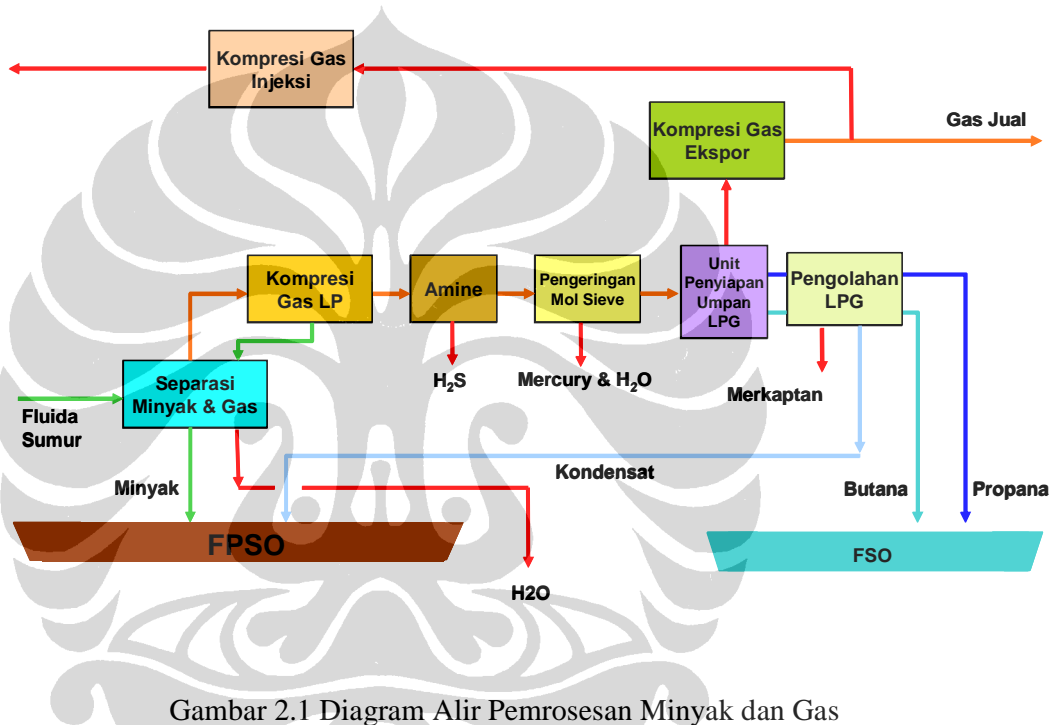


## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 DESKRIPSI FASILITAS PEMROSESAN GAS [1]

Fasilitas produksi migas yang digunakan pada studi kasus ini menghasilkan produk berupa minyak mentah, gas alam yang dialirkan melalui pipa bawah laut, LPG (propana dan butana) serta kondensat. Secara umum gambar aliran pemrosesan minyak dan gas dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1 .



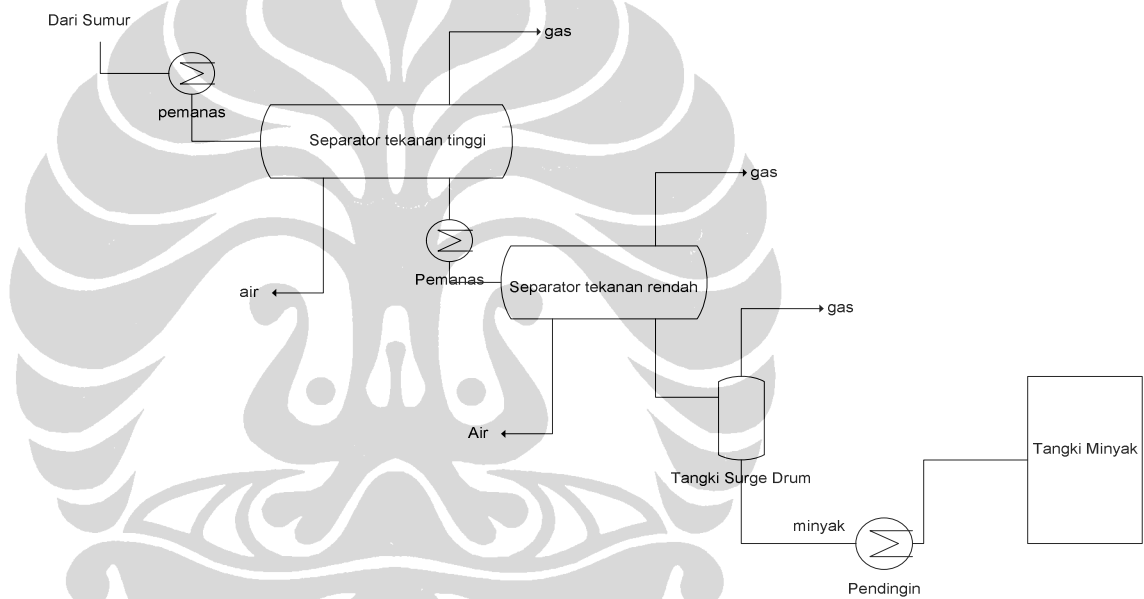
Gambar 2.1 Diagram Alir Pemrosesan Minyak dan Gas

Produk berawal dari sumur migas di kepala sumur ( well head platform) dialirkan menuju FPSO (Floating Production Storage & Offloading) melalui beberapa tahapan pemrosesan diantaranya

- Pemisahan / Separasi minyak,air dan gas
- Penekanan gas tekanan rendah
- Pengolahan gas sweetening untuk menghilangkan Karbondioksida dan Hidrogen Sulfida menggunakan sistem Amine
- Penghilangan Mercury menggunakan Katalis

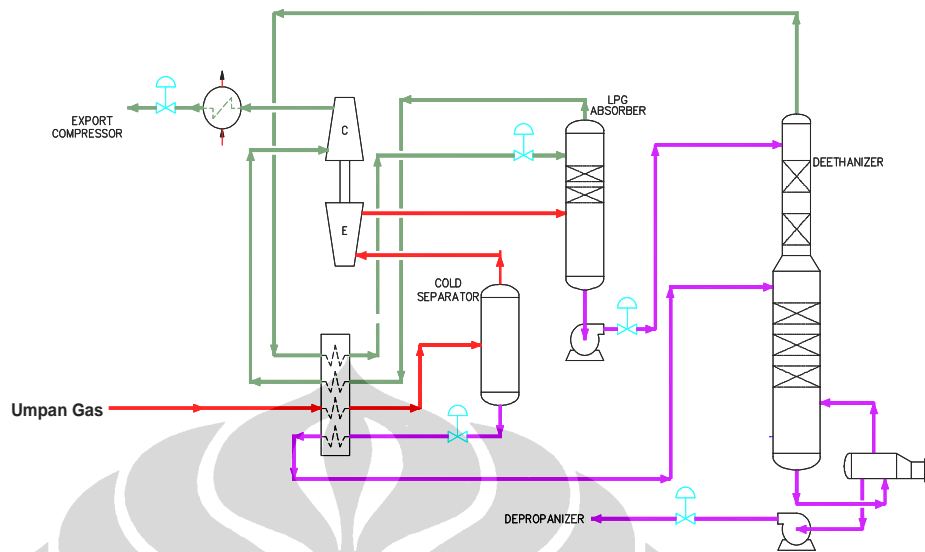
- Penghilangan Air menggunakan sistem Molsieve
- Gas plant untuk pendinginan sebagai penyiapan umpan gas menuju fraksinasi LPG
- Fraksinasi LPG untuk menghasilkan Propana dan Butana
- Penekanan gas Methana dan Ethana tekanan tinggi untuk dialirkan melalui pipa gas bawah laut menuju pembeli

Skema peralatan separasi Separasi untuk memisahkan minyak, air dan gas dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini :



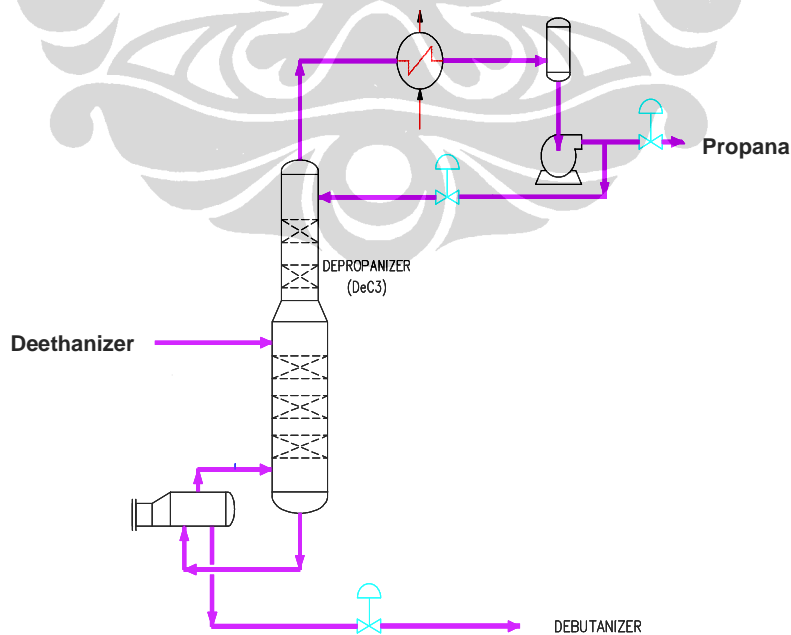
Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Separasi

Gas yang mengalir dari unit separasi kemudian memasuki unit penekanan dan gas treatment baru kemudian memasuki unit Deethanizer yang diagram alirnya dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini :



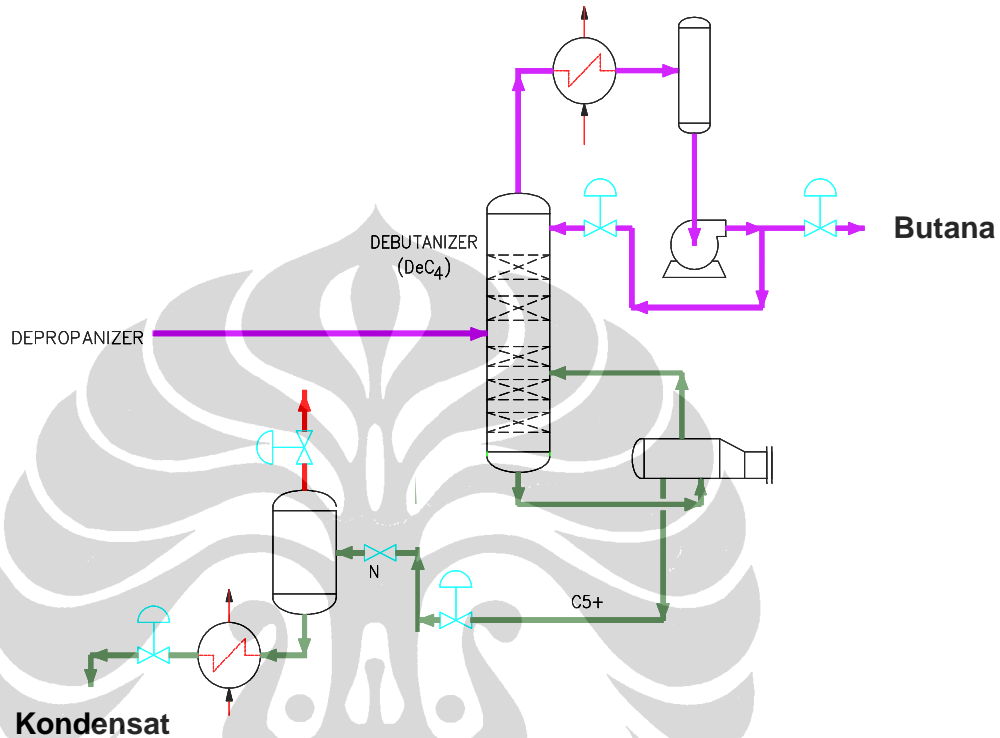
Gambar 2.3 Diagram Alir Unit Deethanizer

Unit Deethanizer ini berfungsi mengambil komponen C3+ dan memisahkan komponen Ethana (C2) dari gas umpan. Fraksinasi LPG terjadi secara bertingkat berawal dari Deethanizer (De-C2), kemudian menuju Depropanizer (De-C3). Diagram alir unit Depropanizer seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut ini



Gambar 2.4 Diagram Alir Unit Depropanizer

Depropanizer berfungsi memisahkan C3 dari umpan gas, produk atas kolom berupa C3 menuju tangki penyimpanan propana sedangkan produk bawah kolom berupa C4+ menuju unit Debutanizer. Diagram alir unit Debutanizer seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram Alir Unit Debutanizer

Unit Debutanizer menghasilkan Butana pada bagian atas kolom sedangkan pada bagian bawah dihasilkan Kondensat. Kondensat yg dihasilkan di kolom debutanizer bagian bawah distabilkan terlebih dahulu melalui tangki Kondensat Flash Tank dan sistem pendingin agar memenuhi spesifikasi produk sebelum dimasukan di tangki penyimpanan kondensat, sedangkan produk bagian atas kolom debutanizer menuju tangki penyimpanan butana.

## 2.2 DESKRIPSI SUMUR MIGAS [2]

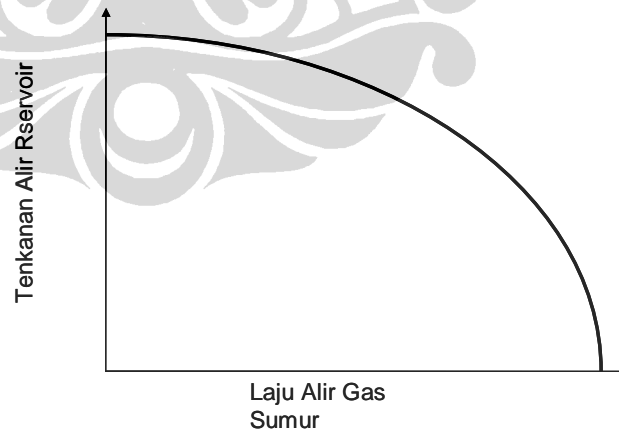
Sumur gas yang berada di kepala sumur berjumlah kurang lebih 30 sumur. Dari masing-masing sumur terdapat produk air, minyak dan gas. Masing-masing sumur mempunyai kapasitas isi produksi maksimal (MWD: Maximum Well Deliverability) dan kalau dijumlahkan lebih tinggi dari kapasitas fasilitas

pemrosesan di permukaan ataupun lebih tinggi dari volume gas yang diminta pembeli sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.6 berikut ini



Gambar 2.6 Perbandingan Kapasitas Sumur, Kapasitas Pemrosesan dan Permintaan Pembeli.

Untuk mengetahui kapasitas dari masing-masing sumur harus dilakukan pengetesan sumur, yang mana satu persatu sumur dialirkan menuju tangki separator tes. Pengetesan sumur dilakukan tanpa mengganggu produksi. Sumur-sumur lain yang memproduksi dialirkan menuju separator produksi. Untuk mengetahui komposisi dari gas masing-masing sumur dapat menggunakan pengambilan contoh atau sampel kemudian di bawa ke laboratorium pengetesan ataupun menggunakan alat ukur gas Chromatograph jika tersedia. Dari pengetesan sumur didapatkan kurva IPR (Initial Production Rate) yang menunjukkan hubungan antara tekanan reservoir dengan laju alir gas masing-masing sumur, sebagaimana Gambar 2.7 berikut ini



Gambar 2.7 Kurva IPR Sumur

Pengontrolan laju alir sumur gas dilakukan dengan cara mengontrol tekanan reservoir yang mengalir. Tekanan ini diatur oleh bukaan choke valve dari

masing-masing sumur sehingga didapatkan laju alir gas yang diinginkan. Selain data kurva IPR maupun komposisi gas yang didapatkan pada saat pengetesan sumur, juga didapatkan data lainya yaitu perbandingan kandungan gas terhadap minyak ( GOR : Gas to Oil Ratio) dan perbandingan jumlah air terhadap total cairan atau Wc (water cut). Data-data tersebut dapat digunakan untuk menentukan laju alir cairan ( minyak dan air) dari masing-masing sumur menggunakan data laju alir gas.

### 2.3 PROGRAM LINIER [3]

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa setiap sumur tidak dapat dibuka semua pada kapasitas maksimumnya, maka diperlukan pemilihan atau optimasi laju alir dari masing-masing sumur yang dapat memberikan keuntungan yang maksimum pada batasan fasilitas pemrosesan yang masih memungkinkan. Pada penelitian ini akan digunakan program linier untuk melakukan optimasi. Program Linier merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan. Bentuk umum pemrograman linier adalah sebagai berikut :

Fungsi tujuan :

$$\text{Maksimumkan atau minimumkan } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \dots \dots \dots (2.1)$$

Sumber daya yang membatasi :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = / \leq / \geq b_1 \dots \dots \dots (2.2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = / \leq / \geq b_2 \dots \dots \dots (2.3)$$

...

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = / \leq / \geq b_m \dots \dots \dots (2.4)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \dots \dots \dots (2.5)$$

Simbol  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ( $x_i$ ) menunjukkan variabel keputusan. Jumlah variabel keputusan ( $x_i$ ) oleh karenanya tergantung dari jumlah kegiatan atau aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan. Simbol  $c_1, c_2, \dots, c_n$  merupakan kontribusi masing-masing variabel keputusan terhadap tujuan, disebut juga koefisien fungsi tujuan pada model matematiknya. Simbol  $a_{11}, \dots, a_{1n}, \dots, a_{mn}$  merupakan penggunaan per unit variabel keputusan akan sumber daya yang membatasi, atau disebut juga sebagai koefisien fungsi kendala pada model

matematikanya. Simbol  $b_1, b_2, \dots, b_m$  menunjukkan jumlah masing-masing sumber daya yang ada. Jumlah fungsi kendala akan tergantung dari banyaknya sumber daya yang terbatas. Pertidaksamaan terakhir ( $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$ ) menunjukkan batasan non negatif.

## 2.4 DESKRIPSI PROGRAM KOMPUTER

### 2.4.1 Solver [4]

Solver merupakan salah satu fasilitas tambahan yang disediakan oleh Microsoft Excel yang berfungsi untuk mencari nilai optimal suatu formula pada satu sel saja (yang biasa disebut sebagai sel target) pada worksheet/lembar kerja.

Solver merupakan bagian dari serangkaian perintah/command yang seringkali disebut what-if analysis tool. Fasilitas ini bekerja dengan sel-sel suatu grup yang saling terhubung, baik secara langsung ataupun tidak langsung (directly-indirectly), untuk formula pada sel target. Solver terdiri dari tiga bagian :

1. Adjustable cells/sel pengatur

Solver mengatur perubahan nilai pada sel yang spesifik, untuk memproduksi hasil perlu spesifikasi dari formula pada sel target.

2. Constrained cells/sel pembatas

Constraint digunakan untuk membatasi nilai solver yang dapat digunakan pada suatu model tertentu dan constraint mengacu pada sel lain yang mempengaruhi formula pada sel target.

3. Target cells/sel target

Merupakan bagian solver sebagai tempat dimana hasil akhir pemrosesan/eksekusi suatu formula ditempatkan.

Solver digunakan untuk menentukan nilai maksimum dan minimum pada suatu sel dengan mengubah sel yang lain. Algoritma yang digunakan yaitu metode simplex.

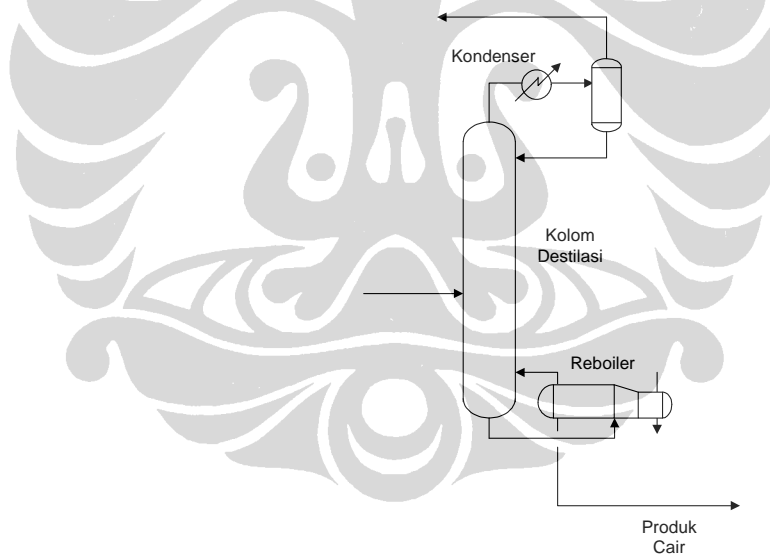
## 2.4.2 Hysys [5]

HYSYS adalah simulasi proses desain yang dikembangkan oleh AspenTech untuk melayani beberapa industri proses, terutama industri minyak dan gas. Dengan HYSYS dapat membuat model steady state dan dinamis untuk perancangan pabrik, monitoring kinerja, troubleshooting, improvisasi operasi, perencanaan bisnis dan manajemen asset

## 2.5 TEORI PEMISAHAN LPG DAN KONDENSAT DARI GAS [6]

### 2.5.1 Kolom Destilasi

Kolom destilasi berfungsi untuk memisahkan komponen hidrokarbon dengan memanfaatkan perbedaan titik uap dari masing-masing komponen, terdiri dari kolom destilasi, pemanas dan pendingin sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.8 berikut ini



Gambar 2.8 Kolom Destilasi

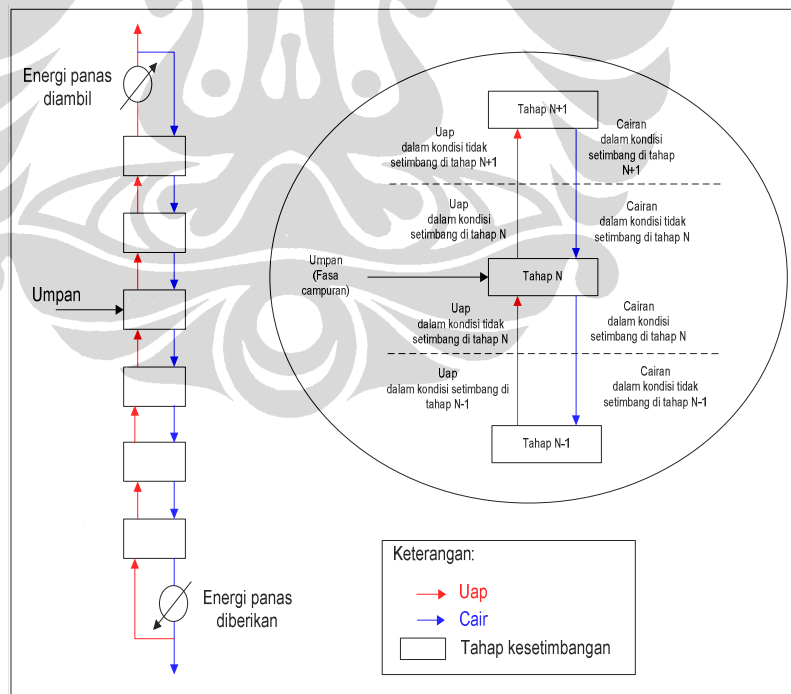
Pada Saat beroperasi kolom destilasi melakukan pemisahan suatu komponen tertentu yang mana komponen tersebut terdistribusi pada masing-masing fasa (uap dan cair) dengan cara mempertemukan fasa uap dan fasa cair sehingga terjadi perpindahan massa antar komponen sampai mencapai pada kondisi kesetimbangannya.



Di dalam aplikasi industri minyak dan gas, umumnya kondisi kesetimbangan uap-cair ini dibutuhkan lebih dari satu tahap kesetimbangan sehingga proses destilasi memerlukan lebih dari satu tahap untuk melakukan pemisahan komponen tertentu.

Secara ideal, fasa dari umpan selalu diinginkan dalam keadaan jenuh (uap atau cair) atau dalam keadaan campuran uap-cair. Uap yang terbentuk dari fasa umpan diharapkan dapat dipertemukan dengan cairan yang dihasilkan oleh kolom destilasi melalui kondenser. Cairan yang terbentuk dari fasa umpan diharapkan dapat dipertemukan dengan uap yang dihasilkan oleh kolom destilasi melalui reboiler.

Uap yang sudah dalam keadaan setimbang dipertemukan dengan cairan dari tingkat di atasnya sehingga akan mencapai kesetimbangan baru. Cairan yang sudah dalam keadaan setimbang dipertemukan dengan uap dari tingkat di bawahnya sehingga akan mencapai kesetimbangan baru. Proses ini diulang terus menerus sampai pada tahap dimana kemurnian dari suatu komponen yang diinginkan tercapai. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Diagram Pemisahan Bertingkat

### 2.5.2 Kestimbangan Uap-Cair

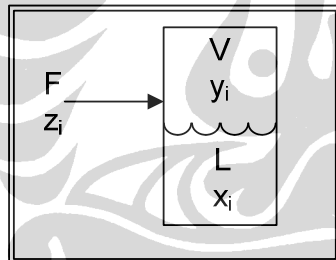
Secara definisi, suatu cairan jenuh adalah cairan yang persis terdapat pada titik gelembungnya (kenaikan temperatur akan membentuk gelembung uap) sedangkan uap jenuh adalah cairan yang persis terdapat pada titik embunnya (penurunan temperatur akan membentuk tetesan cairan).

Titik embun dan titik gelembung dapat dihitung dengan kesetimbangan uap cair dari sistem. Dengan menggunakan konstanta kesetimbangan, titik gelembung dan titik embun dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$\text{Titik uap/gelembung} \quad \sum y_i = \sum K_i x_i = 1.0 \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{Titik Embun} \quad \sum x_i = \sum \frac{y_i}{K_i} = 1.0 \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

Penentuan perbandingan fraksi uap dan cairan dapat dicari dengan menggunakan flash calculation yang mana harga fraksi uap (V/F) bisa didapatkan dengan cara uji coba nilai fraksi uap dari persamaan (2.10) dari 0 ke 1.00 sehingga diperoleh harga V/F yang konvergen..



$$F = V + L \quad (2.7)$$

$$z_i \cdot F = y_i \cdot V + x_i \cdot L \quad (2.8)$$

$$K_i = y_i / x_i \quad (2.9)$$

$$y_i = \frac{z_i \cdot K_i}{\frac{V}{F} (K_i - 1) + 1} \quad (2.10)$$

$$x_i = y_i / K_i \quad (2.11)$$

F = laju alir molar umpan dalam fasa campuran

z<sub>i</sub> = fraksi komponen umpan

V = laju alir molar dalam fasa uap

y<sub>i</sub> = fraksi komponen dalam fasa uap

L = laju alir molar dalam fasa cair  
 xi = fraksi komponen dalam fasa cair

### 2.5.3 Penentuan Jumlah Tahap Minimum [7]

Metode Fenske dapat digunakan untuk menentukan jumlah tahap destilasi minimum. Berikut ini adalah rumus menentukan jumlah tahap destilasi minimum

$$N_m = \frac{\log \left\{ \frac{d_{LK} b_{HK}}{d_{HK} b_{LK}} \right\}}{\log \alpha_{LK,ave}} \quad (2.12)$$

Nm = jumlah tahap minimum

dLK = laju alir molar dari komponen kunci ringan di produk atas (distilat)

dHK = laju alir molar dari komponen kunci berat di produk atas (distilat)

bLK = laju alir molar dari komponen kunci ringan di produk bawah

bHK = laju alir molar dari komponen kunci berat di produk bawah

dengan :

$$\alpha_{LK,ave} = \sqrt{\alpha_{LK,distilat} \times \alpha_{LK,produk\ bawah}} \quad (2.12)$$

$$\alpha_{LK,distilat} = \left[ \frac{K_{LK}}{K_{HK}} \right]_{distilat} \quad (2.13)$$

$$\alpha_{LK,produk\ bawah} = \left[ \frac{K_{LK}}{K_{HK}} \right]_{produk\ bawah} \quad (2.14)$$

$$\alpha_i = \frac{K_i}{K_{HK}} \quad (2.15)$$

$\alpha$  = volatilitas relative

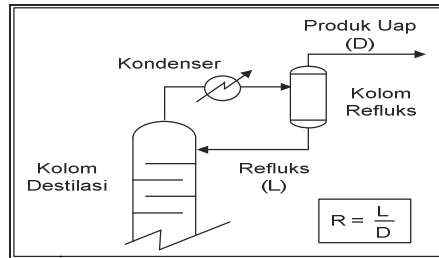
Ki = nilai K dari komponen i

KHK = nilai K dari komponen kunci berat

### 2.5.4 Penentuan Rasio Refluks [7]

Rasio refluks adalah rasio antara jumlah laju molar yang dikembalikan ke kolom destilasi - disimbolkan L - dan jumlah laju molar yang dihasilkan sebagai

produk atas - disimbolkan sebagai D yang biasanya diformulasikan sebagai  $R = L / D$ . Gambar 2.10 berikut adalah deskripsi skematik mengenai rasio refluks.



Gambar 2.10 Diagram Rasio Refluks

Rasio refluks minimum adalah rasio refluks dimana jumlah tahap dalam kolom destilasi mencapai tak hingga. Dengan mengetahui rasio refluks minimum, maka bisa diketahui besarnya rasio refluks yang paling ekonomis dimana rasio refluks yang akan dipakai adalah 1.25 kali dari rasio refluks minimum.

Persamaan Underwood dapat digunakan untuk menentukan rasio refluks minimum yang mana persamaan Underwood ini terdiri dari dua bagian, yaitu persamaan Underwood I dan Underwood II. Persamaan Underwood I menggunakan data proses fluida umpan (laju alir molar dan volatilitas relatif) dan menghitung konstanta Underwood ( $\Phi$ ) seperti yang dijabarkan pada persamaan Underwood I sebagaimana berikut ini

$$V_F = \sum_{i=1}^c \left[ \frac{\alpha_i \cdot f_i}{\alpha_i - \phi} \right] \dots \dots \dots (2.16)$$

$V_F$  = laju molar umpan yang ada dalam fasa uap.

$V_F=0$  jika umpan berupa cair jenuh.

$\alpha_i$  = volatilitas relatif dari komponen i

$f_i$  = laju alir molar dari komponen

$\Phi$  = konstanta Underwood i

Penyelesaian persamaan Underwood I ini dilakukan secara iteratif (trial-and-error). Dari persamaan di atas, ada sebanyak c untuk harga  $\Phi$  yang sesuai namun hanya satu harga  $\Phi$  yang berlaku yaitu  $1 < \Phi < \alpha_{LK}$ .

Persamaan Underwood II adalah suatu persamaan yang sifat pemecahannya langsung dan dapat dijabarkan dalam dua persamaan berikut.

$$V_{\infty} = \sum_{i=1}^c \left[ \frac{\alpha_i \cdot d_i}{\alpha_i - \phi} \right] \dots\dots\dots(2.17)$$

$$R_m = \frac{V_{\infty}}{D} - 1 \dots\dots\dots(2.18)$$

$V_{\infty}$  = laju alir uap dalam kondisi jumlah tahap tak berhingga

$\alpha_i$  = volatilitas relatif dari komponen i

$d_i$  = laju alir molar produk atas (distilat) dari komponen i

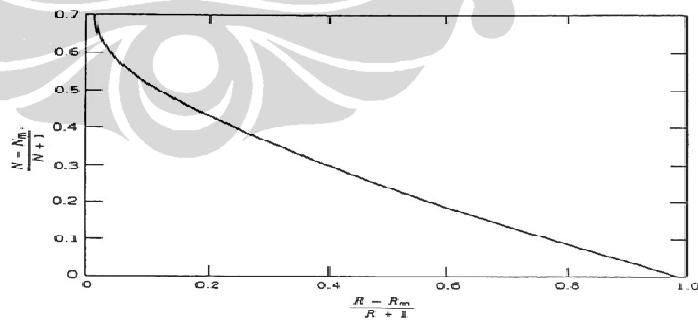
$\Phi$  = konstanta Underwood

$R_m$  = rasio refluks minimum

$D$  = laju alir molar produk atas (distilat)

### 2.5.5 Penentuan Jumlah Tahap dan Lokasi Umpan [7]

Metode Gilliland dapat digunakan untuk menentukan jumlah tahap teoritis (N) berdasarkan harga jumlah tahap minimum (Nm) dari persamaan Fenske dan harga rasio refluks minimum (Rm) dari persamaan Underwood. Penentuan jumlah tahap teoritis ini menggunakan korelasi dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.11 dibawah ini



Gambar 2.11 Grafik Metode Gilliland

Untuk penentuan tahap bagian atas dan tahap bagian bawah umpan dapat diperkirakan secara cepat jumlah tahapan di atas dan di bawah umpan dengan persamaan Kirkbride. Persamaan ini menghitung tahap bagian atas (Na) dan tahap

bagian bawah ( $N_b$ ). Hal ini juga menjadikan lokasi tahap pengumpanan dapat diketahui.

Berikut adalah persamaan Kirkbride dalam penentuan tahap bagian atas dan tahap bagian bawah umpan

$$\log \frac{N_A}{N_B} = 0,206 \log \left[ \frac{D}{B} \frac{f_{HK}}{f_{LK}} \left( \frac{b_{LK}}{d_{HK}} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (2.19)$$

Yang dapat dimanipulasi secara matematis sebagai berikut.

$$\frac{N_A}{N_B} = \left[ \frac{D}{B} \frac{f_{HK}}{f_{LK}} \left( \frac{b_{LK}}{d_{HK}} \right)^2 \right]^{0,206} \dots\dots\dots (2.20)$$

$N_A$  = jumlah tahap bagian atas umpan

$N_B$  = jumlah tahap bagian bawah umpan

$D$  = laju alir molar produk atas (distilat)

$B$  = laju alir molar produk bawah

$f_{HK}$  = laju alir molar komponen kunci berat dari umpan

$f_{LK}$  = laju alir molar komponen kunci ringan dari umpan

$b_{LK}$  = laju alir molar komponen kunci ringan pada produk bawah

$d_{HK}$  = laju alir molar komponen kunci berat pada produk atas (distilat)

### 2.5.6 Operasi Kolom Destilasi [8]

Dalam Operasi Kolom Destilasi, Tabel 2.1 di bawah ini mengilustrasikan sifat fisik dari komponen hidrokarbon. Semakin jauh perbedaan tekanan uap dan titik embun dari dua komponen hidrokarbon yang berbeda semakin mudah mereka dipisahkan, sebaliknya semakin dekat lebih sulit untuk dipisahkan.

Tabel 2.1 Tekanan Uap dan Titik Embun Hidrokarbon

<b>Komponen Hidrokarbon</b>	<b>Tekanan Uap @ 100 F</b>	<b>Titik Embun @ 14.696 psia</b>
C1 Methana	5000 psia	-258.72 F
C2 Ethana	800 psia	-127.46 F
C3 Propane	188 psia	-43.73 F
IC4 Iso-Butana	72.5 psia	10.78 F
NC4 N-Butana	51.7 psia	31.08 F
IC5 Iso-Pentane	20.45 psia	82.09 F
NC5 N-Pentane	15.5 psia	96.89 F

Beberapa hal yang paling berpengaruh pada pengoperasian kolom destilasi yaitu :

1. Tekanan
2. Temperatur
3. Jumlah Tray
4. Komposisi gas umpan
5. Rasio Refluks

Efek dari Tekanan

Kebanyakan kolom di set pada tekanan tertentu dan tidak diatur secara regular. Jika terjadi perubahan tekanan, misalkan jika tekanan naik , dibutuhkan panas yang lebih pada reboiler di bawah kolom. Naiknya tekanan akan menaikkan titik didih sehingga tentunya temperaturnya pun dibutuhkan lebih tinggi untuk laju alir yang sama, sebaliknya jika tekanan berkurang, temperatur yang dibutuhkan juga berkurang.

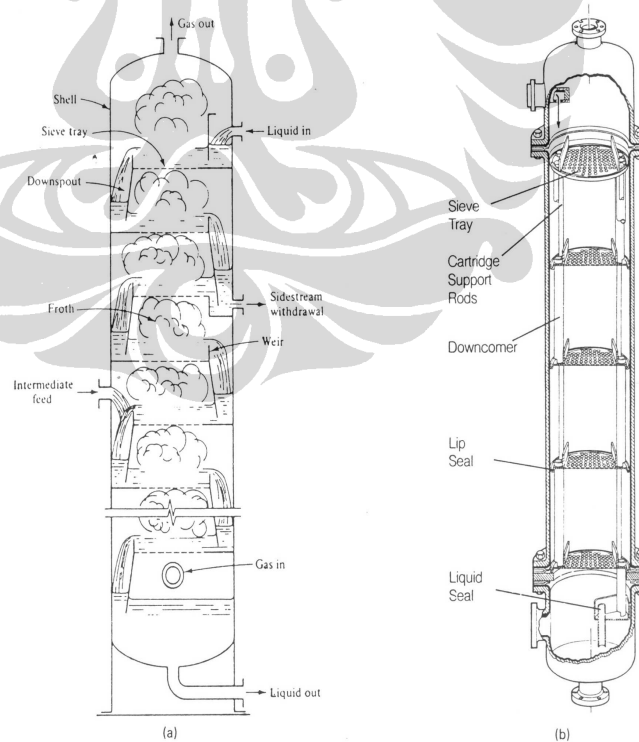
Efek dari Temperatur

Pengontrolan spesifikasi produk yang diinginkan utamanya terletak pada penentuan temperatur reboiler di bagian bawah kolom. Temperatur harus di set secara tepat sehingga diperoleh produk yang diinginkan. Pada kolom Deethanizer

maka temperatur reboiler harus di set pada suatu angka sehingga C1 dan C2 naik ke atas kolom Deethanizer dan C3,C4,C5+ jatuh ke bagian bawah kolom. Pada kolom Depropanizer , temperatur reboiler harus di set pada suatu angka sehingga C3 naik ke atas kolom Depropanizer dan C4,C5+ jatuh ke bagian bawah kolom. Demikian juga pada kolom Debutanizer maka temperatur reboiler juga harus di set pada suatu angka sehingga C4 naik ke atas kolom Debutanizer dan C5+ jatuh ke bagian bawah kolom.

#### Efek dari Jumlah Tray

Pada setiap tray terjadi perhitungan Flash ( Flash calculation). Semakin banyak jumlah tray terjadi perhitungan flash yang semakin bertingkat-tingkat. Semakin tinggi kemurnian produk yang diinginkan maka dibutuhkan jumlah tray yang lebih tinggi. Namun semakin tinggi tray dibutuhkan kalor baik di reboiler maupun di kondenser yang lebih besar dan mengakibatkan tidak efisien. Jumlah Tray yang efisien jika di setiap tray terjadi kondisi flash yang efisien. Ilustrasi bagian dalam kolom dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut ini



Gambar 2.12 Komponen bagian dalam Kolom Destilasi



### Efek dari Refluks

Refluks sangat penting dalam pemisahan fraksinasi karena semakin besar refluks semakin tinggi kemurnian produk, namun harus dilakukan dengan hati-hati karena kolom dapat menjadi tidak efisien jika terlalu banyak, dikarenakan perbedaan tekanan di kolom akan semakin besar. Refluks yang terlalu banyak membuat kolom menjadi tidak efisien karena perbedaan tekanan kolom akan semakin besar yang akan mengakibatkan penambahan panas yang banyak pada reboilernya. Rasio refluks adalah laju alir molar dari refluks dibandingkan dengan kuantitas produk yang dikeluarkan dari bagian atas kolom. Rasio refluks mengindikasikan banyaknya produk yang dibalikkan kembali di atas kolom.

Operasi Kolom Destilasi Deethanizer, Depropanizer dan Debutanizer [9]

### Operasi Kolom Deethanizer

Langkah pertama dalam fraksinasi adalah memisahkan C1,C2 dari C1,C2,C3,C4,C5+. Karena C3 memiliki nilai keekonomian lebih tinggi maka diharapkan sedikit Propana yang keluar di atas kolom. Jika C3 yang keluar di atas kolom melebihi spesifikasi, ada beberapa hal yang harus dilakukan :

- Dengan memonitor komposisi C2 di bawah kolom, dapat digunakan untuk mengontrol temperatur kolom Deethanizer. Jika melebihi spesifikasi maka perlu menaikkan temperatur Deethanizer bagian bawah. Ini akan lebih memflash C2 dan mengirimkannya ke atas kolom Deethanizer.
- Jika komposisi propane di atas kolom Deethanizer melebihi spesifikasi dan komposisi ethana yang keluar dari bawah kolom Deethanizer di bawah spesifikasi maka perlu menurunkan temperatur kolom Deethanizer .
- Jika propane di dalam ethana di atas kolom di atas spesifikasi dan komponen ethana yang keluar dari bawah kolom Deethanizer sesuai spesifikasi atau lebih maka perlu menaikkan laju alir refluks Deethanizer untuk mengurangi propane di atas kolom Deethanizer supaya jatuh ke bawah kolom. Bagaimanapun ketika menaikkan laju alir refluks dari kolom fraksinasi, dibutuhkan kenaikan panas di reboiler yang akan menurunkan efisiensi kolom karena tambahan energi panas pada

pemanasan reboiler. Refluks sangat penting dalam pemisahan fraksinasi, semakin besar refluks semakin tinggi kemurnian produk. Tetapi refluks yang tinggi membuat kolom menjadi tidak efisien karena perbedaan tekanan kolom akan semakin besar mengakibatkan penambahan panas yang banyak pada reboilernya. Semakin tinggi temperatur reboiler ataupun perbedaan tekanan baki kolom dapat mengindikasikan terlalu banyak mereflukskan produk. Indikator tambahan lain adalah temperatur kolom bagian atas menjadi lebih dingin dari sebelumnya. Indikator ini menunjukkan laju alir refluks harus dikurangi. Operasi Deethanizer yang telah dijelaskan di atas dapat ditabulasikan sesuai dengan tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Operasi Deethanizer

Kondisi di atas Kolom Deethanizer	Kondisi di bawah Kolom Deethanizer	Perubahan set kondisi proses
C3 Normal	C2 tinggi	Temperatur Reboiler dinaikkan
C3 Tinggi	C2 rendah	Temperatur Reboiler dikurangi
C3 Tinggi	C2 Normal C3 Normal	Refluks dinaikkan sedikit
Temp rendah		Refluks dikurangi
Temp tinggi		Refluks dinaikkan

#### Operasi Kolom Depropanizer

Langkah selanjutnya adalah memisahkan C3 dari C3,C4,C5+. Karena C4+ memiliki nilai keekonomian lebih tinggi maka diharapkan sedikit Butana yang keluar di atas kolom. Jika C4 yang keluar di atas kolom melebihi spesifikasi, ada beberapa hal yang harus dilakukan :

- Dengan memonitor komposisi C3 di bawah kolom dapat digunakan untuk mengontrol temperatur Depropanizer. Jika melebihi spesifikasi

maka perlu menaikkan temperatur Depropanizer bagian bawah. Ini akan lebih memflash C3 dan mengirimkannya ke atas kolom Depropanizer.

- Jika komposisi butana di atas kolom Depropanizer melebihi spesifikasi dan komposisi propana yang keluar dari bawah kolom Depropanizer di bawah spesifikasi maka perlu menurunkan temperatur kolom Depropanizer .
- Jika butana di dalam propana di atas kolom di atas spesifikasi dan komponen propana yang keluar dari bawah kolom Depropanizer sesuai spesifikasi atau lebih maka perlu menaikkan laju alir refluks Depropanizer untuk mengurangi butana di atas kolom Depropanizer supaya jatuh ke bawah kolom. Bagimanapun ketika menaikkan laju alir refluks dari kolom fraksinasi dibutuhkan kenaikan panas di reboiler bawah kolom yang akan menurunkan efisiensi kolom karena tambahan energi panas pada pemanasan reboiler. Refluks sangat penting dalam pemisahan fraksinasi, semakin besar refluks semakin tinggi kemurnian produk. Tetapi refluks yang tinggi membuat kolom menjadi tidak efisien karena perbedaan tekanan kolom akan semakin besar mengakibatkan penambahan panas yang banyak pada reboilernya. Semakin tingginya temperatur reboiler ataupun perbedaan tekanan baki kolom dapat mengindikasikan terlalu banyak mereflukskan produk. Indikator tambahan lain adalah temperatur kolom bagian atas menjadi lebih dingin dari sebelumnya. Indikator ini menunjukkan laju alir refluks harus dikurangi. Operasi Depropanizer yang telah dijelaskan di atas dapat ditabulasikan sesuai dengan tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 Operasi Depropanizer

Kondisi di atas Kolom Depropanizer	Kondisi di bawah Kolom Depropanizer	Perubahan set kondisi proses
C4 Normal	C3 tinggi	Temperatur Reboiler dinaikkan
C4 Tinggi	C3 rendah	Temperatur Reboiler dikurangi

Kondisi di atas Kolom Depropanizer	Kondisi di bawah Kolom Depropanizer	Perubahan set kondisi proses
C4 Tinggi	C3 Normal C4 Normal	Refluks dinaikkan Sedikit
Temp rendah		Refluks dikurangi
Temp tinggi		Refluks dinaikkan

#### Operasi Kolom Debutanizer

Langkah selanjutnya dalam fraksinasi adalah memisahkan C4 dari C4, C5+. Karena C5+ yang memiliki nilai keekonomian lebih tinggi maka diharapkan sedikit C5+ yang keluar di atas kolom. Jika C5+ yang keluar di atas kolom melebihi spesifikasi, ada beberapa hal yang harus dilakukan :

- Jika komposisi C4 di C5+ yang keluar dari bawah kolom Debutanizer di atas spesifikasi maka perlu menaikkan temperatur Debutanizer bagian bawah. Ini akan lebih memflash C4 dan mengirimkannya naik ke atas kolom Debutanizer.
- Jika Komposisi C5+ di atas Debutanizer kolom melebihi spesifikasi dan komposisi butana yang keluar dari bawah Debutanizer di bawah spesifikasi maka perlu menurunkan temperatur kolom Debutanizer bagian bawah.
- Jika C5+ di dalam butana di atas spesifikasi dan komponen butana yang keluar dari bawah kolom Debutanizer sesuai spesifikasi atau lebih maka perlu menaikkan laju alir refluks Debutanizer untuk mengurangi C5+ di atas kolom Debutanizer supaya jatuh ke bawah kolom. Bagaimanapun ketika menaikkan laju alir refluks dari kolom fraksinasi, dibutuhkan kenaikan panas di reboiler bawah kolom yang akan menurunkan efisiensi kolom karena tambahan energi panas pada pemanasan reboiler. Refluks sangat penting dalam pemisahan fraksinasi, semakin besar refluks semakin tinggi kemurnian produk. Tetapi refluks yang tinggi membuat kolom menjadi tidak efisien karena perbedaan tekanan kolom akan semakin besar mengakibatkan penambahan panas yang banyak pada

reboliernya. Semakin tingginya temperatur reboiler ataupun perbedaan tekanan baki kolom dapat mengindikasikan terlalu banyak mereflukskan produk. Indikator tambahan lain adalah temperatur bagian atas kolom menjadi lebih dingin dari sebelumnya. Indikator ini menunjukkan laju alir refluks harus dikurangi. Operasi Debutanizer yang telah dijelaskan di atas dapat ditabulasikan sesuai dengan tabel 2.4 berikut ini :

Tabel 2.4 Operasi Debutanizer

Kondisi di atas Kolom Debutanizer	Kondisi di atas Kolom Debutanizer	Perubahan set kondisi proses
C5+ Tinggi	C4 Normal C5+ Normal	Refluks dinaikkan sedikit
C5+ Normal	C4 Tinggi	Temperatur Reboiler dinaikkan
C5+ Normal	C4 Rendah	Temperatur Reboiler diturunkan
Temp Rendah		Refluks diturunkan
Temp Tinggi		Refluks dinaikkan

### 2.5.7 Spesifikasi Produk [1]

Berikut sebagai contoh spesifikasi produk pada kolom destilasi sebagaimana berikut ini

Propana :

- C3 > 95 %
- C2 < 2%
- C4+ < 4%
- RVP < 200 psia

Butana

- C4 > 97%

- $C3 < 2\%$
- $C5+ < 2\%$
- $RVP < 70 \text{ psia}$

Naphta / Kondensat

- $SG @ 60F 0.64-0.74$
- $RVP < 13 \text{ psia}$

Gas menuju Pipa

- Dewpoint  $< 55 \text{ F}$  pada  $700 \text{ psia}$
- Fraksi Methana  $> 80\%$

