasi baru, di samping kriteria-kriteria lain, faktor-faktor diatas juga harus diperhatikan dan dipertimbangkan.

Lokasi pabrik akan didirikan di Tandjung Paraparangatan, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Ketersediaan Bahan Baku  
Bahan baku pabrik metanol ini menggunakan gas alam sebesar 600 MMSCFD yang berasal dari sumur lapangan jangkrik yang terletak di kutai kartanegara
- b. Sarana Transportasi  
Lokasi pabrik dekat dengan laut dan sungai sehingga memudahkan dalam transportasi.
- c. Utilitas  
Sarana pendukung seperti tersedianya sumber air untuk menunjang kebutuhan pabrik maupun karyawan tersedia banyak di lokasi pabrik karena wilayah ini berada di dekat laut dan sungai sehingga mempunyai sumber air yang memadai.
- d. Tenaga Kerja  
Kalimantan Timur, khususnya di kutai kartanegara merupakan kawasan Industri yang sudah mapan. Untuk mendapatkan tenaga kerja ahli maupun tenaga kerja biasa dari daerah sekitar industri cukup mudah.
- e. Kebijakan Pemerintah  
Kota Kalimantan Timur merupakan kawasan industri yang telah ditetapkan pemerintah, sehingga faktor-faktor seperti kebijaksanaan pemerintah dalam hal ini perizinan, lingkungan masyarakat sekitar, faktor sosial serta

perluasan pabrik sangat memungkinkan untuk berdirinya pabrik metanol.



**Gambar II.1** Peta Lokasi Pendirian Pabrik

## **II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk**

### **II.3.1 Spesifikasi Bahan Baku**

Bahan Baku Utama ( Gas Alam )

a. Sifat fisika

Gas alam juga berwujud tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna dengan specific gravity 0,57 – 0,62. Gas alam lebih ringan dari udara, sehingga cenderung mudah tersebar di atmosfer. Akan tetapi bila ia berada dalam ruang tertutup jika tersulut api, dapat menyebabkan ledakan yang dapat menghancurkan bangunan.

b. Sifat Kimia

Gas alam merupakan campuran hidrokarbon dimana komponen yang dominan adalah  $\text{CH}_4$ . Gas alam dapat berbahaya karena sifatnya yang sangat mudah terbakar dan menimbulkan ledakan.

**Tabel II.4 Komposisi Gas Alam**

Nama Gas	Senyawa	Komposisi (%)
Metana	CH <sub>4</sub>	89,8
Etana	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,9
Propana	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,46
iso-Butana	IC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,26
normal-Butana	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,14
iso-Pentana	IC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,06
normal-Pentana	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,05
Karbondioksida	CO <sub>2</sub>	7,03
Heksana	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,22
Nitrogen	N <sub>2</sub>	0,08
Hidrogen Sulfida	H <sub>2</sub> S	3,0154 ppm
Mercaptan	-	0,3015 ppm

(PT Badak LNG)

### II.3.2 Spesifikasi Target Produk

#### a. Sifat Fisika

*Methyl alkohol* atau yang lebih dikenal dengan metanol (CH<sub>3</sub>OH) merupakan salah satu bahan kimia organik yang sangat penting. Pada suhu kamar, metanol mempunyai sifat sebagai berikut:

- Berwujud *liquid* bening dan jernih
- Mudah menguap dan mudah terbakar
- Merupakan pelarut polar, larut dalam air, *ethyl alkohol* dan *ether*
- Batas peledakan metanol di udara adalah 6-36,5 % volume, di luar rentang tersebut, metanol tidak menimbulkan ledakan
- Beracun jika dihirup yaitu dapat menyebabkan kebutaan

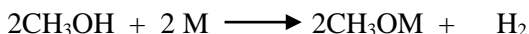
Sifat fisik dari metanol adalah sebagai berikut:

## b. Sifat Kimia

Metanol merupakan gugus hidroksil dan dapat bereaksi secara dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, dan esterifikasi. Sifat kimia metanol dengan senyawa lain yaitu :

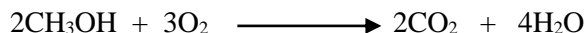
1. Pembentukan metal metoksida (methylyate).

Atom hidrogen pada gugus hidroksil digantikan oleh logam aktif seperti sodium, potasium, dan kalsium sehingga dihasilkan H<sub>2</sub> secara perlahan-lahan.



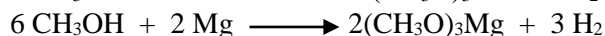
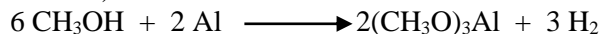
2. Pembakaran metanol.

Reaksi pembakaran metanol menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.



3. Pembentukan methoxide

Reaksi metanol dengan aluminium atau magnesium menghasilkan methoxide dengan menambahkan katalis logam amalgam (ditambahkan sedikit merkuri).



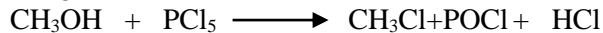
4. Oksidasi metanol.

Reaksi oksidasi dari metanol akan menghasilkan methanal (formaldehyde).



5. Pembentukan metil klorida

Reaksi metanol dengan fosfor pentaklorida menghasilkan metil klorida.



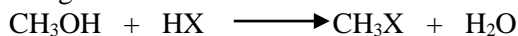
Reaksi metanol dengan hidrogen klorida membentuk metil klorida dan air.



6. Pembuatan alkil halida.

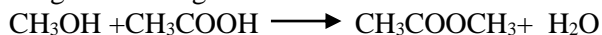


Reaksi metanol dengan asam-asam halogen menghasilkan alkil halida.



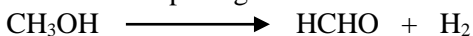
7. Reaksi esterifikasi.

Ester dapat dibuat dengan mereaksikan metanol dengan asam organik.



8. Dehidrogenasi.

Metanol dapat dihidrogenasi menjadi formaldehida dalam fase uap dengan bantuan bermacam katalis.



**Tabel II.5 Target Produk**

Jenis	Methanol (CH <sub>3</sub> OH)
Wujud	Cair
Kenampakan	Bening
Kemurnian	min 99,90% berat
Impuritas (air)	max 0,15 % berat
Titik didih 1 atm	64,85 ° C
Acetone dan Aldehyds wt % max	0.003
Acetone wt % max	0.002
Ethanol wt % max	0.001
Asam (Asam asetat) wt % max	0.003
Kandungan air wt % max	0.10
Specific gravity max	0.7982 saat 20°C
Permanganate fading time	<i>No discharge of color</i> dalam 50 menit
Warna, skala Platinum – Cobalt, max	5 (ASTM-D1209)
Kandungan non-volatile mg/100 ml max	1



## BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES

### III.1 Jenis Proses

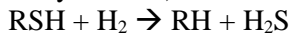
Pada perancangan pabrik ini telah dipilih gas alam sebagai bahan baku pembuatan metanol. Proses produksi metanol yang direncanakan secara garis besar mengacu pada penahapan produksi metanol pada umumnya, yaitu :

- a. *Pre-treatment* gas alam
- b. Preparasi *syn gas*
- c. Tahap pemurnian dari metanol.

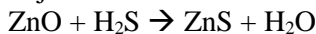
- *Pre-treatment* gas alam

Gas alam terlebih dahulu dihilangkan zat pengotornya seperti sulfur. Sulfur harus dihilangkan agar tidak meracuni katalis yang digunakan pada proses selanjutnya.

**Hydrotreating** berguna untuk menangkap *sulfur organic* (RSH) menggunakan katalis CoMo (Cobalt Molybdenum)



**Desulfurasi** berlangsung pada tekanan sekitar 42-43 bar dan suhu 350-400°C. Berikut adalah reaksi yang terjadi:



Diinginkan agar gas alam yang sudah di-*treatment* mengandung kurang dari 0.1 ppm sulfur

- Preparasi *syn gas*

Terdapat dua pilihan proses gas sintesis yaitu (1) Proses Reformasi Kukus-Hidrokarbon / Steam Reformasi, (2) Oksidasi Parsial, (3) Dry Reforming dan (4)

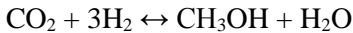
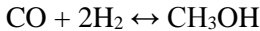
Autothermal Reforming. Untuk melakukan proses sintesa metanol fase gas ke liquid, perbandingan  $H_2/CO$  yang diperlukan adalah 2. Kelebihan dan kekurangan kedua proses tersebut dapat dilihat pada **Tabel III.1**.

**Tabel III. 1 Kelebihan dan Kekurangan Proses Produksi Gas Sintesis**

No	Proses	Penjelasan	Reaksi	Kelebihan	Kekurangan
1.	Steam Reforming	<i>Feed gas</i> direaksikan dengan <i>steam</i>	$CH_4 + H_2O \leftrightarrow 3H_2 + CO$	Menghasilkan hidrogen lebih banyak	Perlu penambahan steam sehingga membutuhkan biaya yang lebih besar
2.	Oksidasi Parsial	<i>Feed gas</i> direaksikan dengan $O_2$	$CH_4 + \frac{1}{2} O_2 \leftrightarrow 2H_2 + CO$	Lebih ekonomis karena harga oksigen lebih murah	Hidrogen yang dihasilkan lebih sedikit
3.	Dry Reforming	<i>Feed gas</i> direaksikan dengan $CO_2$	$CH_4 + O_2 \leftrightarrow 2CO + 2H_2$		Mahal
4.	Autothermal Reforming	Merupakan gabungan dari proses steam reforming, partial oxidation, dan terdapat reaksi pembakaran	i. Pembakaran Metana $CH_4 + 2O_2 \leftrightarrow CO_2 + 2H_2O$  ii. Oksidasi parsial Metana $CH_4 + O_2 \leftrightarrow CO_2 + H_2 + H_2O$  iii. Pemecahan Metana $CH_4 + H_2O \leftrightarrow CO + 3H_2$	Mampu mengkonversi sisa metana yang ada	

- Proses sintesa metanol

Secara umum, reaksi metanol pada fase gas dengan katalis berbasis Cu adalah sebagai berikut:



Pada sintesis metanol, jenis katalis yang digunakan mempengaruhi kondisi operasi sintesis metanol, karena masing-masing katalis memiliki aktivitas katalitik pada kondisi tertentu.

- Proses pemurnian metanol

Metanol yang keluar dari sintesis mempunyai kemurnian 70% sehingga perlu dimurnikan lagi hingga mencapai 99.9%. Beberapa cara pemurnian yang sering digunakan:

- a. Expansion vessel

Gas-gas terlarut ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ) dihilangkan dari *raw* metanol dengan cara *flashing* pada tekanan rendah di dalam *expansion vessel*. Selama di-flash di degasser/expansion vessel tekanan diturunkan dari 5,5 bar menjadi 3,72 bar. Hal ini bertujuan untuk memisahkan gas-gas terlarut yang terkandung dalam metanol, dimana kelarutan gas dalam liquid akan turun apabila tekanan diturunkan, sehingga gas terlarut dapat dipisahkan dari liquid.

- b. Distilasi

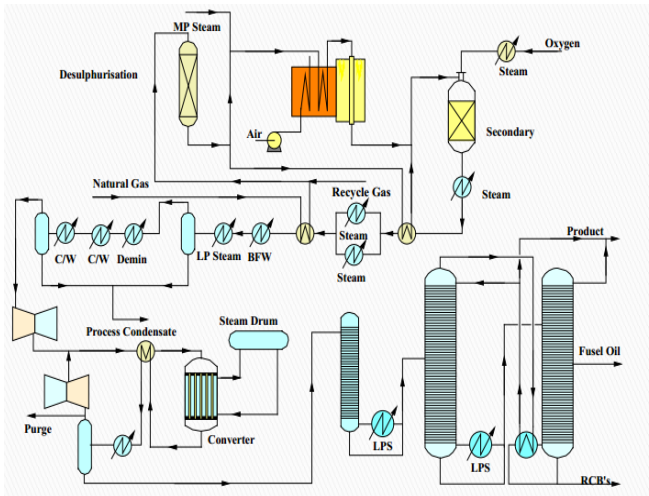
### III.1.1 Proses Konversi Syngas menjadi Metanol

Terdapat beberapa macam teknologi proses dalam memproduksi metanol dengan bahan baku gas alam, diantaranya adalah proses Lurgi *Combined Reforming*, ICI (*Imperial Chemical Industries*), Kellogg, MGC (*Mitsubishi Gas Company*). Tahap proses sintesis metanol, dari ke-empat proses sama, yang membedakan adalah:

- Jenis katalis

- Jenis reaktor yang dipergunakan untuk sintesis metanol
- Kondisi operasi

### A. Proses Lurgi *Combined Reforming*



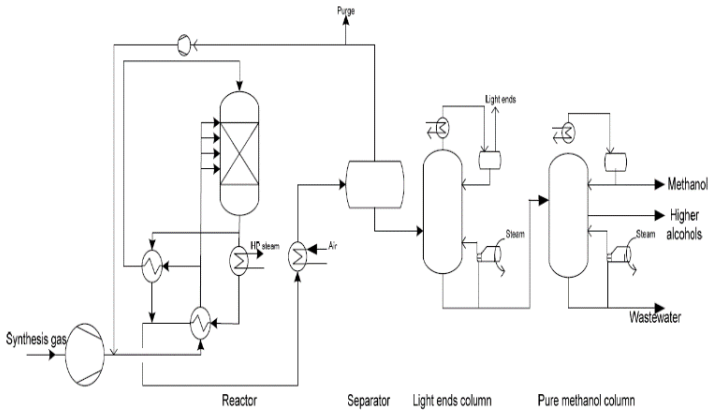
**Gambar III.1** Diagram Alir Proses Lurgi *Combined Reforming*

(Ullmann, 2005)

Proses ini dikembangkan oleh Lurgi *Corporation* untuk mensintesis metanol dengan kondisi temperatur pada reaktor sebesar 240-260°C dan tekanan sebesar 50-80 bar. Jenis reaktor bertipe *shell and tube* dengan katalis yang terisi pada bagian *tube*. Reaksi di dalam reaktor berjalan eksotermis, oleh karenanya panas hasil reaksi dipindah menggunakan air suhu rendah yang disirkulasikan pada bagian *shell* dan hal ini menghasilkan *steam* bertekanan tinggi yang dapat digunakan untuk kebutuhan proses lainnya. *Feedstock* reaktor sintesis metanol menggunakan gas sintesis yang dihasilkan dari gas alam. Gas sintesis diproduksi dengan mengkombinasikan *steam methane reforming* (SMR) dan *auto-thermal reforming*, kombinasi keduanya disebut *Combined Reforming*. *Steam reforming* berjalan pada temperatur 750-860°C.

Gas alam yang telah desulfurisasi dikontakkan dengan steam pada temperatur tersebut untuk menghasilkan hidrogen dan karbon monoksida. Gas sintesis dikompres hingga tekanan 50-80 bar sebelum masuk reaktor metanol. *Crude* metanol yang dihasilkan kemudian diproses pemurnian dalam kolom destilasi.

### B. Proses ICI (*Imperial Chemical Industries*)



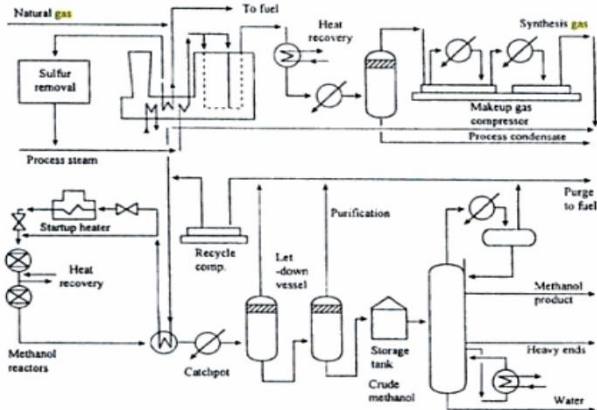
**Gambar III.2 Diagram Alir Proses ICI**

(Ullmann, 2005)

Proses ini memanfaatkan penggunaan dari reaktor adiabatik dan unggun berkatalis tunggal. Panas reaksi dipindah atau dipadamkan dengan menggunakan reaktan dingin pada ketinggian yang berbeda dari unggun katalis. Pertama, gas sintesis dikompres dan dicampur dengan *recycle* gas dipanaskan dengan penukar panas menggunakan reaktor yang mengalir. Kemudian 40% dari aliran tersebut dialirkan ke reaktor setelah dilakukan pemanasan. Sisanya digunakan sebagai *quen*ch gas untuk menghilangkan panas reaksi. Produk keluaran reaktor didinginkan melalui penukar panas dengan *feed* dan air untuk produksi *high pressure steam*. Dilanjutkan dengan pendinginan menggunakan air dingin dari *heat exchanger* dimana metanol dan air akan terkondensasi. Pemisahan gas dan *liquid* menggunakan *flash drum* dengan tekanan dibawah atmosfer. Gas disirkulasikan untuk

menjaga level inert. Pemurnian metanol dilakukan dengan 2 kolom yang berbeda. Kolom pertama digunakan untuk menghilangkan gas dan pengotor ringan lainnya, kemudian kolom kedua digunakan untuk memisahkan metanol dari komposisi alkohol berat lainnya.

### C. Proses Kellogg



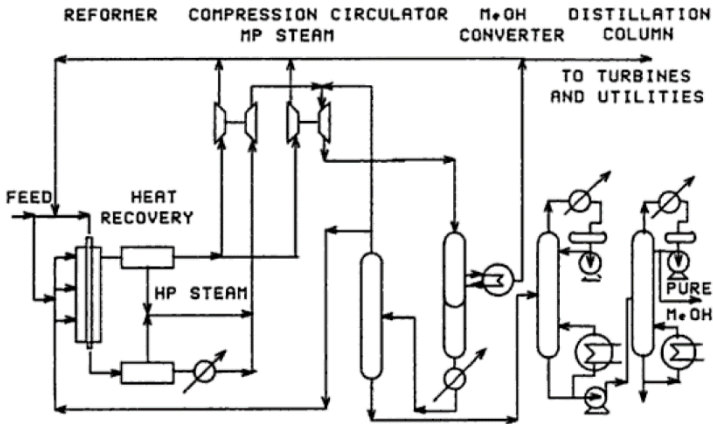
**Gambar III.3 Diagram Alir Proses Kellogg**

(Lee,1990)

M.W. Kellogg Co. memperkenalkan reaksi sintesis yang sangat berbeda, tetapi pada dasarnya merupakan reaktor tipe adiabatik, dimana reaktor berbentuk bulat dan unggun katalis tunggal. Sintesis gas mengalir melalui beberapa bed reaktor yang tersusun aksial berseri. Dari hal ini kebalikan dari proses ICI, panas reaksi yang dihasilkan dikontrol dengan pendingin intermediat. Proses ini menggunakan katalis tembaga dan beroperasi pada rentang suhu 200-280°C serta tekanan 50-150 bar Suhu didalam unggun katalis dikendalikan melalui penggunaan sebuah reaktor berpendingin (*quench type converter*) dengan menyerap panas reaksi dalam *intermediate stage boiler*.



## D. Proses MGC (*Mitsubishi Gas Company*)



**Gambar III.4 Diagram Alir Proses MGC**

(Lee,1990)

Diagram alir proses dari *Mitsubishi Gas Company* ditunjukkan dalam Gambar II.4. Proses ini menggunakan *Copper* sebagai katalis reaktor sintesis metanol. Kondisi temperatur operasi pada reaktor berkisar antara 240-260°C dan tekanan sebesar 50-80 bar. Temperatur dari unggun katalis dijaga dengan kontrol menggunakan *quench type converter design*, dan sebagian panas reaksi diperoleh dari *boiler* bertingkat *intermediate*. Proses ini menggunakan *hydrocarbon* sebagai *feedstock*. Bahan baku didesulfurisasi terlebih dahulu kemudian diumpankan ke *steam reformer* pada temperatur 500°C. Aliran keluar dari *reformer* mengandung hidrogen, karbon monoksida, dan karbon dioksida pada temperatur 800-850°C. Gas yang dihasilkan dikompres dalam kompresor sentrifugal dan dicampur dengan aliran *recycle* sebelum diumpankan ke dalam *converter*.

### III.2 Pemilihan Proses

Pengolahan gas alam menjadi metanol dapat dilakukan dengan 4 macam proses, yaitu Lurgi *Combined Reforming*, ICI,

dan Kellog, dan MGC yang detailnya telah dijabarkan pada subbab sebelumnya.

Berikut Tabel II.1 menunjukkan perbandingan antara kelebihan dan kelemahan Lurgi *Combined Reforming*, ICI, dan Kellogg, dan MGC yang mendasari seleksi proses yang akan dipilih.

**Tabel III.2 Perbandingan Proses Produksi Metanol**

Parameter		LURGI CR	Nilai	ICI	Nilai	KELLOG	Nilai	MGC	Nilai
<b>Kondisi</b>	Suhu (°C)	240-260	1	220-280	1	200-280	1	240-260	1
	<b>Operasi</b>	Tekanan (bar)	50-80	3	50-100	3	50-150	2	50-80
<b>Katalis</b>	Yield (kg/Lkat)	0.9-1	3	0.35-0.4	1	0.55-0.6	2	0.5-0.6	2
	Lifetime	5	3	3	2	3	2	4	2
<b>Reaktor</b>	Karakteristik	Tubular isothermal	3	Quench	1	Adiabatic Radial	1	Annular gas /liquid HE	2
	Jumlah reaktor	1	3	1	3	3 sampai 4	3	1	3
	HxD (m)	5 x 6	1	0,8 x 6	1	Spheres, D=3-5	1	10 x 0,085	3
	Katalis loading	Sulit	1	Mudah	3	Mudah	3	Sulit	1
<b>Proses</b>	Konversi	90-95 %	2	90-95%	2	90 - 92 %	2	90 - 95 %	2
<b>Aspek Ekono mis</b>	Selektivitas	Tinggi	3	Tinggi	3	Tinggi	3	Tinggi	3
	Kebutuhan Katalis	Sedikit	3	Banyak	1	Sedang	2	Sedang	2
	Harga Katalis	Sedang	2	Sedang	2	Mahal	1	Mahal	1
<b>Jumlah</b>			<b>28</b>		<b>23</b>		<b>22</b>		<b>25</b>

Berdasarkan perbandingan yang telah dijelaskan, maka teknologi Lurgi *Combined Reforming* dipilih sebagai teknologi yang digunakan dalam sintesis methanol pada perancangan pabrik methanol ini. Pemilihan teknologi Lurgi ini karena :

- Katalis CuO-ZnO mempunyai struktur yang sangat baik (*well-defined structural*) yaitu susunan elektron yang menunjang keaktifan katalis dan selektifitas yang tinggi pada methanol.

- Desain reaktor yang sederhana sehingga tidak membutuhkan kontrol suhu yang rumit.
- Reaktor yang di gunakan *shell and tube*, pendingin menggunakan *boiling feed water* yang mengalir di dalam *shell*, dan dapat menyerap panas yang dihasilkan reaksi di dalam *tube* yang berisi katalis, sehingga reaktor dapat mempertahankan suhunya.
- Dihasilkan steam bertekanan sedang yang memberikan solusi bagi penghematan energi dan steam ini digunakan untuk pemanasan umpan reaktor.
- Perolehan steam ini memperkecil beban pendidih (boiler) untuk memproduksi steam.
- Penggunaan jenis reaktor dan katalis pada proses Lurgi ini, kondisi operasi yang diperlukan tidak terlalu ekstrim ( $P < 100 \text{ atm}$ ,  $T < 300 \text{ oC}$ ). Sebagai pembanding, proses sintesis metanol skala industri yang pertama kali didirikan (Proses BASF), memiliki tekanan operasi 300 atm dan dengan suhu yang ekstrim. Dengan kondisi operasi proses Lurgi, tebal alat yang dipakai cukup wajar, sehingga harga material reaktor relatif murah. Selain itu, kondisi operasi yang semakin rendah, berdampak pada *hazard* bawaan dari proses yang akan semakin rendah..

Berdasarkan penjelasan di atas, perancangan pabrik methanol ini menggunakan proses *steam reforming* yang dikombinasikan dengan proses oksidasi parsial pada *auto-thermal reforming* untuk memproduksi *syn gas* dan teknologi lurgi untuk pembuatan metanol sehingga proses ini disebut dengan **Proses Lurgi Combined Reforming**.

### III.3 Uraian Proses

Perancangan pabrik methanol ini terdiri dari 5 proses utama yaitu proses hydrotreating dan *desulphurization*, *Steam Reforming*, *Autothermal Reforming*, *Methanol Synthesis*, dan *Methanol Distillation*.

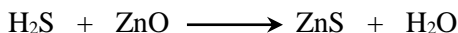
### III.3.1 Hydrotreating dan Desulphurizer

Gas alam dari sumber sebagai bahan baku dengan tekanan 28 bar dan temperatur 30°C dikompresi hingga mencapai tekanan 45 bar oleh kompresor (G-111). Setelah itu dimasukkan ke preheater (E-112) sampai suhu 400°C, Untuk memanaskannya digunakan arus dari *syn gas* yang keluar dari *steam reformer* (R-210). Kemudian dikurangi kandungan mercaptannya dengan cara hydrotreating di reaktor hydrotreating. Mercaptant dihilangkan agar tidak mencemari katalis nikel dan CuZn yang digunakan dalam steam reforming dan sintesa metanol. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



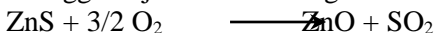
Karena gas alam hanya mengandung mercaptant dalam jumlah yang sangat kecil, maka reaksinya diasumsikan terkonversi 100 %.

Senyawa sulfur yang terdapat dalam umpan gas alam harus dikurangi sampai 0,1 ppm sama seperti mercaptant yaitu agar tidak mencemari katalis nikel pada unit steam reforming dan katalis Cu-Zn pada unit sintesa metanol. Proses ini dilakukan pada suatu reaktor yang berisi ZnO (D-120). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Di sini seluruh sulfur dapat bereaksi secara sempurna dengan ZnO (konversi reaksi 100%).

Setelah ZnO bereaksi dan menghasilkan ZnS, maka dilakukan regenerasi ZnO dengan cara mengalirkan udara ke reaktor sehingga terjadi reaksi sebagai berikut:



Proses di *desulphurizer reactor* berlangsung pada kondisi operasi temperatur 350 - 400°C dan tekanan 42 - 44 bar. Temperatur operasi lebih dari 400°C dapat menyebabkan *cracking* sehingga terbentuk karbon yang dapat menutupi permukaan katalis.

### III.3.2 Steam Reforming

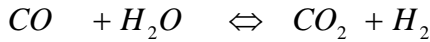
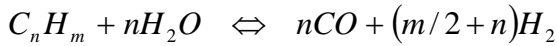
Selanjutnya gas alam yang telah bebas dari sulfur dicampur dengan saturated steam dalam mixer (M-211) dan dipanaskan dalam *steam reformer pre-heater* (E-212) sampai suhu 500 °C. Dengan rasio steam/karbon sebesar 2,5 (basis mol). Kemudian dimasukkan ke dalam *steam reformer* (R-210). *Steam reformer* ini adalah sebuah reaktor berisi tumpukan bed katalis yang berbasis nikel dengan temperatur operasi 500-850 °C.

Dalam *steam reformer* terdapat dua jenis pemanas yang berupa *tube*. Pemanas jenis pertama (E-212) berfungsi sebagai *steam reforming heating system*, yaitu berfungsi sebagai pemanas aliran yang masuk ke *steam reformer*, dan juga di sini terjadi reaksi antara gas alam dengan *steam* yang diinjeksikan sebelum masuk *steam reformer*, membentuk *syn gas*. Dan pemanas jenis kedua (E-221) berfungsi sebagai *by pass heating system*, yaitu hanya berfungsi memanaskan saja gas alam yang masuk dari *by pass* hingga temperatur 850°C tanpa adanya reaksi, untuk kemudian langsung menuju ke *autothermal reforming* (R-220). Pemanasannya menggunakan *fuel gas* dengan udara pembakaran.

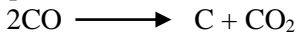
Aliran yang masuk ke *steam reformer* di *by pass*, 50% masuk ke pemanas jenis pertama (E-212) dan 50% masuk ke pemanas jenis kedua (E-221). Pembagian ini bertujuan untuk menyediakan CH<sub>4</sub> (sisa) dan gas alam yang digunakan sebagai *feed* yang masuk ke *autothermal reformer* (R-220). Selain itu, pembagian aliran gas alam ini bertujuan untuk penghematan energi, di mana dengan adanya pembagian ini, maka keluar dari *steam reformer*, gas tidak perlu dipanaskan lagi untuk mencapai temperatur operasi *autothermal reformer*, karena gas alam dari pemanas jenis kedua telah mencukupi mencapai temperatur operasi *autothermal reformer*, sehingga setelah dicampur dengan *syn gas* yang keluar dari *steam reformer* dari pemanas jenis pertama, temperatur campuran mencukupi mencapai temperatur operasi *autothermal reformer*.

Proses di *steam reformer* ini berfungsi untuk pemecahan methane dan peruraian CO. Gas yang keluar dari *steam reformer*

berupa CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> dan *residual steam*. Reaksi yang terjadi pada *reformer* ini adalah sebagai berikut:



Reaksi pertama adalah reaksi utama dalam reformer yang bersifat sangat endotermik yang berarti membutuhkan suplai panas dalam jumlah besar yang diperoleh dari pembakaran gas alam. Reaksi kedua adalah reaksi pergeseran CO (*Water Shift Gas Conversion*) yang sedikit eksotermik atau melepas panas. Pengendalian temperatur, tekanan dan laju alir umpan harus dilakukan untuk mencegah terjadinya *coking* (pembentukan karbon) pada katalis, menurut reaksi :



Terbentuknya deposit karbon pada katalis dapat menyebabkan *hot spot* (titik panas) pada reaktor dan merusak katalis. Untuk mencegah hal ini, maka dialirkan steam secara berlebih. Dengan mengalirkan steam secara berlebih maka temperatur dan tekanan dapat dikendalikan. Selain itu, temperatur dapat dikendalikan pula dengan mengatur laju alir pemanas yaitu *fuel gas* dan udara pembakaran, sehingga temperatur tetap terkontrol. Sedangkan tekanan dapat pula dikendalikan dengan cara mengatur laju alir gas yang keluar, jika tekanan terlalu tinggi, maka laju alir gas keluar diperbesar, sehingga tekanan dapat turun, sebaliknya jika tekanan terlalu rendah, maka laju alir gas keluar diperkecil, sehingga tekanan dapat naik. Untuk mengendalikan laju alir umpan, maka dapat dilakukan dengan mengontrol laju alir umpan, sehingga laju alir umpan yang masuk tetap konstan.

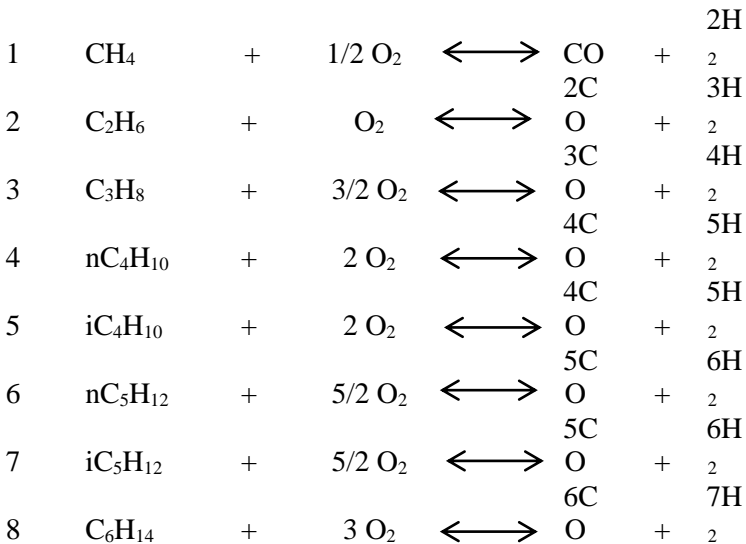
### III.3.3 Autothermal Reforming

*Syn Gas* yang keluar dari *steam reformer* (R-210) dengan temperatur 850°C selanjutnya dimasukkan ke *autothermal reformer* (R-220) yang sebelumnya telah diinjeksikan gas alam dan *steam* yang keluar dari *by pass heating system* (E-221).

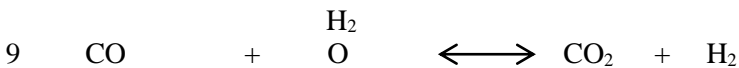
*Autothermal reforming* merupakan proses yang bertujuan untuk mengkonversi sisa *methane* dari *steam reformer* dan gas alam. *Autothermal reformer* berupa *Jacketed Vessel* dengan menggunakan katalis berkadar Nikel tinggi yang beroperasi pada temperatur 850 °C - 1050 °C. Reaktor jenis ini menggunakan pendingin berupa *cooling water* (CW). Di sini juga terjadi penambahan oksigen dengan rasio O<sub>2</sub>/C sebesar 0,35.

Reaksi kimia yang terjadi meliputi:

*Partial Oxidation* :



Reaksi water shift :



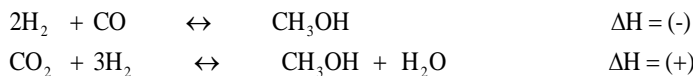
Pada *autothermal reformer* reaksi terjadi pada tekanan 42 bar dan suhu masuk 850°C sedangkan suhu keluarannya adalah 1.050 °C. Gas keluar dari *reformer* ini disebut *gas synthetic* (*syn gas*) . Gas produk mengandung CH<sub>4</sub> dan C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> sisa, H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> serta *steam* yang tak terurai bersama-sama dengan sejumlah inert

(N<sub>2</sub>). *Syn gas* yang keluar dari *autothermal reformer* selanjutnya digunakan untuk memanaskan aliran dari *feed* yang akan dimasukkan ke *steam reformer* melalui *autothermal reformer pre heater* (E-212). Selanjutnya *syn gas* diekspansikan di ekspander pada (G-311) hingga tekanannya menjadi 12 bar. Selanjutnya *syn gas* tersebut didinginkan lagi di *synthetic gas cooler* (E-312) hingga temperatur 50°C dengan pendingin *cooling water* pada temperatur 40°C, untuk selanjutnya masuk ke flash drum 1 (D-313) pada tekanan 12 bar dan temperatur 50°C, Flash drum ini berfungsi untuk memisahkan H<sub>2</sub>O agar di reaktor methanol nanti reaksi tidak bergeser ke kiri.

### III.3.4 Sintesa metanol

*Syn gas* yang keluar dari flash drum (D-313) di kompresi, kemudian dicampur dengan *gas recycle* dan dikompresi hingga 72 bar pada kompresor (G-316) kemudian didinginkan di *reactor feed cooler* (E-317) dengan pendingin *cooling water* pada temperatur 30°C hingga mencapai suhu 256 °C dan tekanan 72 bar. Untuk selanjutnya, *syn gas* dimasukkan ke dalam reaktor methanol (R-310) yang beroperasi pada tekanan 50-80 bar. Reaktor ini berupa multi tubular fixed bed reaktor menggunakan katalis berbasis tembaga, di mana pada umumnya digunakan katalis Cu/ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Katalis ini beroperasi dengan baik pada tekanan 50-100 bar dan keaktifan katalis cukup tinggi pada temperatur 230 – 270 °C. Reaktor tersebut dapat disebut juga catalyst filled tubular reactor karena katalis tersebut dipasang di dalam tube - tube vertikal dalam reaktor, di mana kemudian *syn gas* dialirkan pada bagian tube sehingga melewati bed katalis tersebut. Untuk mempertahankan suhu agar sesuai dengan suhu reaksi yaitu 253 °C, maka pada bagian shell dialirkan *boiling feed water*.

Reaksi yang terjadi pada reaktor methanol adalah sebagai berikut:





Kedua reaksi adalah reaksi yang sangat eksotermis sehingga panas reaksi harus cepat dipindahkan untuk melindungi katalis dan mencegah reaksi samping yang tidak diinginkan. Penghilangan panas paling efektif dengan menyirkulasi *boiling water* yang melewati *shell-side reactor*. Karena semua tube katalis terendam dalam *boiling water*, maka suhu gas yang keluar diturunkan ke temperature *boiling water*, sehingga dapat mencegah *overheating* katalis dan mencegah terjadinya *hot spot* yang dapat menyebabkan deaktivasi katalis.

Secara teoritis, konversi akan meningkat dengan naiknya tekanan, tetapi *capital cost* dan *syngas compression cost* juga naik. Oleh karena itu, pada proses ini digunakan katalis tekanan rendah yang mempunyai keaktifan dan selektivitas yang tinggi pada tekanan rendah sehingga tetap dihasilkan konversi yang tinggi. Berdasarkan Ullman Encyclopedia of Industrial Chemical, untuk pabrik metanol pada suhu 250°C dan tekanan 10MPa, diperoleh konversi CO adalah 80,55% dan konversi CO<sub>2</sub> adalah 11,44%.

Selanjutnya produk outlet reaktor (R-310) yang masih berupa gas diekspansikan di ekspender (G-411) hingga mencapai tekanan 20 bar. Tekanan perlu diturunkan karena produk ini akan dialirkan menuju *flash drum* (D-413). Tetapi sebelum menuju *flash drum*, produk gas dipanaskan terlebih dahulu di *heater* (E-413) hingga suhu 36°C dengan steam pada temperature 240°C.

*Flash drum* (D-413) ini bertujuan untuk memisahkan gas-gas terlarut (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>) yang terkandung dalam methanol yang berupa liquid, dengan cara *flashing* pada tekanan rendah dimana kelarutan gas dalam liquid akan turun apabila tekanan diturunkan. Komponen outlet *flash drum* yang masih berupa gas sebagian direcycle kembali ke dalam reaktor dan sebagian dipurge untuk menghilangkan inert . Gas yang direcycle dikompresikan dengan kompresor (G-316).

### III.3.5 Proses Pemurnian

Selanjutnya methanol yang masih mengandung air dan gas-gas terlarut yang masih sisa, dialirkan melewati *pressure valve* (G-414) untuk menurunkan tekanan nya dari 20 bar menjadi 1 bar. Kemudian metanol dipanaskan dengan *heat exchanger* (E-415) dengan media pemanas berupa steam. Pemurnian metanol ini digunakan dua kolom distilasi yakni (D-410) dan (D-420). Dimana produk atas yang diinginkan adalah metanol dengan kemurnian 99.85% berat, dan metanol yang terikut pada produk bawah tidak lebih dari 1% berat.

Pada kolom pertama (D-410) hasil atas berupa gas dialirkan menuju *condenser distillation column* (E-417) kemudian dialirkan menuju *accumulator distilat column* (F-418) untuk memisahkan antara produk dan off gas yang dibuang ke flare. Produk yang masih mengandung metanol dikembalikan ke kolom distilasi (D-410). Sedangkan produk bagian bawah dalirkan menuju *reboiler* (E-416). Sebagian ada yang dikembalikan ke kolom (D-410) dan sebagian dialirkan menuju kolom kedua (D-420). Aliran menuju kolom (D-420) dipompa menggunakan pompa (L-422)

Hasil bawah pada kolom (D-420) dialirkan menuju *reboiler* (E-426). Produk akan dikembalikan ke kolom distilasi sedangkan air akan dialirkan menuju unit *water treatment*. Hasil atas pada kolom kedua (D-420) yang berupa gas kemudian dialirkan menuju *condenser distillation column* (E-423) kemudian dialirkan menuju *accumulator distilat column* (F-424) Apabila metanol masih mengandung air akan dikembalikan lagi ke kolom . Lalu metanol dengan kemurnian minimal 99,85% berat kemudian di alirkan menuju *storage tank* (F-428).

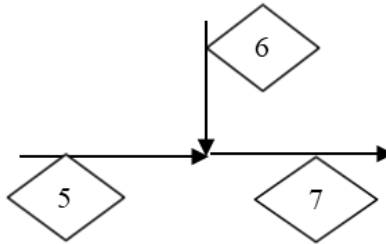
**BAB IV**  
**NERACA MASSA**

Kapasitas produksi : 350.000 ton Metanol /tahun  
 : 44.432 kg Metanol /jam  
 Ditetapkan hari kerja : 1 tahun = 330 hari  
 : 1 hari = 24 jam  
 Basis perhitungan : 1 jam operasi  
 Feed gas alam : 2059 kgmol = 38.711 kg gas alam

**Tabel III. 1 Komposisi Gas Alam (Feed)**

<b>Komponen</b>	<b>Komposisi (%)</b>	<b>BM (gr/mol)</b>	<b>Σ mol (kgmol)</b>	<b>Massa (kg)</b>
CH <sub>4</sub>	89,800	16,040	1849,299	29668,125
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,900	30,070	39,133	1176,717
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,460	44,100	9,475	417,838
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,140	58,120	2,884	167,631
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,260	58,120	5,356	311,314
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,050	72,150	1,030	74,319
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,060	72,150	1,236	89,183
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,220	86,180	4,532	390,587
N <sub>2</sub>	0,080	28,010	1,651	46,243
CO <sub>2</sub>	7,030	44,010	144,684	6367,482
Mercaptant	2x10 <sup>-5</sup>	48,110	0,004	0,177
H <sub>2</sub> S	2x10 <sup>-4</sup>	34,080	0,052	1,769
Total	100		2059,284	38711,384

## 1. Mixing Point I



### Kondisi operasi:

Suhu : 400°C

Tekanan : 44,8 bar

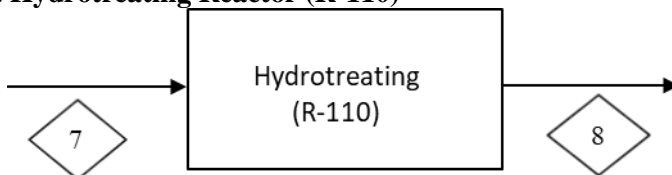
### Fungsi :

Mencampurkan gas alam dengan gas hidrogen

**Tabel III. 2 Neraca Massa Mixing Point I**

Neraca Massa Mixing Point I			
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 5		1. Aliran 7	
CH <sub>4</sub>	29668,125	CH <sub>4</sub>	29668,125
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1176,717	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1176,717
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587
N <sub>2</sub>	46,243	N <sub>2</sub>	46,243
CO <sub>2</sub>	6367,482	CO <sub>2</sub>	6367,482
Mercaptant	0,177	Mercaptant	0,177
H <sub>2</sub> S	1,769	H <sub>2</sub> S	1,769
		H <sub>2</sub>	1,000
2. Aliran 6			
H <sub>2</sub>	1,000		
Total	38.712,384	Total	38.712,384

## 2. Hydrotreating Reactor (R-110)



### Kondisi operasi:

Suhu : 400°C

Tekanan : 42 bar

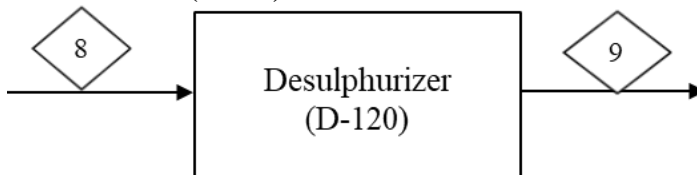
### Fungsi :

Mengurangi kandungan mercaptant

**Tabel III. 3 Neraca Massa Hydrotreating (R-110)**

Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 7		1. Aliran 8	
CH <sub>4</sub>	29.668,125	CH <sub>4</sub>	29.668,125
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.176,717	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.176,717
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587
N <sub>2</sub>	46,243	N <sub>2</sub>	46,243
CO <sub>2</sub>	6.367,482	CO <sub>2</sub>	6.367,482
Mercaptant	0,177	H <sub>2</sub> S	1,895
H <sub>2</sub> S	1,769	H <sub>2</sub>	0,993
H <sub>2</sub>	1,000		
Total	38.712,384	Total	38.712,384

### 3. Desulfurizer (D-120)



**Kondisi operasi:**

Suhu : 400°C

Tekanan : 42 bar

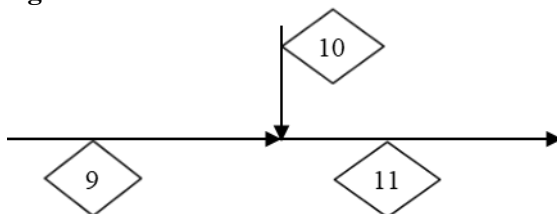
**Fungsi :**

Mengurangi kandungan H<sub>2</sub>S

**Tabel III. 4 Neraca Massa Desulfurizer (D-120)**

Neraca Massa Desulfurizer (D-120)			
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 8		1. Aliran 9	
CH <sub>4</sub>	29.668,184	CH <sub>4</sub>	29.668,184
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.176,717	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.176,717
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587
N <sub>2</sub>	46,243	N <sub>2</sub>	46,243
CO <sub>2</sub>	6.367,482	CO <sub>2</sub>	6.367,482
H <sub>2</sub> S	1,895	H <sub>2</sub> S	0,000
H <sub>2</sub>	0,993	H <sub>2</sub> O	0,992
		H <sub>2</sub>	0,993
2. Adsorben		2. Komponen terikat	
ZnO	4,480	ZnS	5,369
		ZnO	0,000
Total	38.716,864	Total	38.716,869

#### 4. Mixing Point II



#### Kondisi operasi:

Suhu : 311°C

Tekanan : 42,7 bar

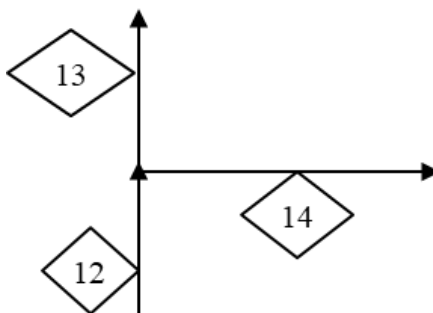
#### Fungsi :

Mencampurkan gas alam dengan steam

**Tabel III. 5 Neraca Massa Mixing Point II**

Neraca Massa Mixing Point		Neraca Massa Mixing Point	
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 9		1. Aliran 11	
CH <sub>4</sub>	29.668,129	CH <sub>4</sub>	29.668,129
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.176,717	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.176,717
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587
N <sub>2</sub>	46,243	N <sub>2</sub>	46,243
CO <sub>2</sub>	6.367,482	CO <sub>2</sub>	6.367,482
H <sub>2</sub> S	0,019	H <sub>2</sub> S	0,019
H <sub>2</sub> O	0,992	H <sub>2</sub> O	97,829
H <sub>2</sub>	0,993	H <sub>2</sub>	0,993
2. Aliran 10			
H <sub>2</sub> O (Steam)	97.829		
Total	136.540,294	Total	136.540,294

## 5. Tee for Bypass



### Kondisi operasi:

Suhu : 500°C

Tekanan : 42,6 bar

### Fungsi :

Membagi aliran ke steam reformer dan autothermal reformer

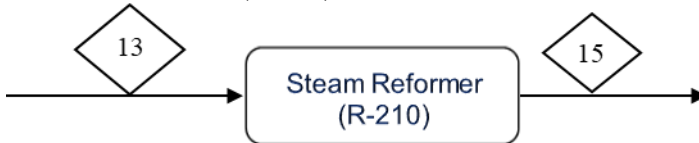
**Tabel III. 6 Neraca Massa Tee For Bypass**

Neraca Massa Tee Untuk ByPass			
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 12		1. Aliran 13	
CH <sub>4</sub>	29668,129	CH <sub>4</sub>	14834,064
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1176,717	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	588,358
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	417,838	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	208,919
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,631	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	83,815
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	311,314	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	155,657
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	74,319	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	37,159
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	89,183	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	44,591
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	390,587	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	195,294
N <sub>2</sub>	46,243	N <sub>2</sub>	23,121
CO <sub>2</sub>	6367,482	CO <sub>2</sub>	3183,741
H <sub>2</sub> S	0,019	H <sub>2</sub> S	0,009
H <sub>2</sub> O	97829,786	H <sub>2</sub> O	48914,893
H <sub>2</sub>	0,993	H <sub>2</sub>	0,496
2. Aliran 14			



		CH <sub>4</sub>	14834,064
		C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	588,358
		C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	208,919
		nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	83,815
		iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	155,657
		nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	37,159
		iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	44,591
		C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	195,294
		N <sub>2</sub>	23,121
		CO <sub>2</sub>	3183,741
		H <sub>2</sub> S	0,002
		H <sub>2</sub> O	48914,893
		H <sub>2</sub>	0,496
Total	136540,294	Total	136540,294

## 6. Steam Reformer (R-210)



### Kondisi operasi:

Suhu : 500°C

Tekanan : 42,6 bar

### Fungsi :

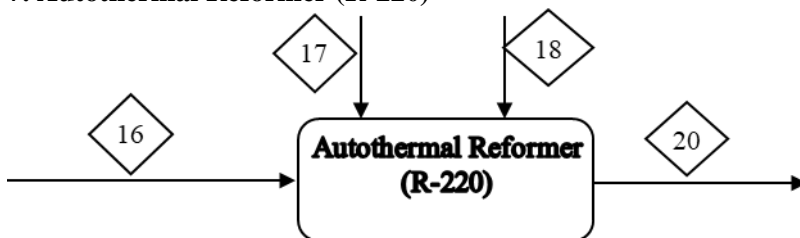
Mereaksikan gas alam dan steam menjadi syngas

**Tabel III. 7 Neraca Massa Steam Reformer (R-210)**

Neraca Massa Steam Reformer (R-210)			
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 13		1. Aliran 15	
CH <sub>4</sub>	14834,092	CH <sub>4</sub>	20,548
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	588,358	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,000
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	208,919	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,272
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	83,815	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,363

iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	155,657	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1,240
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	37,159	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,005
iC <sub>3</sub> H <sub>12</sub>	44,591	iC <sub>3</sub> H <sub>12</sub>	0,000
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	195,294	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	4,588
N <sub>2</sub>	23,121	N <sub>2</sub>	23,121
CO <sub>2</sub>	3183,741	CO <sub>2</sub>	13956,683
H <sub>2</sub> S	0,009	H <sub>2</sub> S	0,009
H <sub>2</sub> O	48914,893	H <sub>2</sub> O	26273,714
H <sub>2</sub>	0,496	H <sub>2</sub>	6499,465
		CO	21490,139
Total	68270,147	Total	68270,147

### 7. Autothermal Reformer (R-220)



#### Kondisi operasi:

Suhu : 1050°C

Tekanan : 42 bar

#### Fungsi :

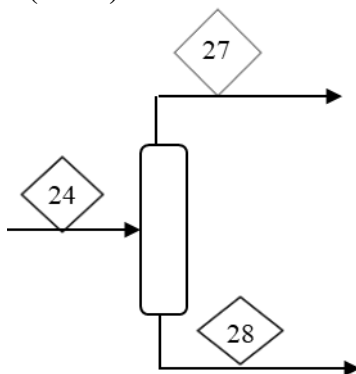
Mereaksikan gas alam menjadi syngas

**Tabel III. 8 Neraca Massa Autothermal Reformer (R-220)**

Neraca Massa Autothermal Reformer (R-220)			
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 16		1. Aliran 20	
CH <sub>4</sub>	20,548	CH <sub>4</sub>	492,084
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,000	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,529
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,272	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,561
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,363	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,005

iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1,240	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,014
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,005	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,001
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,002
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	4,588	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	4,615
N <sub>2</sub>	23,121	N <sub>2</sub>	46,243
CO <sub>2</sub>	13956,683	CO <sub>2</sub>	31780,501
H <sub>2</sub> S	0,009	H <sub>2</sub> S	0,010
H <sub>2</sub> O	26273,714	H <sub>2</sub> O	69195,815
H <sub>2</sub>	6499,465	H <sub>2</sub>	11023,948
CO	21490,139	CO	39744,218
		O <sub>2</sub>	5103,328
2. Aliran 17			
CH <sub>4</sub>	14834,092		
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	588,358		
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	208,919		
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	83,815		
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	155,657		
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	37,159		
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	44,591		
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	195,294		
N <sub>2</sub>	23,121		
CO <sub>2</sub>	3183,741		
H <sub>2</sub> S	0,001		
H <sub>2</sub> O	48914,893		
H <sub>2</sub>	0,496		
2. Aliran 18			
O <sub>2</sub>	20852,589		
Total	157392,87	Total	157392,87

## 8. Flash Drum I (F-313)



### Kondisi operasi:

Suhu : 50°C

Tekanan : 12 bar

### Fungsi :

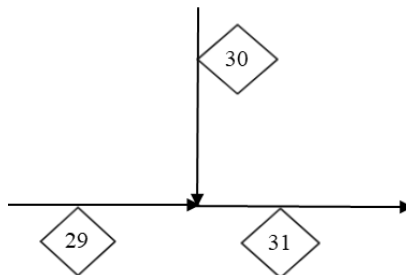
Memisahkan syngas dengan H<sub>2</sub>O yang terkandung

**Tabel III. 9 Neraca Massa Flash Drum I (F-313)**

Neraca Massa Flash Drum I (F-313)	
Masuk (kg)	Keluar (kg)
1. Aliran 24	1. Aliran 27
CH <sub>4</sub> 492,084	CH <sub>4</sub> 492,084
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 1,529	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 1,529
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 0,561	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 0,561
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,005	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,005
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,014	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,014
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,001	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,001
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,002	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,002
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 4,615	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 4,615
N <sub>2</sub> 46,243	N <sub>2</sub> 46,242
CO <sub>2</sub> 31780,501	CO <sub>2</sub> 31762,623
H <sub>2</sub> S 0,010	H <sub>2</sub> S 0,010
H <sub>2</sub> O 69195,815	H <sub>2</sub> O 924,831
H <sub>2</sub> 11023,948	H <sub>2</sub> 11023,947

CO	39744,218	CO	39744,197
O <sub>2</sub>	5103,328	O <sub>2</sub>	5103,197
		2. Aliran 28	
		CH <sub>4</sub>	0,000
		C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,000
		C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,000
		nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000
		iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000
		nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000
		iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000
		C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,000
		N <sub>2</sub>	0,000
		CO <sub>2</sub>	17,878
		H <sub>2</sub> S	0,000
		H <sub>2</sub> O	68270,984
		H <sub>2</sub>	0,001
		CO	0,021
		O <sub>2</sub>	0,131
Total	157392,874	Total	157392,874

### 9. Mixing Point III



#### Kondisi operasi:

Suhu : 253°C

Tekanan : 72 bar

**Fungsi :**

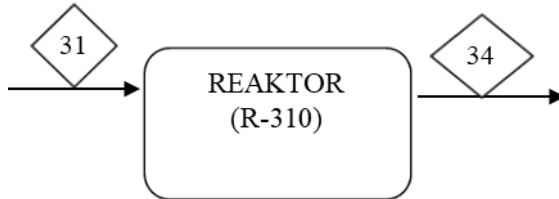
Mencampur syngas dengan gas recycle dari reaktor metanol

**Tabel III. 10 Neraca Massa Mixing Point III**

<b>Neraca Massa Mixing Point III</b>			
<b>Masuk (kg)</b>		<b>Keluar (kg)</b>	
1. Aliran 29		1. Aliran 31	
CH <sub>4</sub>	492,084	CH <sub>4</sub>	981,213
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,529	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,026
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,561	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,107
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,005	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,010
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,014	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,023
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,001	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,003
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,002	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,004
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	4,615	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	8,999
N <sub>2</sub>	46,242	N <sub>2</sub>	91,972
CO <sub>2</sub>	31762,623	CO <sub>2</sub>	55931,818
H <sub>2</sub> S	0,010	H <sub>2</sub> S	0,011
H <sub>2</sub> O	924,831	H <sub>2</sub> O	936,454
H <sub>2</sub>	11023,947	H <sub>2</sub>	15958,005
CO	39744,197	CH <sub>3</sub> OH	875,946
O <sub>2</sub>	5103,197	CO	44261,255
2. Aliran 30			
CH <sub>4</sub>	489,129		
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,497		
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,546		
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,005		
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,009		
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,001		
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,002		
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	4,385		
N <sub>2</sub>	45,730		
CO <sub>2</sub>	24169,196		
H <sub>2</sub> S	0,001		
H <sub>2</sub> O	11,623		
H <sub>2</sub>	4934,058		

CH <sub>3</sub> OH	875,946		
CO	4517,058		
O <sub>2</sub>	5074,128		
Total	129227,2	Total	129227,2

### 10. Methanol Reactor (R-310)



#### Kondisi operasi:

Suhu : 253°C

Tekanan : 72 bar

#### Fungsi :

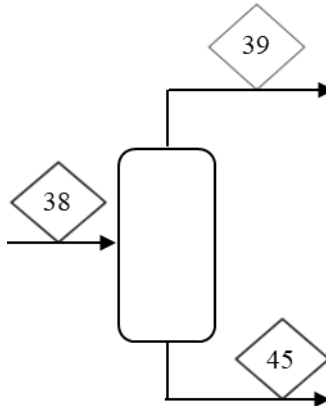
Mereaksikan syngas dengan steam menjadi metanol

**Tabel III. 11 Neraca Massa Reaktor Metanol (R-310)**

Neraca Massa Reaktor (R-310)			
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 31		1. Aliran 34	
CH <sub>4</sub>	981,213	CH <sub>4</sub>	981,213
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,026	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,026
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,107	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,107
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,010	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,010
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,023	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,023
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,003	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,003
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,004	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,004
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	8,999	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	8,999
N <sub>2</sub>	91,972	N <sub>2</sub>	91,972
CO <sub>2</sub>	55931,818	CO <sub>2</sub>	49534,096
H <sub>2</sub> S	0,011	H <sub>2</sub> S	0,011
H <sub>2</sub> O	936,454	H <sub>2</sub> O	3555,876

H <sub>2</sub>	15958,005	H <sub>2</sub>	9946,756
CH <sub>3</sub> OH	875,946	CH <sub>3</sub> OH	46317,254
CO	44261,255	CO	8609,496
O <sub>2</sub>	10177,325	O <sub>2</sub>	10177,325
Total	129227,172	Total	129227,172

### 11. Flash Drum (F-413)



#### Kondisi operasi:

Suhu : 36°C

Tekanan : 20 bar

#### Fungsi :

Memisahkan metanol dengan gas reaktan yang tidak bereaksi di reaktor metanol

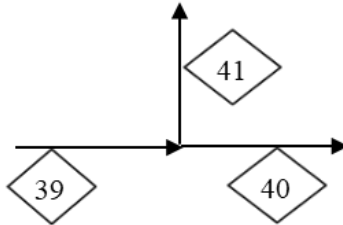
**Tabel III. 12 Neraca Massa Flash Drum II (F-413)**

Neraca Massa Flash Drum II (F-413)			
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 38		1. Aliran 39	
CH <sub>4</sub>	981,213	CH <sub>4</sub>	978,154
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,026	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,002
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,107	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,096
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,010	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,010
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,023	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,022



nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,003	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,003
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,004	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,004
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	8,999	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	8,820
N <sub>2</sub>	91,972	N <sub>2</sub>	91,811
CO <sub>2</sub>	49534,096	CO <sub>2</sub>	48190,833
H <sub>2</sub> S	0,011	H <sub>2</sub> S	0,011
H <sub>2</sub> O	3555,876	H <sub>2</sub> O	23,629
H <sub>2</sub>	9946,756	H <sub>2</sub>	9946,078
CH <sub>3</sub> OH	46317,254	CH <sub>3</sub> OH	1751,296
CO	8609,496	CO	8604,901
O <sub>2</sub>	10177,325	O <sub>2</sub>	10150,877
		2. Aliran 45	
		CH <sub>4</sub>	3,059
		C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,024
		C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,011
		nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000
		iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000
		nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000
		iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000
		C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,180
		N <sub>2</sub>	0,161
		CO <sub>2</sub>	1343,262
		H <sub>2</sub> S	0,001
		H <sub>2</sub> O	3532,247
		H <sub>2</sub>	0,678
		CH <sub>3</sub> OH	44565,958
		CO	4,595
		O <sub>2</sub>	26,448
Total	129227,17	Total	129227,17

## 12. Splitter



### Kondisi operasi:

Suhu : 36°C

Tekanan : 20 bar

### Fungsi:

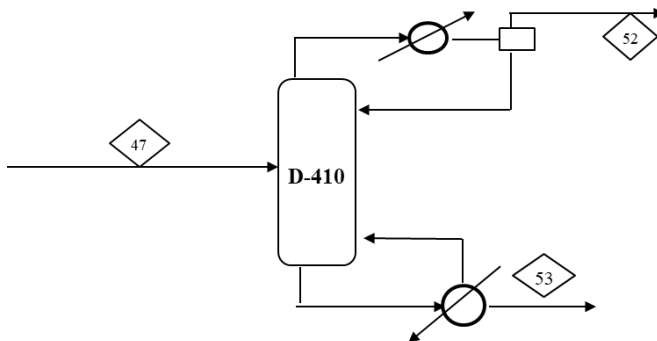
Memisahkan reaktan dari flash drum untuk direcycle dan dibuang di purge gas

**Tabel III. 13 Neraca Massa Splitter**

Neraca Massa Splitter	
Masuk (kg)	Keluar (kg)
1. Aliran 39	1. Aliran 41
CH <sub>4</sub> 978,154	CH <sub>4</sub> 489,129
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 3,002	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 1,497
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 1,096	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 0,546
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,010	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,005
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,022	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,009
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,003	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,001
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,004	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,002
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 8,820	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 4,385
N <sub>2</sub> 91,811	N <sub>2</sub> 45,730
CO <sub>2</sub> 48190,833	CO <sub>2</sub> 24169,196
H <sub>2</sub> S 0,011	H <sub>2</sub> S 0,001
H <sub>2</sub> O 23,629	H <sub>2</sub> O 11,623
H <sub>2</sub> 9946,078	H <sub>2</sub> 4934,058
CH <sub>3</sub> OH 1751,296	CH <sub>3</sub> OH 875,946
CO 8604,901	CO 4517,058
O <sub>2</sub> 10150,877	O <sub>2</sub> 5074,128

		2. Aliran 40	
		CH <sub>4</sub>	489,026
		C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,505
		C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,550
		nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,005
		iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,014
		nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,001
		iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,002
		C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	4,435
		N <sub>2</sub>	46,081
		CO <sub>2</sub>	24021,638
		H <sub>2</sub> S	0,010
		H <sub>2</sub> O	12,006
		H <sub>2</sub>	5012,020
		CH <sub>3</sub> OH	875,350
		CO	4087,843
Total	79750,548	Total	79750,548

### 13. Distillation Column I (D-410)



#### Kondisi operasi:

Suhu : 60°C

Tekanan : 1,3 bar

#### Fungsi :

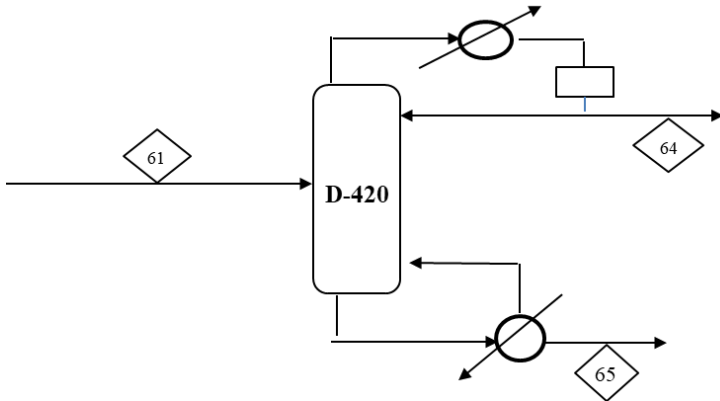
Memurnikan metanol dari impurities

**Tabel III. 14 Neraca Massa Distillation Column I (D-410)**

<b>Neraca Massa Distillation Column I (D-410)</b>	
<b>Masuk (kg)</b>	<b>Keluar (kg)</b>
1. Aliran 47	1. Aliran 52
CH <sub>4</sub> 3,059	CH <sub>4</sub> 3,059
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 0,024	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 0,024
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 0,011	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 0,011
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,000	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,000
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,000	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,000
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,000	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,000
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,000	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,000
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 0,180	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 0,180
N <sub>2</sub> 0,161	N <sub>2</sub> 0,161
CO <sub>2</sub> 1343,262	CO <sub>2</sub> 1342,590
H <sub>2</sub> S 0,001	H <sub>2</sub> S 0,001
H <sub>2</sub> O 3532,247	H <sub>2</sub> O 0,098
H <sub>2</sub> 0,678	H <sub>2</sub> 0,678
CH <sub>3</sub> OH 44565,958	CH <sub>3</sub> OH 66,842
CO 4,595	CO 4,595
O <sub>2</sub> 26,448	O <sub>2</sub> 26,448
	2. Aliran 53
	CH <sub>4</sub> 0,000
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 0,000
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 0,000
	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,000
	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,000
	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,000
	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,000
	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 0,000
	N <sub>2</sub> 0,000
	CO <sub>2</sub> 0,672
	H <sub>2</sub> S 0,000
	H <sub>2</sub> O 3532,149
	H <sub>2</sub> 0,000
	CH <sub>3</sub> OH 44499,115

		CO	0,000
		O <sub>2</sub>	0,000
Total	49476,625	Total	49476,625

#### 14. Distillation Column II (D-420)



#### Kondisi operasi:

Suhu : 63°C

Tekanan : 1,4 bar

#### Fungsi:

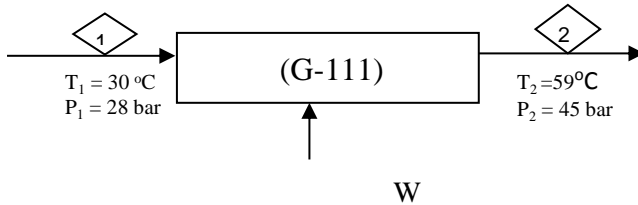
Memurnikan metanol dari impurities

**Tabel III. 15 Neraca Massa Distillation Column II (D-420)**

Neraca Massa Distillation Column II (D-420)			
Masuk (kg)		Keluar (kg)	
1. Aliran 61		1. Aliran 64	
CH <sub>4</sub>	0,000	CH <sub>4</sub>	0,000
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,000	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,000
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,000	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,000
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000	nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,000	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,000

N <sub>2</sub>	0,000	N <sub>2</sub>	0,000
CO <sub>2</sub>	0,672	CO <sub>2</sub>	0,672
H <sub>2</sub> S	0,000	H <sub>2</sub> S	0,000
H <sub>2</sub> O	3532,149	H <sub>2</sub> O	17,659
H <sub>2</sub>	0,000	H <sub>2</sub>	0,000
CH <sub>3</sub> OH	44499,115	CH <sub>3</sub> OH	44432,364
CO	0,000	CO	0,000
O <sub>2</sub>	0,000	O <sub>2</sub>	0,000
		2. Aliran 65	
		CH <sub>4</sub>	0,000
		C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,000
		C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,000
		nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000
		iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,000
		nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000
		iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000
		C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,000
		N <sub>2</sub>	0,000
		CO <sub>2</sub>	0,000
		H <sub>2</sub> S	0,000
		H <sub>2</sub> O	3514,490
		H <sub>2</sub>	0,000
		CH <sub>3</sub> OH	66,752
		CO	0,000
		O <sub>2</sub>	0,000
Total	48031,936	Total	48031,936

## NERACA ENERGI



Keterangan

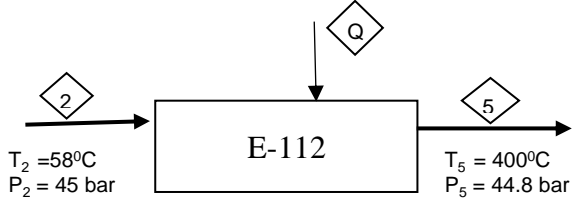
Masuk : <1> Gas Alam

Keluar : <2> Gas Alam

**Tabel IV.1 Neraca Energi G-111**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H1	-680,739	H2	1,547,423
W	2,228,162		
Total	1,547,423	Total	1,547,423

### 2. Natural Gas Preheater E-112



Keterangan

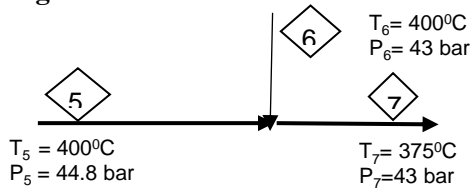
Masuk : <2> Gas Alam

Keluar : <5> Gas Alam

**Tabel IV.2 Neraca Energi E-112**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H2	1,547,423	H5	36,840,332
Q	35,292,909		
Total	36,840,332	Total	36,840,332

**3. Mixing Point I**



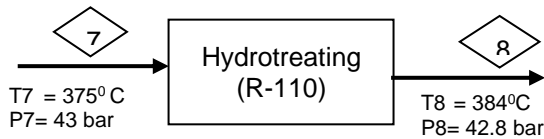
Keterangan

- Masuk : <5> Gas Alam  
 <6> Hidrogen
- Keluar : <7> Aliran Gas Menuju R-110

**Tabel IV.3 Neraca Energi Mixing Point**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H5	36,840,332	H7	36,851,234
H6	10,902		
Total	36,851,234	Total	36,851,234

**4. Hydrotreating Reactor R-110**





Keterangan

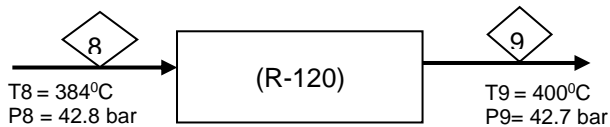
Masuk : <7> Aliran gas menuju R-110

Keluar : <8> Aliran gas menuju D-120

**Tabel IV.4 Neraca Energi R-110**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H7	36,851,234	H8	36,850,203
		$\Delta H$ reaksi	1,031
Total	36,851,234	Total	36,851,234

### 5. Desulphurizer D-120



Keterangan

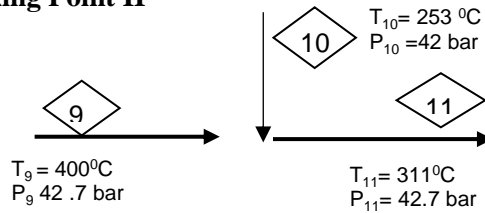
Masuk : <8> Aliran gas alam menuju D-120

Keluar : <9> Aliran gas alam bebas H<sub>2</sub>S

**Tabel IV.5 Neraca Energi D-120**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H8	36,850,203	H9	36,853,621
$\Delta H$ reaksi	3,418		
Total	36,853,621	Total	36,853,621

## 6. Mixing Point II



Keterangan

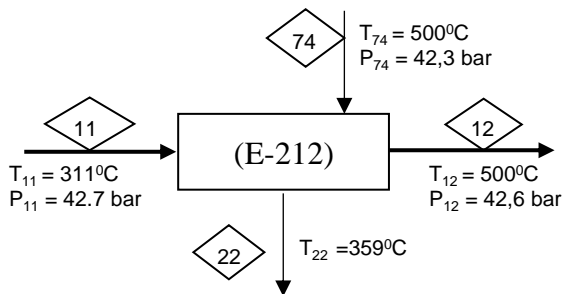
Masuk : <9> Aliran gas alam bebas H<sub>2</sub>S  
<10> Steam

Keluar : <11> Aliran gas alam dan steam

**Tabel IV.6 Neraca Energi Mixing Point II**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H9	36,853,621	H11	75,720,665
H10	38,867,044		
Total	75,720,665	Total	75,720,665

## 7. Heat Exchanger E-212



Keterangan

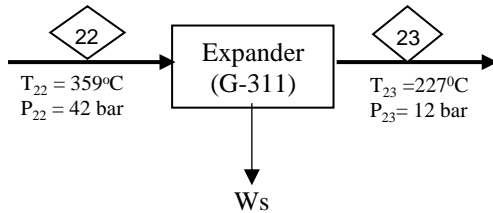
Masuk : <11> Aliran gas alam dan steam  
<20> Aliran syn gas

Keluar : <12> Aliran menuju R-210  
<22> Aliran syn gas

**Tabel IV.7 Neraca Energi E-212**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H11	75,720,665	H12	139,575,521
H74	163,355,651	H22	99,500,796
Total	239,076,316	Total	239,076,316

**8. Ekspander G-311**



Keterangan

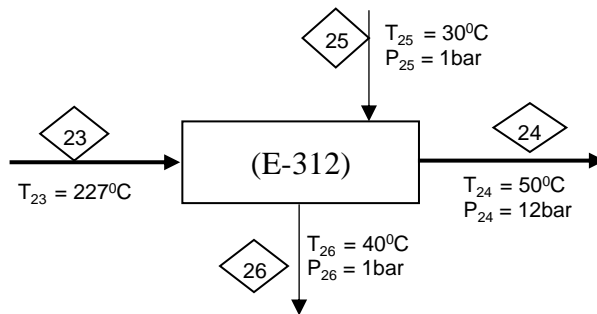
Masuk : <22> Aliran *syn gas*

Keluar : <23> Aliran *syn gas*

**Tabel IV.8 Neraca Energi G-311**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H22	98,055,177	H23	64,237,998
		W	33,817,178
Total	98,055,177	Total	98,055,177

## 9. Heat Exchanger E-312



Keterangan

Masuk :

- <23> Aliran *syn gas*
- <25> Aliran *cooling water* masuk

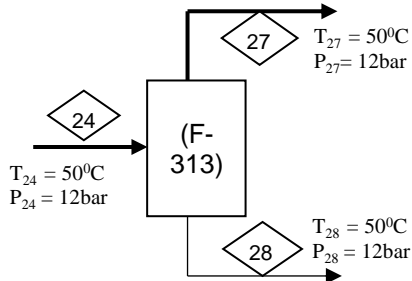
Keluar :

- <24> Aliran fluida menuju D-313
- <26> Aliran *cooling water* keluar

**Tabel IV.9 Neraca Energi E-312**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H23	64,237,998	H24	-36,648,898
H25	12,601,952	H26	113,488,849
Total	76,839,950	Total	76,839,950

## 10. Flash Drum F-313



Keterangan

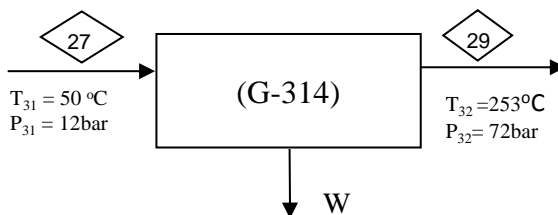
Masuk : <24> Aliran fluida menuju D-313

Keluar : <27> Aliran *syn gas*  
<28> Aliran *air* keluar D-313

**Tabel IV.10 Neraca Energi F-313**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H24	-36,648,898	H27	70,604,219
		H28	-107,253,118
Total	-36,648,898	Total	-36,648,898

## 11. Syn Gas Compressor G-314



Keterangan

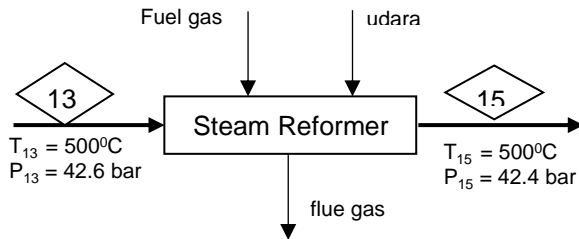
Masuk : <27> Aliran *syn gas*

Keluar : <28> Aliran *syn gas* menuju (R-310)

**Tabel IV.11 Neraca Energi G-314**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H27	2,169,451	H29	49,740,932
W	47,571,481		
Total	49,740,932	Total	49,740,932

**12. Steam Reformer R-210**



Keterangan

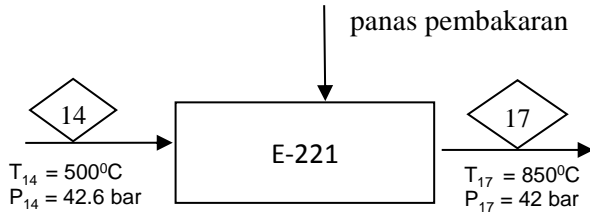
Masuk : <13> Aliran gas menuju R-210

Keluar : <15> Aliran gas keluar R-210

**Tabel IV.12 Neraca Energi R-210**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H fuel	-123,135,148	H flue gas	20,420,302
H udara	161,881		
$\Delta H_{reaksi}$	143,393,570		
Total	20,420,302	Total	20,420,302

### 13. Steam Reformer as Heat Exchanger E-221



Keterangan

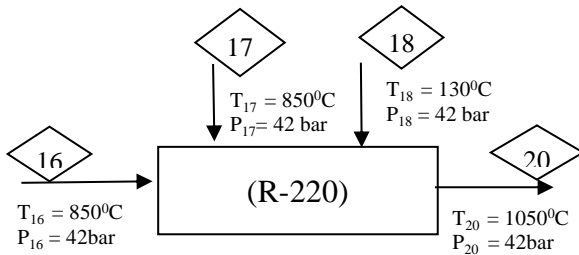
Masuk : <14> Aliran gas keluar R-210

Keluar : <17> Aliran gas menuju R-220

**Tabel IV.13 Neraca Energi E-221**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
Q <sub>fuel</sub>	1,831,193,328	H17	24,076,552,440
H14	22,245,359,112		
Total	24,076,552,440	Total	24,076,552,440

### 14. Autothermal Reforming R-220



Keterangan

Masuk : <16> Aliran gas masuk R-220

<18> Aliran oksigen

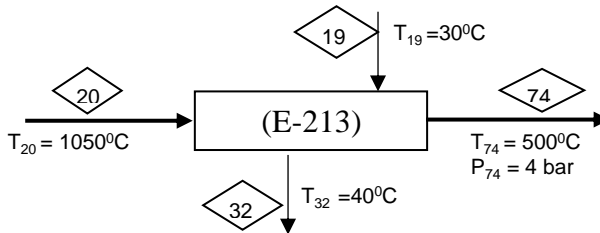
<17> Aliran gas masuk R-220

Keluar : <20> Aliran *syn gas*

**Tabel IV.14 Neraca Energi R-220**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H16	80,726,375	H20	409,325,689
H17	24,076,552,440	$\Delta H$ reaksi	-554,319,202
H18	15,887,838		
Q	-24,318,160,166		
TOTAL	-144,993,513	Total	-144,993,513

**15. Heat Exchanger E-213**



Keterangan :

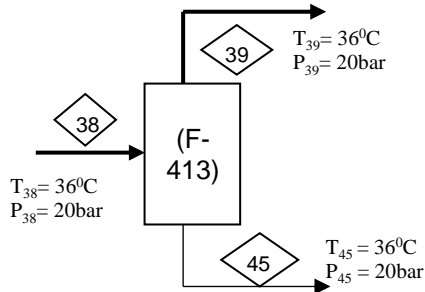
Masuk : <20> *Syn gas* keluar R-220  
 <19> Cooling Water  
 Keluar : <32> BFW  
 <74> *Syn gas* keluar

**Tabel IV.15 Neraca Energi E-213**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H20	409325689	H74	163355651.2
H75	30724531.07	H76	276694568.9
Total	440050220	Total	440050220



### 15. Flash Drum F-413



Keterangan

Masuk : <38> Aliran keluar Reaktor R-310

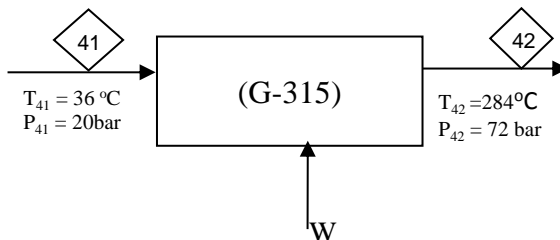
Keluar : <39> Aliran *recycled* gas

<45> Aliran produk

**Tabel IV.15 Neraca Energi F-413**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H38	-40,524,344	H39	-3,213,261
		H45	-37,311,084
Total	-40,524,344	Total	-40,524,344

### 16. Recycled Gas Compressor G-315



Keterangan

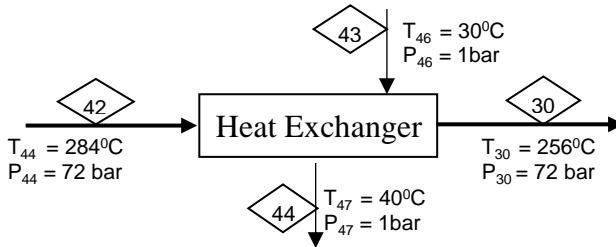
Masuk : <41> Aliran *recycled*

Keluar : <42> gas  
 Aliran *recycled*  
 gas menuju R-310

**Tabel IV.16 Neraca Energi G-315**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H41	-1,606,630	H42	23,367,670
W	24,974,301		
Total	23,367,670	Total	23,367,670

**17. Recycled Gas Cooler E-316**



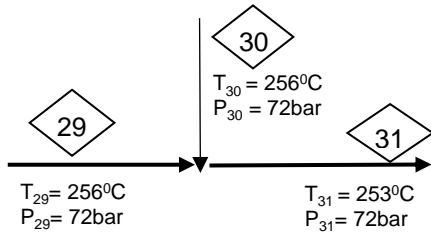
Keterangan

Masuk : <42> Aliran *recycled*  
 gas menuju R-310  
 <43> Aliran *cooling*  
 water masuk  
 Keluar : <30> Aliran *recycled*  
 gas menuju R-310  
 <44> Aliran *cooling*  
 water keluar

**Tabel IV.17 Neraca Energi E-316**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H42	23,367,670	H30	19,992,376
		Q	3,375,294
Total	23,367,670	Total	23,367,670

### 18. Mixing Point III



Keterangan

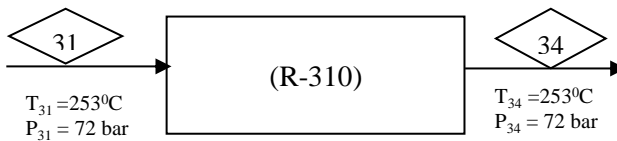
Masuk : <29> Aliran *syn gas*  
 <30> Aliran *recycled*  
 gas menuju R-310

Keluar : <31> Aliran gas  
 menuju R-310

**Tabel IV.18 Neraca Energi Mixing Point**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H29	49,740,932	H31	69,733,308
H30	19,992,376		
Total	69,733,308	Total	69,733,308

### 19. Metanol Reactor R-310



Keterangan

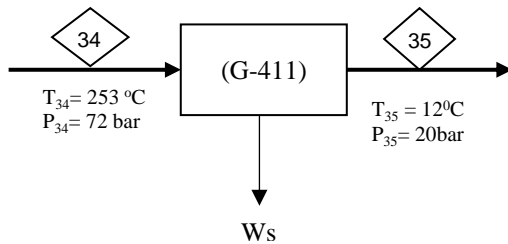
Masuk : <31> Aliran gas masuk

Keluar : <34> Aliran gas keluar

**Tabel IV.19 Neraca Energi R-310**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H31	69,733,308	H34	5,091,796
$\Delta H$ reaksi	-109,653,442	Q	-45,011,930
Total	-39,920,134	Total	-39,920,134

**20. Expander G-411**



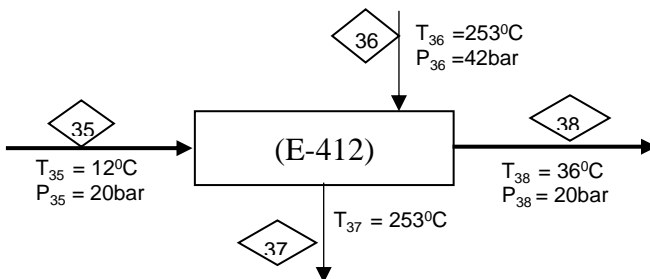
Keterangan

Masuk : <34> Aliran produk keluar reaktor

Keluar : <35> Aliran produk menuju D-413

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H34	5,091,796	H35	-53,989,339
		W	59,081,135
Total	5,091,796	Total	5,091,796

**21 Heat Exchanger E-412**



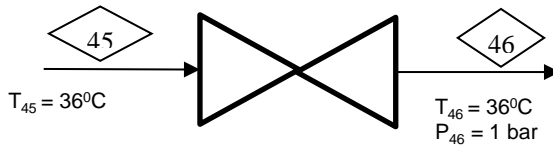
Keterangan

Masuk : <35> Aliran produk menuju D-413  
 <36> Aliran steam masuk  
 Keluar : <37> Aliran steam masuk  
 <38> Aliran produk menuju D-413

**Tabel IV.21 Neraca Energi E-412**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H35	-53,989,339	H38	-40,502,776
Q	13,486,562		
Total	-40,502,776	Total	-40,502,776

**22. Pressure Valve G-414**



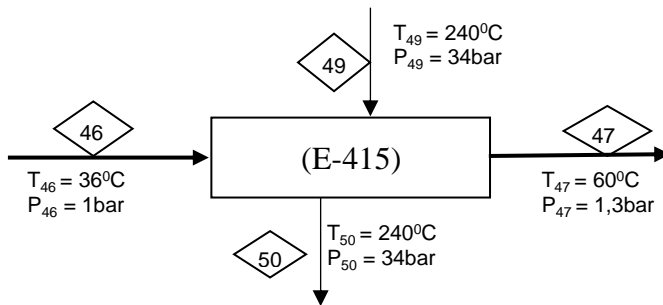
Keterangan

Masuk : <45> Aliran produk menuju D-413  
 Keluar : <46> Aliran produk menuju D-413

**Tabel IV.22 Neraca Energi G-414**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H45	-37,311,084	H46	-37,311,084
Total	-37,311,084	Total	-37,311,084

### 23. Heat Exchanger E-415



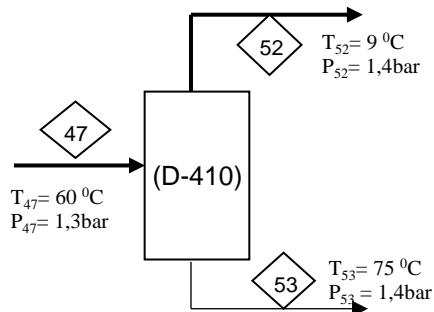
Keterangan

Masuk : <46> Aliran produk menuju D-410  
 <49> Aliran steam  
 Keluar : <46> Aliran produk menuju D-410  
 <50> Aliran steam

**Tabel IV.23 Neraca Energi E-415**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H46	-37,311,084	H47	59,947,239
Q	97,258,323		
Total	59,947,239	Total	59,947,239

### 24. Kolom Destilasi I D-410



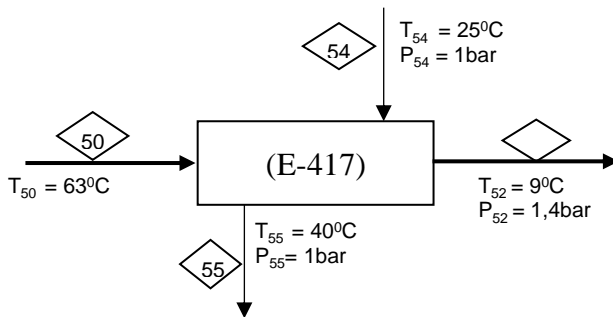
Keterangan

Masuk : <47> Aliran feed D-410  
 Keluar : <52> Aliran gas-gas terlarut  
 <53> Aliran *bottom* product

**Tabel IV.24 Neraca Energi D-410**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H47	59,947,239	H52	-22,654
		H53	59,969,893
Total	59,947,239	Total	59,947,239

**25. Condenser Distillation Column I E-417**



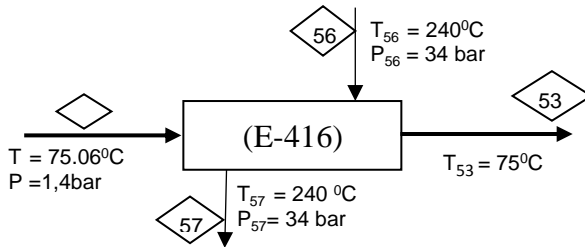
Keterangan

Masuk : <50> Aliran keluar kolom distilasi 1  
 <54> Aliran *cooling* water masuk  
 Keluar : <55> Aliran *cooling* water keluar

**Tabel IV.25 Neraca Energi E-417**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H54	25,755	H55	231,945
Hv	206,189		
Total	231,945	Total	231,945

**26. Reboiler Distillation Column I E-416**



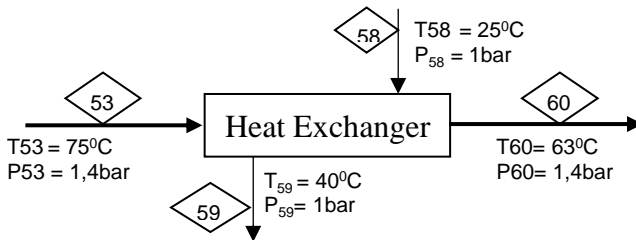
Keterangan

- Masuk : <50> Aliran steam masuk  
 <54> Aliran steam keluar
- Keluar : <53> Aliran feed menuju D-420

**Tabel IV.26 Neraca Energi E-416**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
Q	86,148,811	Hv	86,148,811
Total	86,148,811	Total	86,148,811

**27. Cooler E-421**





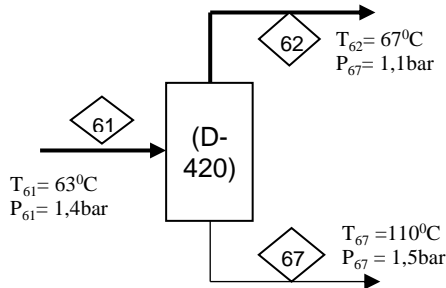
Keterangan

Masuk : <53> Aliran feed D-420  
 <58> Aliran *cooling*  
 water masuk  
 Keluar : <59> Aliran feed D-420  
 <61> CW keluar

**Tabel IV.27 Neraca Energi E-421**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H53	59,969,893	H60	23,606,617
H58	4,542,198	H59	40,905,474
Total	64,512,091	Total	64,512,091

**28. Kolom Distilasi D-420**



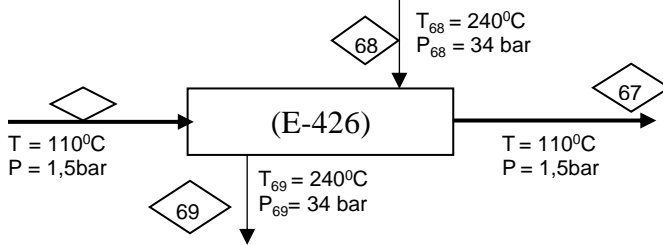
Keterangan

Masuk : <61> Aliran Masuk  
 Keluar : <62> Aliran *top*  
 product  
 <67> Aliran *bottom*  
 product

**Tabel IV.28 Neraca Energi D-420**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H61	23,606,617	H64	34,020
		H65	23,572,597
Total	23,606,617	Total	23,606,617

### 29.Reboiler Distillation Column II E-426



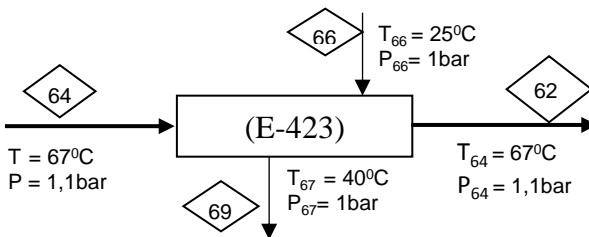
Keterangan

Masuk : <68> Steam Masuk  
 <69> Steam Keluar  
 Keluar : <67> Aliran air

**Tabel IV.29 Neraca Energi E-426**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
Q	7,796,665	Hv	7,796,665
Total	7,796,665	Total	7,796,665

### 30. Condenser Distillation Column II E-423



Keterangan

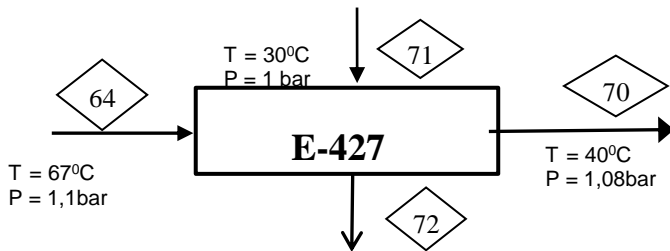
Masuk : <66> Aliran *cooling* water masuk  
 <62> Aliran keluar kolom distilasi II

Keluar : <64> Produk metanol  
 <67> Aliran *cooling* water keluar

**Tabel IV.30 Neraca Energi E-423**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H66	6,120,807	H67	55,121,888
Hv	49,001,080		
Total	55,121,888	Total	55,121,888

**31. Metanol Cooler E-427**



Keterangan :

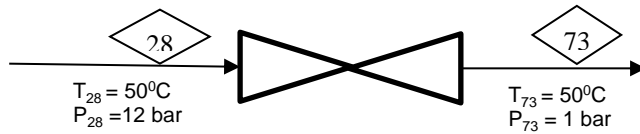
Masuk : <64> Produk metanol  
 <71> Aliran *cooling* water masuk

Keluar : <70> Produk metanol  
 <72> Aliran *cooling* water keluar

**Tabel IV.31 Neraca Energi E-427**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H64	34,020	H70	974,094
		Q	-940,074
Total	34,020	Total	34,020

### 32. Pressure Valve G-429



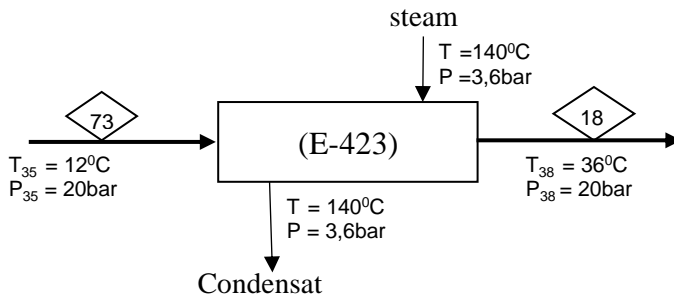
Keterangan

Masuk : <28> Aliran keluar dari Flash Drum 1  
 Keluar : <73> Aliran Air keluar

**Tabel IV.32 Neraca Energi G-429**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H28	-107,253,118	H73	-107,253,118
Total	-107,253,118	Total	-107,253,118

### 21 Vaporizer E-423



Keterangan

Masuk : <73> Aliran Oksigen  
 steam masuk  
 Keluar : <18> Aliran oksigen masuk ke R-220  
 steam keluar

**Tabel IV.21 Neraca Energi E-423**

MASUK (kJ)		KELUAR (kJ)	
H73	-3,529,961	H18	15,887,838
Q	19,417,799		
Total	15,887,838	Total	15,887,838

**BAB V**  
**DAFTAR DAN HARGA PERALATAN**

**V.1 Daftar Peralatan**

Spesifikasi peralatan yang digunakan dalam pabrik pembuatan metanol dari gas alam adalah sebagai berikut

**Tabel V. 1 Compressor (G-111)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode	G-111
Type	Centrifugal Compressor
Fungsi	Menaikkan tekanan gas alam agar sesuai dengan kondisi operasi hydrotreating
Jumlah stage	1
Bahan	Carbon Steel
Kondisi operasi :	$P_{suc} : 2800 \text{ kPa}$ $T_{suc} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$
	$P_{dis} : 4300 \text{ kPa}$ $T_{dis} = 58,78 \text{ }^\circ\text{C}$
Rate (Kg/jam)	38710,57
R	1,54
Efisiensi	0,76
Power (Standard HP)	1250

**Tabel V. 2 Natural Gas Preheater (E-112)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-112
Fungsi	Mengkondisikan aliran yang akan dimasukkan ke hydrotreater
Suhu masuk	Gas Alam : $45 \text{ }^\circ\text{C}$
	Fuel gas : $800 \text{ }^\circ\text{C}$
Suhu keluar	Gas Alam : $400 \text{ }^\circ\text{C}$
	Fuel gas : $670 \text{ }^\circ\text{C}$
Jenis	<i>Shell &amp; Tube tipe 1-2 Exchanger</i>
Shell : Gas Alam	ID : 12 in

Spesifikasi	Keterangan
	<i>Baffle</i> : 20 in
	<i>Passes</i> : 1
	Bahan : <i>Carbon steel (SA-129 A)</i>
	$\Delta P$ : 0,369 Psi
<i>Tube. Fuel gas</i>	OD : 1 1/2 in
	Jumlah : 51
	Panjang : 15 ft
	BWG : 18
	<i>Pitch</i> : 1,5625 ( <i>triangular</i> )
	<i>Passes</i> : 1
	$a''t$ : 0,3271 ft <sup>2</sup> /ft
	$a't$ : 1,04 in <sup>2</sup>
	$\Delta P$ : 1,144 Psi
	Bahan : <i>Carbon steel</i>
Rd	0,009
Luas area	250 ft <sup>2</sup>

**Tabel V. 3 Hydrotreating Reactor (R-110)**

Spesifikasi	Keterangan
No. kode	R-110
Fungsi	Mengubah mercaptant menjadi H <sub>2</sub> S dengan mereaksikan gas alam dengan gas hidrogen
Tipe	<i>Fixed bed reaktor</i>
Tekanan	43 bar
Suhu	400 °C
Kapasitas	165 m <sup>3</sup>
Volume tangki	207 m <sup>3</sup>

Diameter	1,082 m
Tinggi total	9,1233 m
Tebal silinder	1 in
Bentuk tutup atas	<i>Elliptical Dished Head</i>
Tebal tutup atas	1,25 in
Tinggi tutup atas	7,199 in
Bentuk tutup bawah	<i>Elliptical Dished Head</i>
Tebal tutup bawah	2,5 in
Tinggi tutup bawah	7,199 in
Bahan konstruksi	Stainless Steel 304

**Tabel V. 4 Desulfurizer (D-120)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. kode	D-120
Fungsi	Mengurangi kadar sulfur dalam bentuk H <sub>2</sub> S
Tipe	<i>Fixed bed reaktor</i>
Bahan konstruksi	SA-240 Grade M tipe 316 (Carbon Steel)
Kapasitas	1323,9 m <sup>3</sup>
Tekanan	42,8 bar
Suhu	384 °C
Volume	433,44 ft <sup>3</sup>
Diameter	81,73 in
Tinggi total	158,62 in
Tebal bejana	7/8 in
Bentuk tutup atas	<i>Standard Dished Head</i>
Tebal tutup atas	7/8 in
Tinggi tutup atas	13,81 in



<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Bentuk tutup bawah	<i>Elliptical Dished Head</i>
Tebal tutup bawah	7/8 in
Tinggi tutup bawah	13,81 in
Massa absorben	4,51 kg/jam
Tinggi bed absorben	104,35 in
Jumlah	1 reaktor

**Tabel V. 5 Heat Exchanger (E-212)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-212
Fungsi	Mengkondisikan feed yang akan dimasukkan ke steam reformer
Suhu masuk	<i>Syngas</i> : 1050 °C
	Natural gas : 311°C
Suhu keluar	<i>Syngas</i> : 909 °C
	Natural gas : 500 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube tipe 2-4 Exchanger</i>
<i>Shell : Syngas</i>	ID : 37 in
	<i>Baffle</i> : 37 in
	<i>Passes</i> : 2
	Bahan : <i>Carbon steel (SA-129 A)</i>
	$\Delta P$ : 1,306 Psi
<i>Tube. Gas Alam</i>	OD : $\frac{3}{4}$ in
	Jumlah : 1074
	Panjang : 12 ft
	BWG : 16
	<i>Pitch</i> : 1 ( <i>triangular</i> )
	<i>Passes</i> : 1
	a't : 0,1963 ft <sup>2</sup> /ft
	a't : 0,302 in <sup>2</sup>

	$\Delta P$ : 0,173 Psi
	Bahan : <i>Carbon steel</i>
Rd	0.011
Luas area	2529,9 ft <sup>2</sup>

**Tabel V. 6 Steam Reformer (R-210)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. kode	R-210
Fungsi	Mereaksikan steam dengan natural gas untuk menghasilkan synthetic gas
Tipe	<i>Multitube Fixed Bed Reactor</i>
Kapasitas	6,65 ft <sup>3</sup>
Tekanan	46,2 bar
Suhu	528 °C
Tipe furnace	<i>Side Wall Furnace</i>
Jumlah tube furnace	270
Dimensi Tube	
Outside diameter tube	5 in
Inside diameter tube	4,88 in
Tebal tube	0,258 in
Jenis katalis	NiO – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>

**Tabel V. 7 Autothermal Reformer (R-220)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. kode	R-220
Fungsi	Mengubah sisa metana menjadi

	CO, CO <sub>2</sub> , dan H <sub>2</sub>
Tipe	<i>Fixed Bed Reactor</i>
Tekanan	42 bar
Suhu	850 °C
Kapasitas	582 m <sup>3</sup>
Diameter	7,62 m
Tebal silinder	1,75 in
Tinggi total	13 m
Bentuk tutup atas	<i>Conical dished head</i>
Tebal tutup atas	1,75 in
Tinggi tutup atas	2,24 m
Bentuk tutup bawah	<i>Conical dished head</i>
Tebal tutup bawah	4,5 in
Tinggi tutup bawah	1,08 m
Bahan konstruksi	Stainless Steel 304

**Tabel V. 8 Synthetic Gas Expander (G-311)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No.kode	G-311
Fungsi	Menurunkan tekanan produk dari autothermal reformer
Jumlah	1
Stage	1
Tekanan	Masuk : 42 bar
	Keluar : 22bar
Suhu	Masuk : 359 °C
	Keluar : 227 °C

Bahan	<i>Carbon steel (SA 129 grade C)</i>
Power (Standard hp)	71 hp
Tipe	<i>Centrifugal Expander</i>

**Tabel V. 9 Cooler (E-312)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-312
Fungsi	Mengkondisikan feed yang akan masuk ke reaktor
Suhu masuk	<24> : 780.00 °C
	<26> : 30°C
Suhu keluar	<25> : 50 °C
	<27> : 40 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube tipe 2-4 Exchanger</i>
<i>Shell : Syngas</i>	ID : 10 in
	<i>Baffle</i> : 1,25 in
	<i>Passes</i> : 1
	Bahan : Carbon steel
	$\Delta P$ : 0,774 psia
<i>Tube. Hidrogen</i>	OD : 1,25 in
	Jumlah : 282
	Panjang : 15 ft
	BWG : 18
	<i>Pitch</i> : 1,562
	<i>Passes</i> : 2
	a't : 0,3271
	a't : 1,04
$\Delta P$ : 0,931 psia	
Rd	1.2466
Luas area	338.726 ft <sup>2</sup>

**Tabel V. 10 Flash Drum I (F-313)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	F-313
Fungsi	Memisahkan <i>syn gas</i> dengan <i>water</i>
Tekanan Operasi	12 bar
Temperatur	50 °C
Diameter	72 in
L/D <i>ratio</i>	3,09
Tinggi Total	17,9 ft
<i>Residence Time</i>	5 menit
Tebal <i>Shell</i>	5/8 in
Tebal Tutup Atas	1 in
Tebal Tutup Bawah	1 in
Bahan konstruksi	<i>Hastelloy C-22</i>
Icr	4,375 in
R	72 in

**Tabel V. 11 Synthetic Gas Compressor G-314**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode	G-314
Type	Centrifugal Compressor
Fungsi	Menaikkan tekanan <i>syn gas</i>
Jumlah stage	2 stages
Bahan	Carbon Steel
Kondisi operasi :	Psuc :1200 kPa Tsuc = 50 °C
	Pdis :7200 kPa Tdis = 256 °C

Rate (Kg/jam)	89103,75
R	1,817
Efisiensi	0,782
Power (Standard HP)	3000

**Tabel V. 12 Recycle Gas Compressor G-316**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode	G-315
Jumlah	2 unit
Type	Menaikkan tekanan Recycle Gas
Fungsi	Centrifugal Compressor
Jumlah stage	3
Bahan	Carbon Steel
Kondisi operasi :	Psuc :1200 kPa Tsuc = 36 °C
	Pdis :7200 kPa Tdis = 284 °C
Rate (Kg/jam)	40123,314
r	1.817
Efisiensi	0.790
Power (Standard hp)	3000 hp

**Tabel V. 13 Recycled Gas Cooler E-316**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-317
Fungsi	Mengkondisikan feed yang akan dimasukkan ke mixing point
Suhu masuk	<42> : 284 °C
	<43> : 30°C
Suhu keluar	<44> : 40 °C

	<30> : 256 °C
Jenis	Shell & Tube tipe 2-4 Exchanger
Shell : Syngas	ID : 10 in
	Baffle : 15 in
	Passes : 1
	Bahan : Carbon steel
	$\Delta P$ : 0,961 psia
Tube. Hidrogen	OD : 1,5 in
	Jumlah : 27
	Panjang : 12 ft
	BWG : 18
	Pitch : 1,875 in
	Passes : 2
	a''t : 0,3925 ft <sup>2</sup> /lin ft
	a't : 1,54 in <sup>2</sup>
	$\Delta P$ : 1,028 psia
	Bahan : Carbon steel
Rd	0.0408 jft <sup>2</sup> F/Btu
Luas area	126,112 ft <sup>2</sup>

**Tabel V. 14 Methanol Reactor R-310**

Spesifikasi	Keterangan
No. kode	R-310
Fungsi	Mereaksikan CO dan CO <sub>2</sub> dengan H <sub>2</sub> untuk menghasilkan produk CH <sub>3</sub> OH
Tipe	<i>Fixed Bed Multitubular Reaktor</i>
Jumlah tube	18647 buah
Tekanan	79,2 bar
Suhu	279,2 °C

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kapasitas	2908 ft <sup>3</sup>
Diameter	5,91 M
Tebal silinder	0,1875 in
Tinggi total	291,34 in
Bentuk tutup atas	<i>Standart dished head</i>
Tebal tutup atas	0,1875 in
Tinggi tutup atas	26,86 in
Bentuk tutup bawah	<i>Standart dished head</i>
Tebal tutup bawah	0,3 in
Tinggi tutup bawah	26,86 in
Bahan konstruksi	SA 212 Grade B (Carbon Steel)

**Tabel V. 15 Ekspander (G-411)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No.kode	G-411
Fungsi	Menurunkan tekanan produk dari <i>Methanol Reactor (R-310)</i>
Tekanan	Masuk : 72 bar
	Keluar : 20 bar
Suhu	Masuk : 253 °C
	Keluar : 12 °C
Bahan	<i>Carbon steel (SA 129 grade C)</i>
Power (Standard HP)	80 hp
Tipe	<i>Centrifugal Expander</i>

**Tabel V. 16 Heater (E-412)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E412
Fungsi	Mengkondisikan feed yang akan dimasukkan ke flash drum (D-413)



<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Suhu masuk	<35> : 12 °C
	<36> : 240 °C
Suhu keluar	<38> : 36 °C
	<37> : 240 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube tipe 1-2 Exchanger</i>
<i>Shell : Aliran Dingin</i>	ID : 17,25 in
	<i>Baffle</i> : 17,25 in
	<i>Passes</i> : 2
	Bahan : <i>Carbon steel (SA-129 A)</i>
	$\Delta P$ : 2,7 Psi
<i>Tube : Steam</i>	OD : 1 1/4 in
	Jumlah : 62
	Panjang : 15 ft
	BWG : 18
	<i>Pitch</i> : 1,563
	<i>Passes</i> : 4 ( <i>triangular</i> )
	$a^2t$ : 0,3271 ft <sup>2</sup> /ft
	$a^2t$ : 1,04 in <sup>2</sup>
	$\Delta P$ : 0,021 Psi
	Bahan : <i>Carbon steel (SA-129 A)</i>
Rd	0.011
Luas area	304,2 ft <sup>2</sup>

**Tabel V. 17 Flash Drum (F-413)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	F-413
Fungsi	Memisahkan <i>syn gas</i> dengan crude methanol
Tekanan Operasi	20 bar

Temperatur	36 °C
Diameter	78 in
L/D ratio	2,75
Tinggi Total	16,81 ft
Residence Time	5 menit
Tebal Shell	1 in
Tebal Tutup Atas	1,5 in (standard dished head)
Tebal Tutup Bawah	1,5 in (standard dished head)
Bahan konstruksi	Hastelloy C-22

**Tabel V. 18 Heater (E-415)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-415
Fungsi	Mengkondisikan feed yang akan masukkan ke distilasi (D-410)
Jumlah	12
Suhu masuk	<46> : 36 °C
	<48> : 240 °C
Suhu keluar	<47> : 60 °C
	<49> : 240 °C
Jenis	Shell & Tube tipe 1-2 Exchanger
<i>Shell : Aliran Dingin</i>	ID : 13 ¼ in
	Baffle : 13 ¼ in
	Passes : 1
	Bahan : Carbon steel (SA-129 A)
	ΔP : 2,4 Psi
<i>Tube : Steam</i>	OD : ¾ in
	Jumlah : 127
	Panjang : 15 ft
	BWG : 18
	Pitch : 15/16 (triangular)
	Passes : 2
a''t	: 0,1963 ft <sup>2</sup> /ft

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
	a't : 0,334 in <sup>2</sup>
	ΔP : 0,162 Psi
	Bahan : <i>Carbon steel</i> (SA-129 A )
Rd	0.008
Luas area	374 ft <sup>2</sup>

**Tabel V. 19 Distillation Column (D-410)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No.kode	D-410
Fungsi	Memisahkan campuran metanol-air dari gas-gas ringan
Tipe	Sieve tray column
Tekanan	1,2827 atm
Suhu	60 °C
Diameter tower	3 ft
Tinggi total	507,12 in
Tebal shell	0,5 in
Bentuk tutup atas	<i>Standard dished head</i>
Tebal tutup atas	0,75 in
Bentuk tutup bawah	<i>Standard dished head</i>
Tebal tutup bawah	0,75 in
<i>Bahan konstruksi</i>	<i>SA-353 Low alloy steel</i>
<i>Tipe tray</i>	<i>Cross flow sieve tray</i>
<i>Tray Spacing</i>	2 ft
<i>Active area</i>	5,37 ft <sup>2</sup>
<i>Hole area</i>	0,71 ft <sup>2</sup>
<i>Downcomer area</i>	0,85 ft <sup>2</sup>
<i>Hole/Tower area</i>	0,1
<i>Hole/Active area</i>	0,13

<i>Hole size</i>	0,19 in
<i>Weir length</i>	2,3 ft
<i>Weir height</i>	2 in
<i>Downcomer clearance</i>	2,1 in
<i>Tray thickness</i>	0,07 in
<i>Number of tray</i>	19
<i>Flooding</i>	80%
<i>Inlet Feed</i>	Tray ke-2 dari atas

**Tabel V. 20 Condenser (E-417)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-417
Fungsi	Mengkondensasi distilat pada kolom distilasi I
Jumlah	5 buah
Suhu masuk	Distilat : 63,6 °C
	<i>Water</i> : 25 °C
Suhu keluar	Distilat : 9,24 °C
	<i>Water</i> : 40 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i> tipe 1-2 <i>Exchanger</i>
<i>Shell. Distilat</i>	ID : 25 in (0,635 m)
	<i>Baffle</i> : 25 in (0,635 m)
	<i>Passes</i> : 1
	Bahan : <i>Carbon steel</i> (SA-129 A)
	$\Delta P$ : 0,002 Psi
<i>Tube. Water</i>	OD : 1 ½ in (0,038 m)
	Jumlah : 110
	Panjang : 12 ft (3,6576 m)
	BWG : 18
	<i>Pitch</i> : 1
	<i>Passes</i> : 2 ( <i>triangular</i> )
	$a''t$ : 0,3925 ft/ft <sup>2</sup>
	$a't$ : 1,54 in <sup>2</sup>

	$\Delta P$ : 0,096 Psi
	Bahan : <i>Carbon steel (SA-129 A)</i>
Rd	0.002
Luas (A)	518,1 ft <sup>2</sup> (48,13 m <sup>2</sup> )

**Tabel V. 21 Accumulator Distillation Column (F-418)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	F-418
Fungsi	Tempat menampung distilat sementara
Suhu	9 °C
Tekanan	29,1643 psig
Kapasitas	682,84 ft <sup>3</sup>
Bentuk bejana	Silinder dengan tutup atas berbentuk <i>standard dished head</i>
Diameter bejana OD ID	96 in 95,6 in
Tebal bejana Tinggi total Tebal tutup atas dan bawah	3/16 in 143,4 in 5/16 in
Bahan konstruksi	SA- 240 <i>Low alloy steel</i>
Jumlah	1 unit

**Tabel V. 22 Reflux Pump (L-419)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	L-419
Fungsi	Memompa distilat kembali ke dalam kolom distilasi I
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Tekanan masuk	18,864 psia
Tekanan keluar	18,6037 psia
Bahan pipa	<i>Commercial steel</i>
Ukuran pipa	1/2 in sch 40
Power pompa (Standard hp)	1 hp
Jumlah	1 buah

**Tabel V. 23 Reboiler Distillation Column (E-416)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-416
Fungsi	Menguapkan kembali <i>Bottom product</i> pada kolom distilasi I
Jumlah	1 buah
Suhu masuk	<i>Bottom</i> : 75 °C
	<i>Steam</i> : 240 °C
Suhu keluar	<i>Bottom</i> : 75 °C
	<i>Steam</i> : 240 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i> tipe 1-2 <i>Exchanger</i>
<i>Shell. Bottom</i>	ID : 23 1/4 in (0,59 m)
	<i>Baffle</i> : 23 1/4 in (0,59 m)
	<i>Passes</i> : 1
	Bahan : <i>Carbon steel (SA-129)</i>

	A)
	$\Delta P$ : Diabaikan
<i>Tube. Steam</i>	OD : $\frac{3}{4}$ in (0,02 m)
	Jumlah : 376
	Panjang : 16 ft (4,877 m)
	BWG : 16
	<i>Pitch</i> : 1
	<i>Passes</i> : 2 ( <i>triangular</i> )
	$a''t$ : 0.1963 ft/ft <sup>2</sup>
	$a't$ : 0.302 in <sup>2</sup>
	$\Delta P$ : 1,359 Psi
	Bahan : <i>Carbon steel</i> (SA-129 A)
Rd	0,003
Luas (A)	1181 ft <sup>2</sup> (109,72 m <sup>2</sup> )

**Tabel V. 24 Methanol Cooler (E-421)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-421
Fungsi	Mengkondisikan feed yang akan dimasukkan ke kolom distilasi D-420
Suhu masuk	<53> : 75 °C
	<58> : 25°C
Suhu keluar	<59> : 40 °C
	<60> : 63 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i> tipe 1-2 <i>Exchanger</i>
<i>Shell : Syngas</i>	ID : 2,416 ft
	<i>Baffle</i> : 8 in
	<i>Passes</i> : 2
	Bahan : Carbon steel
	$\Delta P$ : 0,866 psia

Tube. Hidrogen	OD	: 0,75 in
	Jumlah	: 342
	Panjang	: 15 ft
	BWG	: 16
	<i>Pitch</i>	: 1,5625
	<i>Passes</i>	: 2
	a't	: 0,3271 ft <sup>2</sup> /lin ft
	a't	: 1,04 in <sup>2</sup>
	$\Delta P$	: 1,690 psia
	Bahan	: Carbon Steel
Rd	0,00556 j ft <sup>2</sup> F/Btu	
Luas area	997,396 ft <sup>2</sup>	

**Tabel V. 25 Distillation Feed Pump L-422**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	L-422
Fungsi	Memompa aliran menuju kolom D-420
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Tekanan masuk	18,85 psia
Tekanan keluar	20,305 psia
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	0,15 m sch 40
Power pompa (Standard hp)	3,0 hp



**Tabel V. 26 Distillation Column II D-420**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No.kode	D-420
Fungsi	Memisahkan metanol dari air
Tekanan	1,4 bar
Suhu	63 ° C
Diameter tower	7 ft
Tinggi total	38 ft
Tebal silinder	0,2 in
Bentuk tutup atas	<i>standar dished head</i>
Tebal tutup atas	0,258 in
Bentuk tutup bawah	<i>standar dished head</i>
Tebal tutup bawah	0,258 in
<i>Bahan konstruksi</i>	Carbon Steel
<i>Tipe tray</i>	cross flow sieve tray
<i>Tray Spacing</i>	2 ft
<i>Active area</i>	29,23 ft
<i>Hole area</i>	3,85 ft <sup>2</sup>
<i>Downcomer area</i>	4,62 ft <sup>2</sup>
<i>Hole/Tower area</i>	0,1
<i>Hole/Active area</i>	0,13
<i>Hole size</i>	0,19 in
<i>Weir length</i>	5,4 ft
	2 in
	2,1 in
	0,07 in

<i>Weir height</i> <i>Downcomer clearance</i> <i>Tray thickness</i> <i>Number of tray</i>	17
<i>Inlet Feed</i>	Tray ke -10 dari atas

**Tabel V. 27 Condenser Distillation Column II E-423**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-423
Fungsi	Mengkondensasi distilat pada kolom distilasi II
Jumlah	5
Suhu masuk	Distilat :67 °C
	<i>Water</i> :25 °C
Suhu keluar	Distilat :67 °C
	<i>Water</i> :77 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i> tipe 1-2 <i>Exchanger</i>
<i>Shell. Distilat</i>	ID : 12 in
	<i>Baffle</i> : 9 in
	<i>Passes</i> : 1
	Bahan : Carbon Steel
	$\Delta P$ : 0.401 psi
<i>Tube. Water</i>	OD : $\frac{3}{4}$ in
	Jumlah : 86
	Panjang : 16 ft
	BWG : 16
	<i>Pitch</i> : 0.938
	<i>Passes</i> : 4
	a''t : 0.1963
	a't : 0.302

	$\Delta P$ : 7.588 psi
	Bahan : Carbon steel
Rd	0.0021 hr ft <sup>2</sup> F/Btu
Luas (A)	270 ft <sup>2</sup>

**Tabel V. 28 Accumulator Distillation Column II (F-424)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	F-424
Fungsi	Tempat menampung distilat sementara
Suhu	67 °C
Tekanan	1.1 bar
Kapasitas	978,58 m <sup>3</sup>
Diameter bejana OD ID	41 in 40 in
Tebal bejana Tinggi total Tebal tutup atas dan bawah	0,5 in 10 ft 0,75 in
Bahan konstruksi	SA 283 Grade B Carbon Steel
Jumlah	1

**Tabel V. 29 Reflux Pump Distillation Column II (L-425)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	L-425
Fungsi	Memompa aliran kembali

	menuju kolom D-420
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Tekanan masuk	15.95 psia
Tekanan keluar	18.85 psia
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	6 in sch 80
Power pompa (Standard hp)	5 Hp

**Tabel V. 30 Reboiler Distillation Column II (E-427)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-427
Fungsi	Menguapkan kembali bottom product pada kolom distilasi II
Jumlah	1
Suhu masuk	<i>Bottom</i> : 150 °C
	<i>Steam</i> : 240 °C
Suhu keluar	<i>Bottom</i> : 150 °C
	<i>Steam</i> : 240 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i> tipe 1-2 <i>Exchanger</i>
<i>Shell. Bottom</i>	ID : 13 ¼ in
	<i>Baffle</i> : 10 in
	<i>Passes</i> : 1
	Bahan : Carbon steel
	$\Delta P$ : -
<i>Tube. Steam</i>	OD : ¾ in
	Jumlah : 86
	Panjang : 16 ft
	BWG : 16
	<i>Pitch</i> : 0.9375 in <sup>2</sup>

	<i>Passes</i> : 4
	<i>a''t</i> : 0.1963
	<i>a't</i> : 0.302
	$\Delta P$ : 0.2 psi
	Bahan : Carbon steel
Rd	0.00203 hr ft <sup>2</sup> °F/Btu
Luas (A)	273 ft <sup>2</sup>

**Tabel V. 31 Methanol Cooler E-427**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	E-427
Fungsi	Menurunkan suhu Distilat methanol yang keluar dari kolom distilasi II sebelum masuk ke methanol storage
Jumah	1 unit
Suhu masuk	Methanol : 67 °C
	<i>Water</i> : 30 °C
Suhu keluar	Methanol : 40 °C
	<i>Water</i> : 45 °C
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i> tipe 1-2 <i>Exchanger</i>
<i>Shell. Distilat</i>	ID : 25 in (0,635 m)
	<i>Baffle</i> : 25 in (0,635 m)
	<i>Passes</i> : 2
	Bahan : <i>Carbon steel</i> (SA-129 A)
	$\Delta P$ : 0,039 Psi
<i>Tube. Water</i>	OD : ¾ in (0,02 m)
	Jumlah : 470
	Panjang : 16 ft (4,977 m)
	BWG : 16
	<i>Pitch</i> : 1

	<i>Passes</i> : 1 ( <i>triangular</i> )
	$a^2t$ : 0.1963 ft/ft <sup>2</sup>
	$a^3t$ : 0.302 in <sup>2</sup>
	$\Delta P$ : 0,004 Psi
	Bahan : <i>Carbon steel (SA-129 A)</i> )
Rd	0,007
Luas (A)	1419 ft <sup>2</sup> (131,83 m <sup>2</sup> )

**Tabel V. 32 Methanol Storage (F-428)**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
No. Kode	F-428
Fungsi	Menyimpan produk methanol hasil distilasi
Suhu	40 °C
Tekanan	236,75 psi
Kapasitas	53775 ft <sup>3</sup>
Bentuk bejana	Silinder dengan tutup atas berbentuk <i>standard dished head</i>
Diameter bejana OD ID	425 in 419 in
Tebal bejana Tinggi total Tebal tutup atas Tinggi tutup atas	2,75 in 700 in 2,75 in 72 in
Bahan konstruksi	Hastelloy C-22
Jumlah	10 unit

## V.2 Harga Peralatan

No	Kode	Nama Alat	Harga total (Rp, tahun 2020)
1	R-110	<i>Hydrotreating Reactor Natural Gas</i>	7.605.927.416
2	G-111	<i>Compressor</i>	19.095.869.254
3	E-112	<i>Natural Gas Preheater</i>	1.784.720.677
4	D-120	<i>Desulphurizer Reactor</i>	4.497.110.914
5	R-210	<i>Steam Reforming</i>	44.886.046.010
6	R-220	<i>Autothermal Reformer</i>	16.805.584.717
7	E-211	<i>Heat Exchanger</i>	2.704.365.414
8	F-222	<i>Oxygen Liquid Storage</i>	67.863.169.148
9	E-223	<i>Oxygen Vaporizer</i>	3.615.985.328
10	R-310	<i>Metanol Reactor Synthetic Gas</i>	34.542.048.923
11	G-311	<i>Expander</i>	2.327.198.724
12	E-312	<i>Synthetic Gas Cooler</i>	3.595.120.787
13	D-313	<i>Flash Drum I Synthetic Gas</i>	1.412.368.881
14	G-314	<i>Compressor Recycle Gas</i>	37.437.405.129
15	G-315	<i>Compressor</i>	33.245.237.496
16	E-316	<i>Recycle Gas Cooler</i>	1.075.326.307
17	D-410	<i>Distillation Column I</i>	31.296.810.427
18	G-411	<i>Expander</i>	2.118.553.321
19	E-412	<i>Heater</i>	5.713.674.109
20	D-413	<i>Flash Drum II</i>	410.870.947
21	G-414	<i>Pressure Valve</i>	243.954.625
22	E-415	<i>Heater</i>	16.948.426.570
23	E-416	<i>Reboiler E-416</i>	120.372.348
24	E-417	<i>Condenser E-417</i>	1.540.766.052
25	F-418	<i>Accumulator F-418</i>	112.347.525
26	L-419	<i>Reflux Pump L-419</i>	266.424.130

27	D-420	<i>Distillation Column II</i>	28.520.221.604
28	E-421	<i>Cooler</i>	176.546.110
		<i>Distillation Feed</i>	
29	L-422	<i>Pump</i>	491.119.179
30	E-423	<i>Condenser E-423</i>	253.584.413
31	F-424	<i>Accumulator F-424</i>	1.001.497.934
32	L-425	<i>Reflux Pump L-425</i>	317.782.998
33	E-426	<i>Reboiler E-426</i>	269.634.059
34	E-427	<i>Methanol Cooler</i>	1.078.536.236
35	F-428	<i>Storage Tank</i>	16.258.291.776
Total			Rp 389.632.899.485



## **BAB VI**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan menurut neraca massa yang telah tercantum dalam Bab III. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum dalam Bab V dihitung berdasarkan pada neraca massa dan energi. Selain diatas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik

#### **VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia**

##### **VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan**

Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik Metanol dari Gas Alam ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

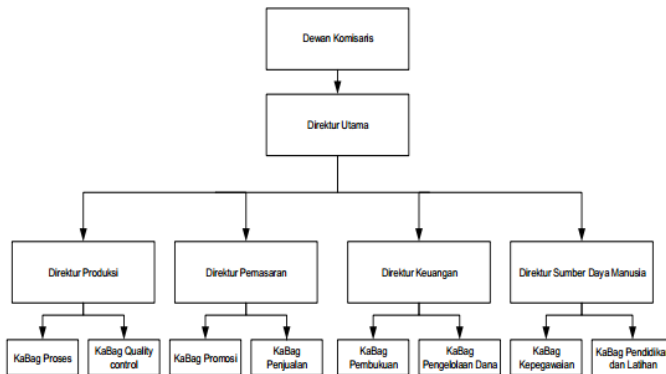
1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Pemilik modal adalah pemegang saham sedangkan pelaksanaannya adalah dewan komisaris.
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
4. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

### VI.1.2. Sistem Organisasi Perusahaan

Sistem organisasi perusahaan ini adalah garis dan staf.

Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus.
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah sehingga disiplin kerja lebih baik masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
- Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.



**Gambar VI. 1 Struktur Organisasi Perusahaan**

Terdapat dua komponen utama dalam organisasi garis dan staf, yaitu:

➤ Pimpinan

Tugas pimpinan secara garis besar adalah :

- a. Membuat rencana kerja yang terperinci dengan koordinasi para staff.

- b. Melakukan pengawasan pelaksanaan kerja dari berbagai bagian dalam pabrik.
- c. Meninjau secara teratur pelaksanaan pekerjaan di tiap-tiap bagian dan memberikan bimbingan serta petunjuk di dalam pelaksanaan pekerjaan.
- d. Melaporkan kepada direksi tentang hal-hal yang terkait dengan pengelolaan pabrik.
- e. Mewakili pabrik dalam perundingan dengan pihak lain.

➤ Staf (Pembantu Pimpinan)

Suatu badan yang terdiri dari para tenaga ahli yang membantu pemimpin dan menjalankan kebijaksanaan perusahaan. Staf merupakan suatu tim yang utuh dan saling membantu dan saling membutuhkan, setiap permasalahan yang ada dipecahkan secara bersama.

Macam-macam staf antara lain :

a. Staf koordinasi

Biasanya disebut staf umum, yaitu kelompok staf yang membantu pimpinan dalam perencanaan dan pengawasan, juga setiap saat memberikan nasehat kepada pimpinan baik diminta maupun tidak.

b. Staf teknik

Biasanya disebut staf khusus, yaitu kelompok staf yang memberikan pelayanan jasa kepada komponen pelaksana untuk melancarkan tugas pabrik.

c. Staf ahli

Staf ini terdiri dari para ahli dalam bidang yang diperlukan oleh pabrik untuk membantu direktur dalam penelitian.

### VI.1.3 Struktur Organisasi

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham.

Tugas dewan komisaris :

- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

## 2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Tugas direktur adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.

Selain tugas-tugas diatas, Direktur berhak mewakili PT secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan PT.

## 3. Direktur

Direktur bertanggung jawab ke direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya, baik yang berhubungan dengan pemasaran, personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi.

Tugas Direktur :

- Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing
  - Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya
4. Kepala Bagian Quality Control  
Kepala Bagian ini bertanggung jawab langsung kepada Manajer Produksi. Bagian ini juga bertugas mengontrol kualitas produk.
  5. Kepala Bagian Penjualan  
Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.
  6. Kepala Bagian Pengelolaan Dana  
Bagian ini bertugas untuk mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan order-order pembelian. Untuk mempersiapkan pembelian, harus ditetapkan :
    - Barang yang dibeli
    - Jumlah yang dibeli
    - Waktu pembelian
    - Tempat pembelian
    - Syarat penyerahan barang yang akan dibeli
  7. Kepala Bagian Proses  
Kepala Bagian Proses bertugas mengusahakan agar barang-barang produksi dengan teknik yang memudahkan karyawan sehingga diperoleh produk dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.

8. Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan  
Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan tugasnya mengurus penelitian dan pelatihan terhadap karyawan maupun pelajar yang akan melakukan kerja praktek.
9. Kepala Bagian Kepegawaian  
Kepala Bagian kepegawaian bertugas mengurus kesejahteraan karyawan meliputi gaji, tunjangan dan penerimaan pegawai baru.
10. Kepala Bagian Pembukuan  
Kepala Bagian Pembukuan bertanggung jawab dengan segala bentuk pembukuan kegiatan yang telah dilakukan dan merencanakan kegiatan yang akan dilakukan.
11. Kepala Bagian Promosi  
Kepala Bagian Promosi bertanggung jawab atas kesuksesan pemasaran dengan melakukan berbagai promosi ke konsumen.

#### **VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja**

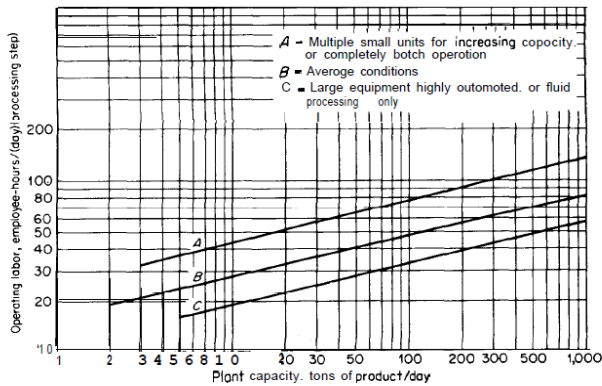
Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi Metanol dari Gas Alam diuraikan sebagai berikut :

Penentuan jumlah karyawan operasi (proses):

Kapasitas produksi = 1060 ton/hari

Berdasarkan *figure 6-8 Peters & Timmerhaus 5<sup>th</sup> Edition*, hal 198 untuk kondisi *fluid processing only* dengan kapasitas pabrik 1060 ton/hari, maka diperoleh jumlah karyawan operasi:

$$M = 58 \text{ orang-jam/(hari). (tahap operasi)}$$



**Gambar VI. 2 Operating Labor Requirements for Chemical Process Industries**

Karena ada 4 tahapan proses (pada proses pemurnian gas alam, preparasi *syn gas*, sintesis metanol, dan pemurnian metanol) maka jumlah karyawan yang diperlukan adalah:

Karyawan = 58 orang-jam/(hari).(tahapan proses) x 4 tahapan proses

$$= 232 \text{ orang-jam/hari}$$

Karyawan operasi dibagi dalam 3 shift kerja (per hari) dengan 1 shift kerja bekerja dalam 8 jam/hari, sehingga jumlah karyawan per shift adalah sebanyak:

$$= 232 \text{ orang/hari} : 8 \text{ jam/hari}$$

$$= 29 \text{ orang}$$

dengan pembagian jadwal *shift* sebagai berikut:

P = Pagi (*Shift* 1) ; Jam Kerja (07.00-15.00 WIB).

S = Sore (*Shift* 2) ; Jam Kerja (15.00-23.00 WIB).

M = Malam (*Shift* 3); Jam Kerja (23.00-07.00 WIB).

Karena terdapat 4 group, maka jumlah karyawan operasi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$= 29 \text{ orang pekerja} \times 4$$

$$= 116 \text{ orang pekerja / shift}$$

**Tabel VI.1 Kebutuhan Karyawan Pabrik Metanol dari Gas Alam**

No.	Jabatan	Pendidikan					Jumlah Karyawan
		SMP	SMA/SMK	D3	S1	S2	
1	Dewan Komisaris					4	4
2	Direktur Utama					1	1
3	Direktur Produksi					1	1
4	Direktur Pemasaran					1	1
5	Direktur Keuangan					1	1
6	Direktur SDM					1	1
7	Sekretaris			2	2		4
8	Kepala Bagian						
	a. Proses				1		1
	b. Quality Control				2		1
	c. Promosi				2		1
	d. Penjualan				1		1
	e. Pembukuan				1		1
	f. Pengelolaan Dana				1		1
	g. Kepegawaian				1		1
	h. Pendidikan dan Latihan				1		1
9	Dokter				2		2
10	Perawat			3			3
11	Karyawan						
	a. Proses			70	50		120
	b. Quality Control		30	10			40
	c. Promosi				7		7
	d. Penjualan				7		7
	e. Pembukuan			1	4		5
	f. Pengelolaan Dana				7		7
	g. Kepegawaian			2	3		5
	h. Pendidikan dan Latihan			5			5
12	Sopir	6					6
13	Karyawan tidak tetap		4				4



### **VI. 1.5 Sistem Jam Kerja**

Pabrik Metanol dari Gas Alam ini direncanakan beroperasi 24 jam kerja per hari untuk 330 hari untuk produksi metanol. Sesuai dengan ketentuan Undang-Undang dari Disnaker, peraturan, dan kebijakan dari perusahaan yang telah disepakati bersama oleh karyawan. Sistem jam kerja karyawan yang berlaku diperusahaan ini, yakni sebagai berikut:

#### **1. Sistem Jam Kerja *non-Shift***

Disebut dengan sistem jam kerja normal. Sistem jam kerja ini diperuntukkan bagi karyawan yang bekerja di bagian kesehatan, pemasaran (*marketing*), Keuangan (*accounting*), personalia, administrasi, dan umum. Selain itu sistem jam kerja ini juga diperuntukkan untuk karyawan yang masih menjalani masa percobaan kerja. Jumlah jam kerja ialah 40 jam tiap minggu, sedangkan selebihnya akan dihitung sebagai jam lembur kerja. Waktu kerjanya adalah dari jam 08.00-16.00 WIB ( $\pm 8$  jam) untuk hari senin s/d jumat, lalu jam 08.00-13.00 WIB ( $\pm 5$  jam) untuk hari sabtu, sedangkan hari minggu ialah hari libur.

#### **2. Sistem Jam Kerja *Shift***

Disebut dengan sistem jam kerja *full*. Sistem jam kerja ini diperuntukkan bagi karyawan yang bekerja di Unit produksi dan teknik, seperti di unit proses (pengolahan), perawatan (*maintenance*), *quality control*, dan bagian keamanan. Sistem kerja ini diperlukan karena kondisi operasional bagian unit proses (produksi) tersebut harus beroperasi secara kontinyu pengawasan secara terus-menerus selama 24 jam. Di Unit produksi dan teknik sendiri memiliki 4 (*group*) *shift* yang masing-masing bergantian setiap dua hari. Tiap kelompok *shift* terdiri dari 57 orang. Setiap *shift* memiliki hak untuk libur 2 hari dalam 8 hari kerja. Pembagian jadwal *shift* kerja yang ada di Unit Produksi dan Teknik:

**Tabel VI. 2 Jadwal *Shift* Operator**

No	Group	Date										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	I	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	
2.	II	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	
3.	III	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	
4.	IV	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	
No	Group	tDate										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1.	I	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	
2.	II	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	
3.	III	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	
4.	IV	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	
No	Group	Date										
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	I	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P
2	II	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L
3	III	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M
4	IV	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S

**Keterangan:**

P = *Pagi (Shift 1)* ; Jam Kerja (07.00-15.00 WIB).

S = *Sore (Shift 2)* ; Jam Kerja (15.00-23.00 WIB).

M = *Malam (Shift 3)* ; Jam Kerja (23.00-07.00 WIB).

L = *Libur* (Hari Libur Kerja).

Setiap karyawan mendapatkan cuti tahunan maksimal 12 hari atau 12 kali cuti setiap tahun. Terdapat juga cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat atau perawatan total berdasarkan surat keterangan dokter, cuti hamil selama tiga bulan bagi tenaga kerja wanita (satu bulan sebelum melahirkan dan dua bulan setelah melahirkan), cuti besar diberikan setiap enam tahun sekali, cuti alasan penting seperti ibadah haji, pernikahan diri sendiri, pernikahan saudara kandung, orang tua atau mertua meninggal dunia, mengkhitankan anak, membaptiskan anak, dan terkena bencana alam. Pengambilan waktu cuti diatur dengan mengajukan permohonan maksimal 1 hari sebelumnya untuk pertimbangan ijinnya.

## **VI.2 Utilitas**

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada pabrik metanol dari gas alam ini meliputi :

1. Air  
Berfungsi sebagai sanitasi, air pendingin, dan air untuk proses.
2. Steam  
Digunakan untuk keperluan proses dan penukar panas.
3. Listrik  
Berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan.
4. Bahan Bakar  
Berfungsi untuk bahan bakar boiler, generator dan furnace.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik diatas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

### **VI.2.1 Unit Pengolahan Air**

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air laut, dimana sebelum digunakan air sungai perlu diolah lebih dulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada Pabrik Metanol dari Gas Alam ini digunakan untuk kepentingan :

1. Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan.  
Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan dilingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi, memasak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut: pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  , bak pengendap, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan dan pompa air untuk sanitasi  
Adapun syarat air sanitasi, meliputi :
  - a) Syarat fisik :

- Suhu di bawah suhu udara
  - Warna jernih
  - Tidak berasa
  - Tidak berbau
  - Kekeruhan SiO<sub>2</sub> tidak lebih dari 1 mg / liter
- b) Syarat kimia :
- pH = 6,5 - 8,5
  - Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO<sub>4</sub>, Hg, Cu dan sebagainya
- c) Syarat bakteriologi :
- Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen
  - Bakteri E. coli kurang dari 1/ 100 ml
2. Air proses, meliputi : air proses, air pendingin dan air umpan boiler
- Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi: pompa air boiler, bak pendingin, kation – anion exchange

### **VI.2.2 Unit Penyediaan Steam**

Steam yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari boiler dan pendingin dari reaktor autothermal. Kebutuhan steam digunakan sebagai pemanas di reboiler dan sebagian besar dipakai untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan *back-up* jika sewaktu-waktu *supply* listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk penukar panas dan untuk keperluan proses. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit steam yaitu boiler.

### **VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik**

Kebutuhan listrik yang diperulakan untuk pabrik metanol dari gas alam ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut:

1. Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN

2. Untuk penerangan pabrik dan kantor

#### **VI.2.4 Unit Pendingin**

Unit penyediaan air bertugas untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi panas. Penggunaan air sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas dikarenakan faktor berikut :

1. Air dapat menyerap jumlah panas yang tinggi per satuan volume
2. Air merupakan materi yang mudah didapat dan relatif murah
3. Tidak mudah mengembang atau menyusut dengan adanya perubahan suhu
4. Mudah dikendalikan dan dikerjakan
5. Tidak mudah terdekomposisi

Syarat air pendingin adalah tidak boleh mengandung :

- a. *Hardness* : yang memberikan efek pada pembentukan kerak
- b. Besi : penyebab korosi
- c. Zat-zat organik : penyebab slime
- d. Silika : penyebab kerak

Pada air pendingin ditambahkan zat kimia yang bersifat menghilangkan dan mencegah kerak, lumut, jamur, zat organik, dan korosi.

#### **VI.3 Analisa Ekonomi**

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Untuk itu pada pra rencana Pabrik Metanol dari Gas Alam ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi. Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah:

1. Laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return, IRR*)
2. Waktu pengembalian modal minimum (*Pay Out Time, POT*)
3. Titik Impas (*Break Event Point, BEP*)

### **VI.3.1 Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return, IRR*)**

Dari hasil perhitungan appendiks D, didapatkan harga IRR ( $i$ ) sebesar 26%. Harga  $i$  yang diperoleh lebih besar dari harga  $I$  untuk bunga pinjaman yaitu 10,25% per tahun. Dengan harga  $i=26\%$  yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman 10,25% per tahun.

### **VI.3.2 Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time, POT*)**

Dari perhitungan yang dilakukan pada appendiks D, didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 4,6 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

### **VI.3.3 Titik Impas (*Break Even Point, BEP*)**

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan biaya variable (VC), biaya semi variable (SVC) dan biaya total tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada appendiks D didapatkan bahwa titik impas (BEP) = 26,81%.

<b>Parameter</b>	<b>Keterangan</b>
<b>Bentuk Perusahaan</b>	<b>Perseroan Terbatas (PT)</b>
<b>Struktur Organisasi</b>	<b>Garis dan <i>Staff</i></b>
<b>Jumlah Tenaga Kerja</b>	<b>232 orang</b>
<b>Perencanaan Operasi</b>	<b>Kontinyu, 24 jam/hari, 330 hari/tahun</b>
<b>Kapasitas Produksi</b>	<b>350.000 ton/tahun</b>
<b>Kebutuhan Bahan Baku Gas Alam</b>	<b>305.594 ton/tahun</b>
<b>Tahun Operasi</b>	<b>2022</b>
<b>Umur Pabrik</b>	<b>10 tahun</b>
<b>Masa Konstruksi</b>	<b>2 tahun</b>
<b>Bunga Bank</b>	<b>10,25%</b>
<b>Laju Inflasi</b>	<b>3,6%</b>
<b>Masa Pengembalian Modal</b>	<b>4,6 Tahun</b>

<b>Pembiayaan</b>	<b>Nilai (Rp)</b>
<b>Total Harga Peralatan</b>	<b>389,632,899,485</b>
<b>Gaji Karyawan</b>	<b>35.028.000.000</b>
<i>Direct Cost</i>	<b>818,229,088,919</b>
<i>Indirect Cost</i>	<b>49,873,011,134</b>
<i>Fixed Capital Investment</i>	<b>868,102,100,053</b>
<i>Working Capital Investment</i>	<b>153,194,488,245</b>
<i>Total Capital Investment</i>	<b>1,021,296,588,298</b>
<b>Komposisi Modal</b>	
<b>Modal Sendiri (40%)</b>	<b>408,518,635,319</b>
<b>Modal Pinjaman (60%)</b>	<b>612,777,952,979</b>
<b>Pembiayaan</b>	<b>Nilai (Rp)</b>
<i>Direct Production Cost</i>	<b>636,903,650,718</b>
<i>Fixed Charge</i>	<b>202,780,546,208</b>
<i>Plant Overhead Cost</i>	<b>134,996,892,006</b>



<b><i>Manufacturing Cost</i></b>	<b>974,681,088,933</b>
<b><i>General Expenses</i></b>	<b>25,818,155,596</b>

<b>Parameter</b>	<b>Keterangan</b>
<b><i>Internal Rate of Return</i></b>	<b>26 %</b>
<b><i>Pay Out Time</i></b>	<b>4,6 tahun</b>
<b><i>Break Even Point</i></b>	<b>26,81 %</b>

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

Dari hasil-hasil yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perencanaan Operasi : kontinyu, 24 jam/hari,  
selama 330 hari
2. Kapasitas Produksi : 350.000 ton/tahun
3. Kebutuhan Bahan Baku : 306.594 ton/tahun
4. Umur Pabrik : 10 tahun
5. Masa konstruksi : 2 tahun
6. Analisa Ekonomi
  - *Internal Rate of Return* : 26 %
  - *Pay Out Time* : 4,6 tahun
  - *Break Even Point* : 26,81 %

Dari uraian diatas, dari segi teknis dan ekonomis, pabrik ini layak untuk didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brownell, L.e. & Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Chen, L., Jiang, Q., Song, Z., & Posarac, D. (2010). Optimization of Methanol Yield from a. *Chemical Engineering Technology*.
- Christie, J. Geankoplis, 2003. *Transport Process and Unit Operations Fourth Edition*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Coulson & Richardson's. 1993. *Chemical Engineering Design Volume 6 Second Edition*. Pergamon: Press
- Himmelblau, D. M. 1989. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Singapura: Prentice-Hall International, Inc.
- Kern, D.Q., 1965. *Process Heat Transfer*. International Student Edition. Tokyo: Mc Graw Hill Book Co.s.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Alat Pemindah Panas*. Surabaya: ITS Press.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Bejana Bertekanan*. Surabaya: ITS Press.
- Ludwig, Ernest E. 1999. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Houston Texas: Golf Publishing Company
- Matches*. <http://www.matche.com/products/default.html> (diakses pada tanggal 30 Desember 2018)
- McCabe, Warren L. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering 5<sup>th</sup> edition*. Singapore: McGraw-Hill Book co.
- Perry, R. & Chilton, C. H. 1997. *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*. 7<sup>th</sup> edition. New York: McGraw-Hill International Book.

- Silla, Harry. 2003. *Chemical Process Engineering Design and Economics*. New Jersey: Marcell Dekker, Inc corp.
- Srivastava, R. K., & Jozewicz, W. (2011). Flue Gas Desulfurization : The State of the Art. *Journal of the Air & Waste Management Association*.
- tang, H.-Y., & Paul Erickson, H. (2009). Comparison of steam and autothermal reforming of methanol using packed-bed low-cost copper catalyst. *International journal of hydrogen energy*, 7656-7665.
- Timmerhaus, Klaus D, dkk. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (4th Edition). Singapore ; McGraw-Hill Book Company, Inc
- Ulrich, Gael D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York ; John Wiley and Son, Inc
- <https://www.merdeka.com/uang/menperin-kebutuhan-methanol-besar-tapi-ri-cuma-punya-satu-pabrik.html> (diakses pada 11 November 2018)