

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PT. Surya Esa Perkasa (SEP)

PT. Surya Esa Perkasa menghasilkan produk berupa *LPG mix*, *condensate*, dan *propane*. Target penjualan produk lebih diutamakan pada produk LPG dan *condensate*, sedangkan untuk produk *propane* hanya didistribusikan jika ada pesanan dari perusahaan yang bersangkutan ataupun bisa digunakan untuk operasional di dalam pabrik sendiri. Produk *condensate* didistribusikan pada beberapa perusahaan swasta. Pengolahan gas alam di PT. Surya Esa Perkasa merupakan *plant* yang berdiri sendiri atau *stand alone plant* yang dirancang untuk memisahkan *Propane*, LPG dan *Condensate* dari aliran gas umpan yang berasal dari jalur pipa transmisi gas Pertamina, dengan kapasitas 60 MMscfd dan temperatur 75-80 °F. *Feed gas* yang masuk tersebut masih dalam kondisi mengandung uap air atau lebih dikenal dengan *Wet gas*. Oleh sebab itu, *feed gas* perlu dilakukan preparasi terlebih dahulu sebelum diproses sesuai kebutuhan pabrik.

2.1.1 Bahan Baku

PT. Surya Esa Perkasa menggunakan bahan baku berupa gas alam yang berasal dari jalur pipa transmisi gas Pertamina yang terdiri dari berapa komponen. Komponen gas tersebut terdiri dari dua komponen yaitu komponen hidrokarbon serta komponen non hidrokarbon. Komponen hidrokarbon seperti gas metan (CH_4), etana (C_2H_6) dll, sedangkan komponen non hidrokarbon seperti nitrogen (N_2) dan CO_2 . *Feed gas* ini dialirkan ke terminal pengukuran untuk dianalisa sehingga didapat gambaran tentang perlakuan dan kondisi operasi yang akan ditentukan sesuai dengan kebutuhan pada proses pengolahan. Dimana komposisi gas tersebut antara lain:

- a. CO_2
- b. N_2
- c. *Methane*

- d. *Ethane*
- e. *Propane*
- f. *i-Butane*
- g. *n-Butane*
- h. *i-Pentane*
- i. *n-Pentane*
- j. *n-Hexane*

Dari hasil pengolahan *feed gas* tersebut, diharapkan dapat menghasilkan LPG dengan komposisi yang memenuhi persyaratan spesifikasi produk yaitu *ethane* (C₂) 0,2%, *Propane* (C₃) 7,1%, *buthane* (C₄) 90,7% dan *Condensate* (C₅⁺) 2%, sedangkan *lean gass* dikembalikan ke Pertamina.

Berikut ini merupakan sifat fisik dari hidrokarbon penyusun gas alam dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 Sifat Fisik Hidrokarbon Penyusun Gas Alam

Komponen	Berat Molekul	Titik Didih (°F)	Spgr	Panas Pembakaran (Btu/ft³)
CH ₄	16,04	-258,7	0,3	911
C ₂ H ₅	30,07	-127,5	0,36	1631
C ₃ H ₈	44,09	-43,7	0,51	2353
i-C ₄ H ₁₀	58,12	10,9	0,56	3094
n-C ₄ H ₁₀	58,12	31,1	0,58	3101
i-C ₅ H ₁₂	17,15	82,1	0,62	3698
n-C ₅ H ₁₂	17,15	96,9	0,63	3709
C ₆ ⁺	86,17	155,7	0,66	4404

Sumber : *Perry's Chemical Engineering Hand's Book, 1996*

Adapun sifat kimia gas alam adalah sebagai berikut:

- a. Bereaksi dengan Oksigen (O₂) membentuk CO₂ dan uap air (H₂O).
- b. Merupakan campuran Hidrokarbon yang terdiri dari 60-90%, Hidrokarbon ringan dan Hidrokarbon berat serta gas pengotor/*inert*.

2.1.2 Desain Basis

Untuk menghitung kebutuhan energi yang digunakan, perlu diketahui data-data desain basis sebagai berikut:

Feed Gas

<i>Inlet Gas Flowrate</i> , MMSCFD	:	60
<i>Inlet Temperature</i> , Deg. F	:	100-120
<i>Inlet Pressure</i> , psig	:	460

Untuk komposisi masing-masing komponen *feed gas* yang digunakan oleh PT. Surya Esa Perkasa dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2 Data Komposisi *Feed Gas*

Komponen	Komposisi (%mol)
CO ₂	6,7091
N ₂	0,1238
C ₁	81,70
C ₂	6,52
C ₃	3,179
i-C ₄	0,515
n-C ₄	0,633
i-C ₅	0,210
n-C ₅	0,158
n-C ₆	0,243

Sumber: *Laboratorium LPG Plant PT. Surya Esa Perkasa, 2013*

2.1.3 Deskripsi Proses Produksi

Secara umum proses produksi di PT. Surya Esa Perkasa terdiri dari *process system* sebagai berikut:

A. *Feed Gas Inlet & Filtering System*

Gas umpan (*feed gas*) dari Pertamina dengan kondisi temperatur 75-80° F dan tekanan 460 psig sebanyak 60 MMscfd dialirkan melalui *Flow Control Valve* menuju ke *Feed Gas Scrubber* (V-004). *Feed Gas Scrubber* berfungsi untuk memisahkan kotoran padat atau partikel debu dan menangkap cairan *liquid* yang

terikut didalam umpan, kondisi temperatur di dalam *Scrubber* yaitu 75-100°F dan tekanan 400-420 Psig. Proses pemisahan antara gas dan air yang terikut terjadi karena *feed gas* ditabrakkan ke dinding *Scrubber*, sehingga air dan fraksi berat yang terikut pada *feed gas* terlepas dan turun karena adanya gaya gravitasi. Didalam *Scrubber* juga dilengkapi dengan *demister* yang berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel halus agar tidak terikut masuk kedalam *Compressor*, sekaligus dapat menahan liquid yang belum terpisah ketika ditabrakan kedinding *Scrubber*, sehingga cairan akan mengalir ke bawah. Pada bagian bawah *Scrubber* terdapat tempat penampungan cairan hasil pemisahan *Feed Gas*, kemudian dialirkan ke *Sump Tank* yang diatur secara otomatis oleh *Level Controller Valve*.

Setelah dari *scrubber*, *feed gas* dialirkan ke *feed gas compressor* (CD-101) untuk dinaikkan tekanannya. Sesuai dengan hukum perbandingan ideal, ketika tekanan dinaikkan maka temperatur ikut naik, oleh karena itu *feed gas* yang keluar dari *feed gas compressor* (CD-101) didinginkan di cooler E-101. Kondisi *Pressure discharge* dari gas umpan ini adalah ± 740 psig dan temperatur 100-120°F sedangkan kondisi temperatur keluaran *After Cooler* yaitu ± 116 °F. Dari cooler E-101 *feed gas* dialirkan ke *inlet coalising filter* (V-200). *Inlet coalising filter* (V-200) berfungsi untuk membersihkan kembali *feed gas* dari kotoran-kotoran seperti *lube oil* yang terbawa dari *feed gas compressor*. Kotoran-kotoran yang telah tersaring dialirkan melalui bagian bawah untuk dialirkan ke V-003, sedangkan *feed gas* yang telah dibersihkan dialirkan melalui bagian atas *Inlet coalising filter* (V-200) untuk dialirkan ke *filter separator* (V-120), kondisi tekanan pada *Coalising Filter* ini yaitu ± 735 Psig. Sebelum *feed gas* dialirkan ke *separator* (V-120), *feed gas* dimanfaatkan dinginnya didalam *cool box* sehingga temperaturnya menjadi ± 85 °F.

Filter separator berbentuk *vessel* vertikal yang tersusun menjadi 2 barrel. Barrel atas (*Top Barrel*) berfungsi sebagai filter atau saringan, barrel atas merupakan filtrasi menggunakan *Multiple Coalescer type disposable filter element*, yang disusun didalam *vessel* yang dilengkapi bukaan (*Manhole*) yang cukup lebar untuk memudahkan penggantian *filter*nya. Filter element ini secara

berkala harus diganti untuk menjaga kualitas *filtrasi*, yaitu bila *elementnya* telah jenuh dengan partikel debu. Penggantian *filter element* ditandai dengan adanya perbedaan tekanan yang cukup besar antara gas masuk dan keluar *filter element*, yang dapat dilihat di *Pressure Differential indicator*. Barrel bawah (*Bottom barrel*) berfungsi sebagai tendon atau tempat cairan yang terpisah dari *process filtering* atau menampung cairan yang terpisah dari barrel atas. Cairan ini selanjutnya secara otomatis dialirkan ke *Disposal system* (Sistem buangan) yang diatur oleh *level controller*. Fungsi *filter separator* yaitu mengurangi kadar air yang terdapat di dalam *feed gas* dan membantu meringankan kerja pada *glycol contactor* (V-100). Gas umpan keluar dari Filter separator diharapkan sudah bersih dari partikel debu yang terikut didalamnya. Gas bersih ini selanjutnya dilairkan kedalam *Dehydration unit* yakni *glycol contactor* untuk dikeringkan.

B. *Dehydration Unit (Glycol Contactor)*

Setelah melewati *filter separator*, *feed gas* dialirkan ke *glycol contactor* (V-100) untuk dihilangkan kadar airnya sehingga *feed gas* sudah dalam kondisi kering ketika masuk kedalam proses LPG plant. Pengeringan dilakukan didalam *Glycol System*, *Glycol* yang digunakan adalah jenis *Triethylene glycol* (TEG). TEG digunakan sebagai media penyerapannya karena TEG memiliki sifat absorber yang baik terutama terhadap air. Kondisi temperatur pada alat ini yaitu 88-90°F dengan tekanan ± 712 Psig. Mula-mula *glycol* dilewatkan pada HE (E-105) agar didapatkan *glycol* dengan temperatur rendah, TEG sebelum masuk *Heat Exanger* yaitu $\pm 165^\circ\text{F}$, sedangkan temperatur TEG setelah melewati *Heat Exanger* yaitu $\pm 109^\circ\text{F}$, *feed gas* masuk melalui bagian bawah V-100, sedangkan *glycol* dialirkan melalui bagian atas V-100. Pada saat *glycol* dan *feed gas* kontak, pada saat itu *glycol* menyerap air pada *feed gas* sehingga air yang terkandung di dalam *feed gas* diserap oleh *glycol* dan didapatkan *feed gas* yang bebas kandungan air (dry gas). Kemudian *Feed gas* ini dimanfaatkan dinginnya untuk menurunkan temperatur *glycol* di HE (E-105) karena memiliki suhu rendah, temperatur gas kering sebelum masuk *Heat Exanger* yaitu $\pm 89^\circ\text{F}$, sedangkan temperatur TEG setelah melewati *Heat Exangery* yaitu $\pm 86^\circ\text{F}$.

Setelah terjadi penyerapan air oleh *glycol*, *glycol* akan menjadi jenuh. *Glycol* ini harus di-regenerasi dengan cara mengalirkan dan memanaskannya kedalam regeneration reboiler sampai pada temperatur titik didih air. Sehingga air yang terkandung dalam *glycol* teruapkan dan *glycol* bebas dari kandungan air, *glycol* ini selanjutnya disirkulasikan kembali kedalam *Glycol contactor*.

C. *Cold Box and Separation System*

Untuk sistem ini, mulanya gas kering hasil dari *Glycol Contactor* kemudian dialirkan kedalam *Cold Box* untuk didinginkan. *Cold Box* adalah *Plate-Fin Heat Exchanger* yang terbuat dari bahan aluminum yang berfungsi untuk mendinginkan *feed gas*, dengan cara yang sama seperti pada *Series Heat Exchanger*, tetapi memiliki efisiensi perpindahan panas yang sangat tinggi. Media pendingin *Cold Box* yaitu *Propane Refrigerant, Vapor dan liquid LTS*, serta *Vapor De-Ethanizer*. Sehingga Temperatur gas keluar dari *Cold Box* yaitu $\pm -38^{\circ}\text{F}$ dengan kondisi tekanan ± 700 Psig. Setelah melewati *Cool Box* gas dialirkan ke *Low Temperature Separator (V-250)*, namun terlebih dahulu melewati *JT Valve*, untuk dilakukan penurunan tekanan, sehingga tekanan keluar *JT Valve* yaitu ± 600 Psig. Akibat dari adanya penurunan tekanan ini, maka temperatur mengalami penurunan menjadi $\pm -47^{\circ}\text{F}$. Dengan menurunnya temperatur diharapkan senyawa $\text{C}_3, \text{C}_4, \text{C}_{5+}$, akan lebih banyak yang ter-kondensasi menjadi cairan.

Pada *Low Temperature Separator (V-250)* terjadi pemisahan berdasarkan perbedaan fase, fase uap yang kaya akan kandungan C_1 dan C_2 yang merupakan *lean gas* akan keluar melalui bagian atas *Low Temperature Separator*, digunakan sebagai bahan bakar dan sebagian lagi dikembalikan lagi ke *Pipe Line PT. Pertamina*, namun sebelumnya terlebih dahulu dilewatkan kedalam *Cold Box* untuk dimanfaatkan sebagai media pendingin. *Natural Gass Liquid (NGL)* hasil dari pemisahan di *Low Temperature Separator* akan keluar melalui bagian bawah dan kemudian dilewatkan melalui *Cold Box* untuk digunakan sebagai media pendingin di *Cold Box*, sehingga temperturnya berubah dari $\pm -47^{\circ}\text{F}$ menjadi $\pm 27^{\circ}\text{F}$ dengan tekanan sebesar ± 480 Psig. NGL ini kemudian diumpankan kedalam kolom *De-Ethanizer*.

D. Proses Pemisahan LPG

Fractionation system terdiri dari 3 buah kolom, yang merupakan unit-unit utama dari LPG plant yang berfungsi menghasilkan *product* dengan cara distilasi berdasarkan perbedaan titik didih dari masing-masing komponen gas umpan, yaitu:

1. *De-Ethanizer* kolom

Deethanizer adalah proses pemisahan kandungan gas etana yang terkandung didalam umpan yang berasal dari puncak kolom *stabilizer* pada proses distilasi, dengan menggunakan prinsip distilasi bertekanan tinggi. Pada proses *Deethanizer* ini akan beroperasi dengan baik apabila semua etana yang terkandung dapat dipisahkan, sedang cairan di dasar kolom yang berupa cairan propana dan butana akan dipisahkan di kolom *Depropanizer*, sedang gas etana akan keluar dari puncak kolom serta dialirkan sebagai gas sistim atau untuk diproses lebih lanjut. *De-Ethanizer Column* berfungsi untuk memisahkan antara komponen ringan (C_1 dan C_2) dan komponen beratnya (C_3^+) dari umpan *De-Ethanizer Column* dengan cara distilasi berdasarkan perbedaan titik didihnya. *De-Ethanizer Column* dibagi menjadi 3 bagian (*section*), yang paling atas disebut *Rectification Section* sebanyak 6 *tray*, yang bagian bawah disebut *Stripping Section* sebanyak 24 *tray*, sedangkan dasar kolom disebut *Heating* dan *Product Withdrawal Section*.

NGL masuk diumpankan ke *tray* ke-7 di bagian atas *Stripping Section* sebagai campuran dua fase (kira-kira 70% mol berbentuk cairan, sisanya berupa uap). Umpan yang berbentuk cairan akan mengalir kebawah kolom melewati serangkaian *Tray* menuju dasar kolom, sebagian dari cairan ini masuk kedalam *Reboiler* untuk diuapkan dengan menggunakan *Hot Oil* yang mengalir di *Shell-Side Reboiler*-nya, dengan kondisi temperatur *Reboiler* $\pm 250^\circ\text{F}$, dan tekanan ± 488 Psig. Uap panas ini kemudian akan masuk kembali ke dalam kolom dan mengalir keatas melalui serangkaian *Tray* untuk memanaskan cairan yang turun kebawah melalui *Tray* yang sama, sehingga fraksi ringan yang berupa C_1 , C_2 , dan sedikit C_3^+ akan menuju keatas bagian kolom *De-Ethanizer*.

Komponen C_3 , C_4 dan C_5^+ yang sudah bebas dari fraksi ringan selanjutnya mengalir melewati *weir* ke dalam *Product Withdrawal Section*, dan keluar dari kolom diatur oleh *control valve* menuju *De-Propanizer Column*. Sedangkan umpan yang berbentuk uap yang kaya akan komponen C_1 dan C_2 pada saat masuk ke *Column* akan tercampur dengan uap panas yang berasal dari Reboiler, dan mengalir keatas kolom melalui *Rectification Section*, selanjutnya dipuncak kolom didinginkan dengan *Trim Cooler*, dengan kondisi temperatur $\pm -20^\circ\text{F}$ dan tekanan ± 475 Psig, sehingga komponen berat yang terdapat didalam uap akan terliquidkan dan jatuh kebawah kolom sebagai cairan *reflux*, selanjutnya akan kontak dengan uap panas yang mengalir keatas di dalam *Rectification Section*. Komponen C_1 , C_2 dan sedikit komponen C_3^+ yang tidak terliquidkan (*Lean Gas*) di *top* kolom selanjutnya dialirkan ke *Cold Box* untuk membantu pendinginan di *Cold Box* sehingga kondisi temperaturnya berubah dari $\pm -8^\circ\text{F}$ menjadi $\pm 100^\circ\text{F}$, kemudian *Lean Gas* digunakan sebagai bahan bakar dan dialirkan ke *Recycle Compressor* untuk dinaikkan tekanannya dari ± 475 Psig menjadi ± 500 Psig sebelum dikirim kembali ke *Pertamina Gas Transmission*.

2. *De-Propanizer* kolom

Di kolom *depropanizer* ini umpannya dari cairan dasar kolom *deethanizer* yang akan dipisahkan antara *Propana* dan *Butana*, sistim proses di *depropanizer* dan di *deethanizer* sama, baik kondisi maupun peralatannya. Adapun proses *depropanizer* diatur dengan tekanan tinggi dan temperatur relatif rendah. Diharapkan fraksi ringan akan menguap dan keluar dari puncak kolom sebagai produk propana, sedang cairan yang ada didasar kolom sebagai produk Butana. *De-Propanizer* kolom berfungsi untuk memisahkan hasil dari pemisahan di *De-Ethanizer Column* yang sudah sedikit kandungan fraksi ringannya, antara komponen C_3 (*Propane*) dengan komponen C_4 dan C_5^+ , melalui distilasi berdasarkan perbedaan titik didihnya. *De-Propanizer Column* dibagi menjadi 3 bagian (*section*), yang paling atas disebut *Rectification Section* sebanyak 8 *Tray*, yang bagian bawah disebut *Stripping Section* sebanyak 28 *Tray*, sedangkan dasar kolom disebut *Heating dan Product Withdrawal Section*.

Umpan dari *De-Ethanizer Column* akan masuk ke *Tray 9* di bagian atas *Stripping Section* sebagai campuran dua fase. Umpan yang berbentuk cairan akan mengalir kebawah kolom melewati serangkaian *Tray* menuju dasar kolom, sebagian dari cairan ini masuk kedalam *Reboiler* untuk diuapkan dengan menggunakan *Hot Oil* yang mengalir di *Shell-Side Reboiler*-nya. Dengan kondisi temperatur di *Reboiler* yaitu $\pm 240^{\circ}\text{F}$ dan tekanan ± 253 Psig. Uap panas dari bagian *Heating dan Product Withdrawal Section* ini akan masuk kembali ke dalam kolom dan mengalir keatas melalui serangkaian *Tray* untuk memanaskan cairan yang turun kebawah melalui *Tray* yang sama. Komponen C_4 dan C_5^+ dan sedikit C_3 selanjutnya mengalir melewati *weir* ke dalam *Product Withdrawal Section*, dan keluar dari kolom diatur oleh *control valve* menuju *De-Butanizer Column*. Umpan yang berbentuk uap berupa komponen C_3 dan sedikit C_4 pada saat masuk ke *column* akan tercampur dengan uap panas yang berasal dari *Reboiler*, dan mengalir keatas kolom melalui *Rectification Section*, selanjutnya menuju *Propane Condenser (E-535)* dengan kondisi temperatur $\pm 137^{\circ}\text{F}$, dengan udara sebagai media pendingin yang digunakan, sehingga keluaran *condenser* sudah berupa cairan dengan kondisi temperatur $\pm 127^{\circ}\text{F}$ dengan tekanan ± 250 Psig menuju *reflux Drum (V-540)*. Hasil dari *reflux drum* sebagian akan dipompakan dengan *Pump (P-545)* untuk direfluk kembali menuju kolom *De-Propanizer* dan mengalir ke bawah, kemudian terpanasi oleh uap yang mengalir keatas di dalam *Rectification Section*, dan sebagian lagi akan di *Blending* dengan Produk dari *De-Butanizer column* untuk menjadi Produk LPG yang sebelumnya dilewatkan terlebih dahulu melalui *Cooler (E-550)*.

3. *De-Butanizer kolom*

De-Butanizer (LPG Column) akan memisahkan komponen C_3 dan C_4 dari komponen C_5^+ yang terdapat dalam umpan dari *bottom product De-propanizer Column*. *De-Butanizer Column* terdiri dari 3 bagian, bagian atas disebut *Rectification Section* sebanyak 3 *Tray*, bagian bawah disebut *Stripping Section* sebanyak 17 *Tray* dan bagian dasar *column* disebut *Heating dan Product Withdrawal Section*.

Umpan dari *De-propanizer Column* yang terdiri dari kandungan C_3 , C_4 dan C_5^+ masuk kedalam *De-Butanizer Column* melalui *tray* ke-4 bagian atas *Stripping Section* sebagai campuran *2-phase*. Umpan yang berbentuk cairan turun ke bagian bawah melalui sejumlah *Tray* ke *Heating Section*, selanjutnya cairan ini dipanaskan didalam *Reboiler* untuk diuapkan dengan menggunakan *Hot Oil*. Kondisi temperatur di *Reboiler* yaitu $\pm 305^\circ\text{F}$ dan tekanan ± 150 Psig. Uap hasil pemanasan dari *Reboiler* selanjutnya akan masuk kembali kedalam *column* dan mengalir keatas melalui sejumlah *Tray*, yang akan memanasi cairan yang turun lewat *Tray-Tray* yang sama. Komponen *Condensate* (C_5^+), kemudian mengalir melewati *Weir* kedalam *Product Withdrawal Section*, dan keluar lewat *Level control* menuju *Condensate Cooler* (E-560) untuk didinginkan sebelum dialirkan kedalam tangki Penyimpanan *Condensate*. Untuk umpan yang berbentuk uap yang berupa komponen C_3 dan C_4 pada saat masuk ke *column* akan tercampur dengan uap panas yang berasal dari *Reboiler*, dan mengalir keatas kolom melalui *Rectification Section*, selanjutnya menuju *Condenser* atau *fan cooler* (E-570) dengan kondisi temperatur $\pm 170^\circ\text{F}$ untuk di ubah fasenya dari uap menjadi liquid dengan media pendingin udara, kemudian keluaran *Condenser* (E-570) dengan kondisi temperatur $\pm 150^\circ\text{F}$ dan tekanan ± 135 Psig dialirkan menuju *reflux Drum* (V-575). Hasil dari *reflux drum* ini sebagian dipompakan dengan *Pump* (P-550) untuk direfluk kembali menuju kolom *De-Butanizer* dan mengalir kebawah, kemudian terpanasi oleh uap yang mengalir ke atas di dalam *Rectification Section*, sedangkan sebagian lagi akan di *Blending* dengan Produk dari *De-Propanizer column* untuk menjadi Produk LPG, yang sebelumnya dilewatkan terlebih dahulu melalui *Cooler* (E-590).

E. Refrigeration System

Refrigeration System menggunakan *propane* sebagai *refrigerant* (98% mol C_3) dan merupakan siklus tertutup atau *stedy steat*. *Propane* disimpan di *propane accumulator* (V-400) dalam dua fase, dengan adanya *accumulator flow propane* yang bersirkulasi di dalam siklus dapat diatur, kondisi pada *accumulator* dijaga pada suhu 98°F dan tekanan 174 psig dengan level 42%. *Propane* dari *accumulator* dialirkan ke *economizer* (V-330) yang sebelumnya melewati LCV-

330, fungsi dari LCV ini untuk mengatur level *economizer*, dengan suhu 32⁰F dan tekanan 49 psig, produk atas berupa vapor di alirkan ke kompresor (C-310A/B) sebagai *second section*, sedangkan produk bawahnya yaitu berupa *propane liquid* dialirkan sebagian ke *trim's cooler* sebagai media pendingin dengan suhu -20⁰C dan sebagian lagi dialirkan ke expansion vessel (V-230), dari V-230 *propane* mengalir ke *cold box* sebagai media pendingin.

Untuk *propane* fase uap dari *cold box* di kembalikan lagi ke V-230 begitu juga dengan fase uap dari *trim's cooler*. Fase uap ini mengalir ke *scrubber* (V-300), kemudian dialirkan ke C-310 A/B yang di atur oleh *regulator valve* untuk menjaga tekanan di V-300. Uap ini ditekan sehingga tekanannya meningkat hingga 180 psig dan suhu 155⁰F, akibatnya uap berada dalam kondisi superheated atau uap kering yang kemudian masuk ke V-320 A/B. Pada V-320 ini terjadi pemisahan *lube oil*, setelah dipisahkan *lube oil* dipompakan kembali ke *engine*, sedangkan uap *propane* dialirkan dan didinginkan ke condenser atau *fan cooler* (E-410A/B/C), media pendingin yang digunakan yaitu udara sekitar sehingga uap *propane* terkondensasi kembali dan dialirkan ke *accumulator* (V-400), dan siklus berulang kembali.

F. Hot Oil System

Hot Oil System merupakan *Closed system*, yang menggunakan *Therminol66* sebagai media pemanas, dan terdiri dari peralatan sebagai berikut:

1. *Hot Oil Heater*
2. *Hot Oil Expansion Tank*
3. *Hot Oil Recirculation Pumps*

Hot Oil Heater merupakan *Dual Furnace* (tungku) tipe konveksi (pemanasan tak langsung) yang berfungsi untuk memanaskan media pemanasnya yaitu *Hot Oil* atau *Therminol66* dengan bahan bakar *lean gas* pada saat operasi normal atau memakai bahan bakar *feed gas* pada saat *Start-up Plant*. *Hot Oil* mula-mula dipanasi didalam *Heater* kemudian disirkulasi ke LPG plant dengan pompa untuk memanaskan *Regeneration Gas Heater*, *LEF Reboiler* dan *LPG Reboiler*. *Hot oil* disirkulasi oleh 2x100% *Hot Oil Recirculation Pump*.

Sementara itu, *hot oil* yang telah digunakan akan dikembalikan ke *Expansion Tank* sebelum sirkulasi ulang setelah dipanaskan kembali didalam *Heater*.

Expansion Tank didesain memiliki ruang yang cukup untuk menyimpan sementara *hot oil* dan juga memberikan ruang untuk ekspansi *hot oil* akibat pemanasan. Untuk mengganti sebagian *hot oil* yang hilang selama pemakaian maka disediakan *connection* untuk *hot oil make-up* yang dilengkapi dengan pompa *feeding* dan *Stroke Tank*. *Hot Oil System* dilengkapi dengan *Control Panel* tersendiri berbasis PLC yang terpasang secara terpisah dan didesain khusus untuk menjalankan unit tersebut. Namun demikian disediakan *output* “*Common alarm*” yang terkoneksi ke *Plant Main Control room*.

G. Flare & Disposal System

LPG *Plant Lembak*, Simpang Y tidak dilengkapi dengan *flare system*, sehingga semua keperluan *Flaring* dilakukan dengan menggunakan *Flare Stack* milik Pertamina yang memang sudah ter-*installed* di dekat *Plant Area*. LPG *plant Lembak*, Simpang Y hanya menyediakan koneksi dari *Flare header* ke *Existing Flare stack* milik Pertamina. *Disposal system* untuk buangan yang berbentuk cairan tetap disediakan sebagai alat buangan proses sebelum dilepas ke lingkungan. Gas buangan yang berasal dari *venting* atau PSV atau gas *blowdown* pada saat *emergency* akan di alirkan ke *flare system* milik Pertamina untuk dibakar terlebih dahulu sebelum dilepas ke *Atmosphere*.

Terdapat 2 buah *disposal system* untuk menampung buangan cairan, yaitu *Closed Drain System* yang berfungsi menampung sisa cairan yang masih banyak mengandung *condensate* seperti cairan dari Filter dan separator. Untuk cairan yang banyak mengandung air dan buangan yang tidak bertekanan, dialirkan ke Oil Catcher yang terbuat dari penampungan bak terbuka yang dilengkapi dengan *weir* atau dam untuk memisahkan sisa-sisa *condensate* dan air. *Condensate* yang telah dipisahkan kemudian dipompakan kembali ke *Closed drain system*, sementara airnya dialirkan ke Balong sebelum di buang ke lingkungan.

H. Storage and Loading System

LPG *tank* Lembak, Simpang Y dilengkapi dengan 4 buah LPG *tank* berbentuk *Vessel* horizontal dengan kapasitas per *Tank* 150 tons. *Tank* ini

dilengkapi dengan *water cooling system* yang berfungsi untuk memdinginkan *tanki* apabila suhu cairan didalam *tanki* melebihi titik aman *temperature* penyimpanan. *System loading* LPG produk dilakukan dengan *loading truck* menggunakan *Weighing Bridge station*. LPG dialirkan dari *tanki* penyimpanan dengan LPG *pump* yang masing-masing berkapasitas 88 Gpm. Plant dilengkapi dengan 1 buah LPG *Off spec tank* berkapasitas 150 ton yang berfungsi untuk menampung hasil LPG yang tidak memenuhi spesifikasi sebelum di *re-cycle* kembali ke proses *plant* dengan menggunakan LPG *Off Spec Pump*.

Terdapat 1 buah *Propane tank* untuk menampung produk *propane* dengan kapasitas 50 tons. Terdapat 1 buah *Condensate tank* untuk menampung produk *condensate* dengan kapasitas 125 tons. *Loading Propane* dan *condensate* produk dilakukan dengan dispenser menggunakan *Filling Station*. *Condensate* dialirkan dari *tanki* penyimpanan dengan 2 buah *propane pump* yang masing-masing berkapasitas 22 Gpm, dan 2 buah *Condensate pump* yang masing-masing berkapasitas 22 Gpm

2.2 Simulasi Aspen Hysys

Hysys merupakan *software process engineering* untuk mensimulasikan suatu unit process atau multi unit *process* yang terintegrasi, *intuitive, iterative, open and extensible*. Dengan menggunakan program ini, perhitungan perhitungan untuk mendesain suatu proses yang rumit (karena melibatkan banyak rumus) dan memerlukan waktu yang lama bila dikerjakan secara manual (*by hand*) dapat dengan cepat dilakukan. *Hysis* sendiri adalah singkatan dari *Hyphotetical System* (sistem hipotesa). Simulasi proses artinya membuat suatu proses produksi suatu bahan kedalam diagram alir proses (*Proses Flow Diagram*) dan menghitung neraca massa dan neraca panas/energy pada masing – masing peralatan yang digunakan. *Hysis* dapat digunakan untuk merancang beberapa peralatan yang digunakan untuk merancang beberapa peralatan pada pabrik yang baru atau akan didirikan (*sizing*) atau mengevaluasikan kinerja suatu peralatan pada pabrik yang sudah ada (*rating*). Simulator *Hysis* bermanfaat untuk aplikasi di industri kimia seperti :

1. Perancangan suatu industri kimia
2. Memonitor kemampuan dari industry kimia yang telah exis
3. Melacak permasalahan proses yang terjadi di industry kimia
4. Kemungkinan peningkatan kapasitas produksi dari plant

Hysis memiliki kelebihan daripada program- program simulasi proses lainnya. Program ini bersifat interaktif karena langsung memberitahukan input apa yang kurang pada saat penggunaanya mendesain suatu proses dan juga langsung memberitahukan apabila ada kesalahan yang terjadi. Dengan demikian program ini dapat dikatakan *user friendly* atau mudah digunakan.

Flowsheet sebuah proses sebenarnya merupakan bahasa dalam proses-proses teknik kimia. Sebagaimana kerja sebuah karya seni, flowsheet dapat menjabarkan proses yang sudah ada atau sebuah hipotesa proses dalam sebuah detail yang cukup untuk menyampaikan beberapa fitur yang penting. Chemical engineer mempelajari flowsheet dari proses yang sudah ada dalam konteks untuk menangani troubleshooting, misalnya mencari mekanisme yang tidak berfungsi dengan baik atau dalam rangka ekspansi dan modifikasi sebuah proses.

Hysis adalah program yang dibuat untuk melakukan perhitungan atau analisa didalam mendesign suatu peralatan atau kilang dan perhitungan produk. Dalam perhitungan Hysis kondisi operasi dapat berjalan dengan baik tanpa ada gangguan terhadap rusaknya sistem operasi (peralatan) dan temperatur lingkungan (area pabrik). (Sumber : Pelatihan Simulasi Proses Hysis, Migas Indonesia, 2008)

2.2.1 Permodelan Hysys

Hysys tidak merancang proses secara otomatis, dibutuhkan desain yang mana pengguna harus memasukkan dan mensimulasikan kinerja proses yang ditetapkan dalam desain tersebut. Oleh karena itu, pemahaman yang kuat tentang prinsip-prinsip yang mendasari teknik kimia diperlukan untuk memasukkan nilai yang wajar dari setiap parameter yang dibutuhkan dan untuk mengevaluasi kesesuaian hasil yang diperoleh. Misalnya, pengguna harus memiliki beberapa ide dari perilaku sebuah kolom sebelum mencoba menggunakan Hysys.

Komputasi teknik kimia yang menggunakan program paket hysis bertujuan untuk melakukan permodelan terhadap kinerja peralatan dalam industry kimia. Permodelan dengan menggunakan hysis dapat dibagi 2 yaitu :

1. Permodelan Steady State

Permodelan steady state adalah suatu perekaan rancangan proses yang dilakukan dengan simulasi. Pada simulasi steady state disiapkan yaitu input awal berupa data-data komponen dan sifat-sifat komponen, laju alir, kondisi operasi tekanan dan suhu. Pemakaian model *steady state* ini yaitu untuk teknik perancangan awal, dilanjutkan dengan perancangan yang rinci, dan dapat melakukan perencanaan umum secara otomatis.

2. Permodelan Dinamik

Permodelan yang merupakan lanjutan permodelan steady state dengan pergerakan proses setiap satuan waktu proses. Membutuhkan studi kontrol multivariabel. Dan diperlukan input tambahan yaitu Ukuran peralatan, strategi pengontrolan serta koneksi antara tekanan dan aliran.

2.1.2 Aliran Massa dan Energi

1. Aliran Massa

Aliran massa dipergunakan untuk mengetahui kondisi dari komponen-komponen yang ada dalam aliran tersebut pada tekanan (P) dan temperatur (T) yang terjadi pada aliran tersebut. Pada aliran tersebut dapat diset P dan T atau fraksi mol dan tekanan (P). Contoh kasus air (H_2O) pada tekanan 1 atm bila temperatur 50°C maka tidak terdapat fase uap bila pada temperatur 110°C akan diperoleh seluruhnya berfase uap.



Gambar 1. Data yang akan diberikan ke aliran belum lengkap
Tanda panah menunjukkan kondisi dari data yang dimasukkan. Bila berwarna biru muda maka data aliran belum lengkap dan biru tua menandakan data telah lengkap.



Gambar 2. Data yang akan diberikan ke aliran telah lengkap

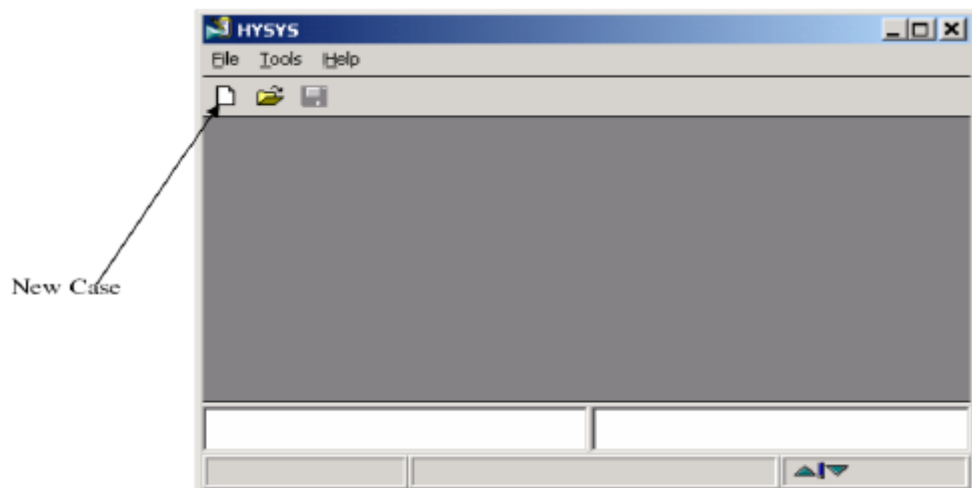
2. Aliran Energi

Aliran energi digunakan untuk mensuplai energi ke unit atau menyerap energi yang dihasilkan dari proses reaksi. Energi yang disuplai perlu diketahui berapa laju alir panasnya sedangkan energi yang diserap hanya mengetahui jenis pendingin yang akan dipergunakan.

2.1.3 Bagian-bagian Simulator Hysys

1. Jendela Awal

Untuk membuka program paket simulasi Hysys dapat dilakukan dengan mengklik ikon Hysys pada desktop atau pada *Programs – ribbon Start*. Lalu tunggu sampai jendela Hysys ditampilkan. Kemudian untuk memulai kasus baru dalam Hysys, klik tombol (*New Case*) atau dari file pilih (*New*) kemudian ambil (*Case*). Maka jendela *Simulation Basis Manager* akan muncul seperti gambar 3. dibawah ini.



Gambar 3. Tampilan Awal Hysys

2. *Simulation Basis Manager*

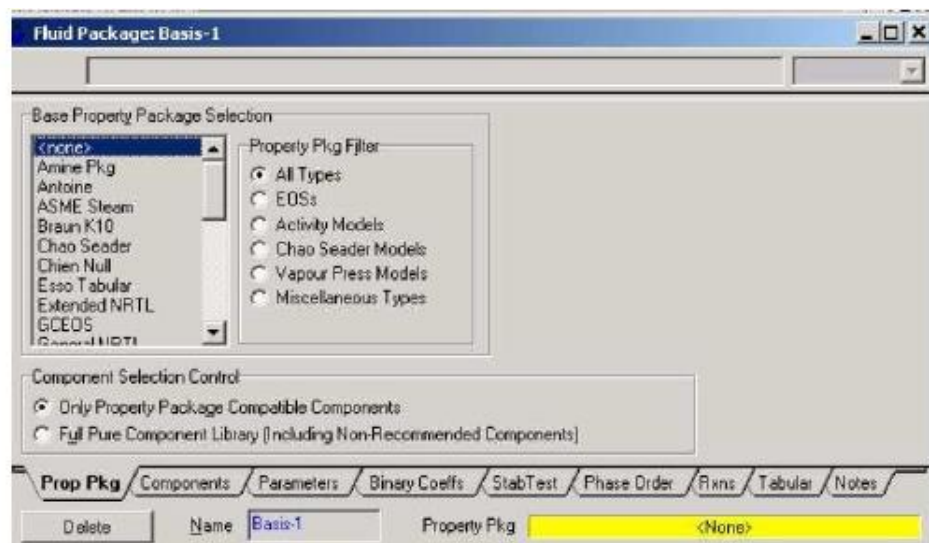
Simulation Basis Manager (SBM) adalah tampilan utama dalam lingkungan simulasi ini. Dalam simulation basis manager ini dapat memberikan masukan (input) atau informasi akses yang diperlukan dalam perhitungan

flowsheet. Sekali kita memasukkan sesuatu kedalamnya, maka semua perubahan itu akan memberi efek secara langsung pada semua unsur simulasi.

Simulation basis manager ini akan langsung muncul sesaat setelah ikon (*New Case*) di klik. Keadaan ini juga salah satu perbedaan antara Hysys dan Chemcad. Bila di Chemcad kita bebas membuat PFD terlebih dahulu dan mengenai *Property package* dapat ditentukan kemudian. Namun pada Hysys semuanya harus ditentukan pada bagian awal. Jadi kalau kita akan memulai Hysys, sedapat mungkin kita mempersiapkan data-data yang diperlukan.

a. Fluid Package

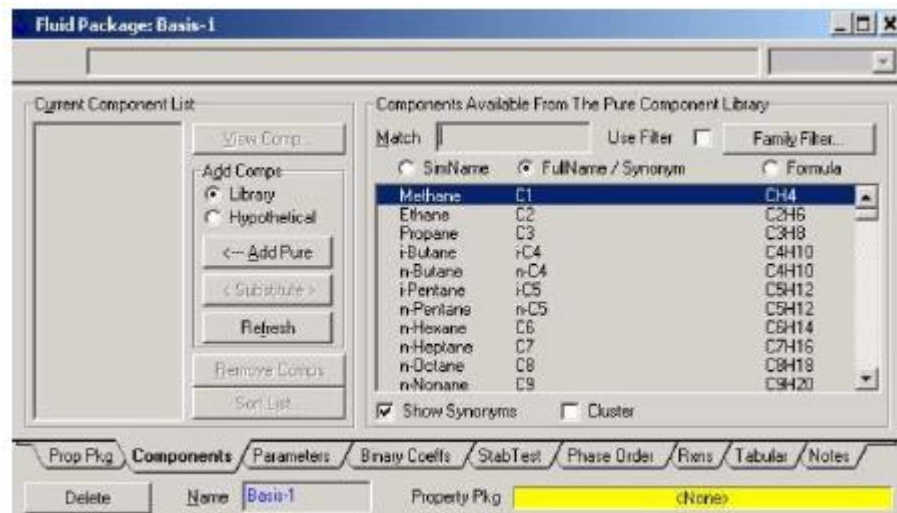
Pada bagian ini, klik (*Add*) untuk memasukkan *fluid package* yang akan digunakan, maka akan muncul jendela (*fluid package*) dengan nama yang disesuaikan. Pada tab (*Property Package*), pilih model perhitungan fluida yang diinginkan. Pemilihan model perhitungan ini didasarkan pada sifat fisik dan kimia dari bahan-bahan yang digunakan dan produk yang dihasilkan.



Gambar 4. *Fluid Package in Property Package*

b. Memilih Komponen

Untuk memasukkan komponen, pilihlah tab (*Components*), kita dapat melakukan dengan menggunakan bantuan *Match name* yang dicocokkan dengan pilihan komponen yang ada, dan klik dua kali pada komponen yang diinginkan.

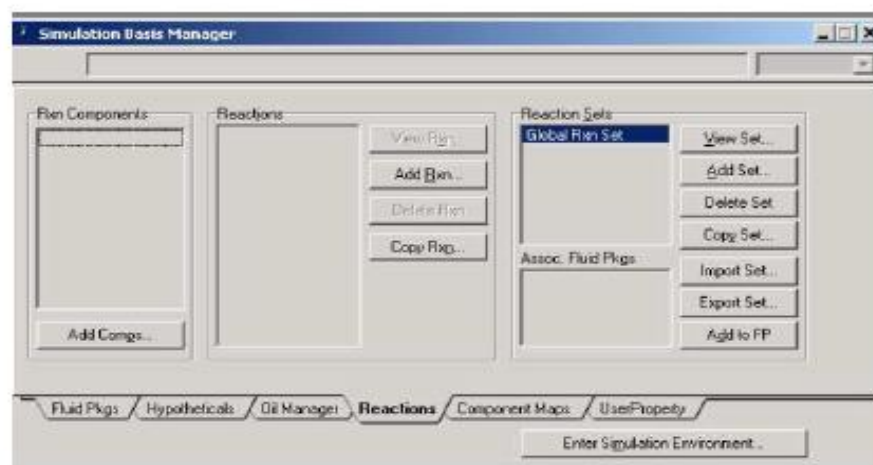


Gambar 5. Fluid Package in Component

Perlu diperhatikan dalam memasukkan komponen ini adalah pemberian nama kelompok komponen yang digunakan. Karena ini sering memberi masalah bila kita kurang memperhatikan namanya dan terjadi *missing* dengan *flowsheet* yang sedang dibangun. Untuk keadaan aslinya Hysys memberi nama *Basis-1*.

c. Menentukan Reaksi

Apabila dalam simulasi yang akan kita bangun melibatkan suatu reaksi kimia, maka pilihlah tab (*Reactions*). Namun jika tidak ada, bias langsung klik (*Enter Simulation Environment*) untuk segera masuk ke jendela PFD. Pada bagian *reactions* ini sebenarnya bias juga dikerjakan pada saat *flowsheet* telah terbangun sempurna atau paling tidak untuk operasi reactor telah terpasang pada *flowsheet*.



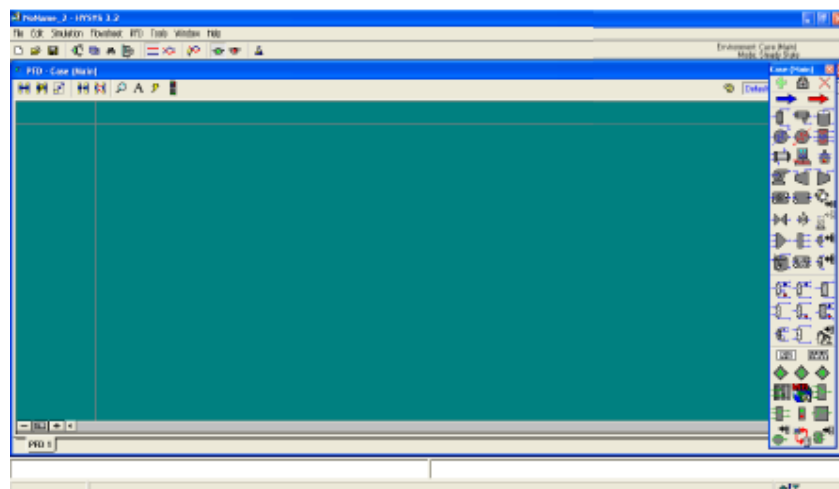
Gambar 6. Kotak Dialog Reaktor

Bagian tab (*Reactions*) pada jendela Simulation Basis Manager terdapat keterangan-keterangan yang berhubungan dengan reaksi. Untuk memulai, klik (*Add Rxn*), maka akan muncul kotak dialog kecil yang menampilkan opsi dari macam-macam reaksi. Sebagai contoh kita gunakan reaksi konversi. Maka klik pada bagian (*Conversion*) lalu klik (*Add Reaction*).

d. Memulai Sebuah Simulasi

Process Flow Diagram (PFD) adalah tampilan utama disaat pertama kali masuk *simulation environment*. PFD memberikan representasi terbaik dari sebuah *flowsheet* yang digunakan. Dengan menggunakan PFD, kita akan ditunjukkan progress dari simulasi yang sedang dibangun, seperti aliran atau alat yang sudah terpasang konektivitas *flowsheet* dan status objek.

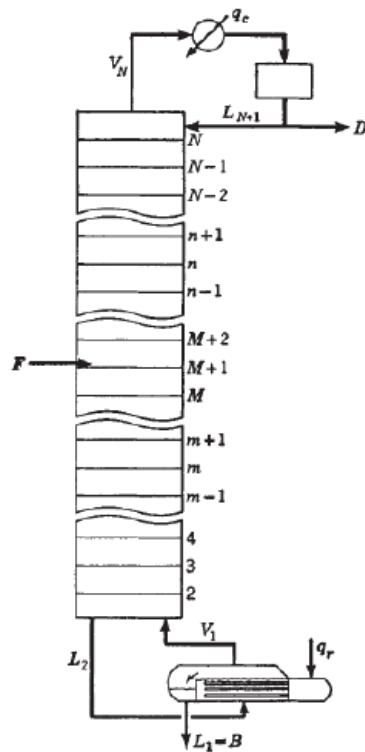
Pada bagian paling atas terdapat *menubar* yang menampilkan beberapa opsi menu yang diperlukan selama simulasi. Mulai dari *File*, *Edit*, *Simulation*, *Flowsheet*, *PFD*, *Tools*, *Windows* dan *Help*. Masing – masing menu ini memiliki beberapa opsi dan sub opsi. Pada bagian bawah dari *menubar* terdapat *Toolbar*. *Toolbar* merupakan sederet ikon yang mewakili *tools*. Untuk mengetahui masing-masing fungsi dari *Toolbar*, tempatkan ujung panah *mouse* pada ikon yang dimaksud, dan diamkan sejenak, maka akan muncul penjelasan tentang ikon *Toolbar* yang dimaksud. Pada samping kanan, biasanya disebelah kanan akan muncul *Object Pallete* alat-alat yang sekiranya diperlukan. Mulai dari *feed stream*, *heat exchanger*, *valve*, *pump*, *reactor*, dan alat-alat separasi.



Gambar 7. *Process Flow Diagram*

2.1.4 Unit Distilasi

Distilasi adalah proses pemisahan komponen-komponen dari umpan berdasarkan titik didih komponen tersebut. Komponen yang mempunyai titik didih rendah akan dihasilkan sebagian besar di distillate dan komponen dengan temperature tinggi akan dihasilkan pada bagian bawah (*bottom*).

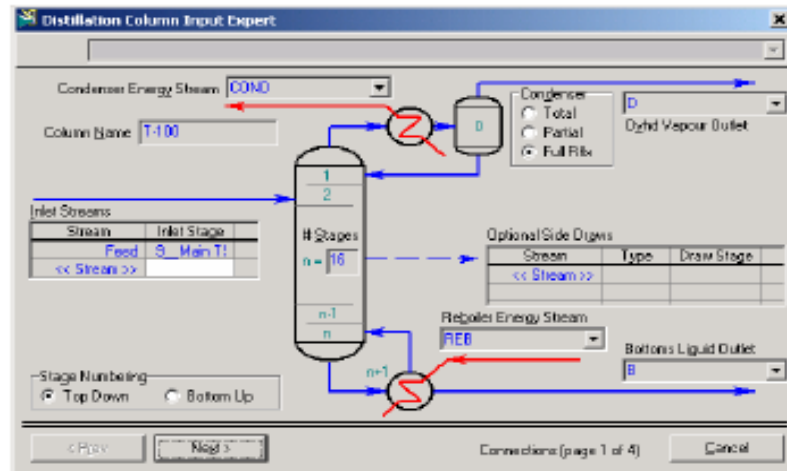


Gambar 8. *Scematic Diagram Column Distilation*

Neraca massa total dan komponen untuk proses di distilasi adalah Neraca massa Total $F = D + B$, sedangkan untuk Neraca massa Komponen $F \cdot z_{fi} = D x_{di} + B x_{bi}$. Bagaimana pada kondisi distillate dan bottom sangat dipengaruhi oleh kondisi umpan (T,P, fraksi uap), kondisi operasi dari kolom distilasi serta jumlah tahap pemisahan untuk kolom tray. Hysys menyediakan fasilitas untuk perhitungan kondisi produk baik komposisi, temperature maupun tekanan yang dihasilkan untuk di distillate, bottom serta tiap tahap.

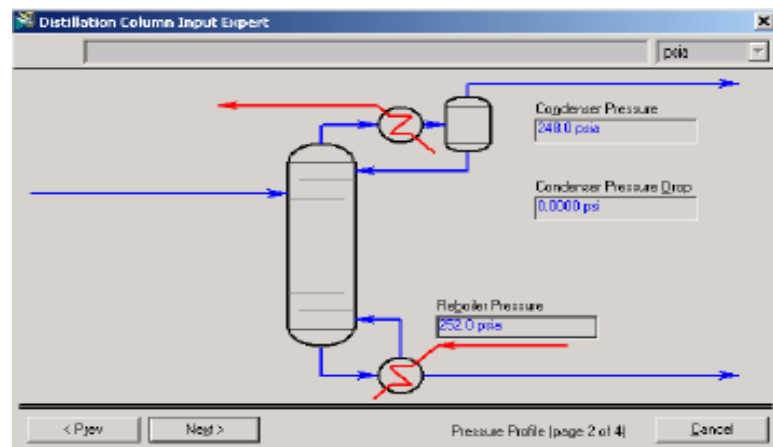
1. *Coloumn Distillation in Hysys*

Untuk memulai perhitungan distilasi dengan *coloumn*, dengan mengklik dan menggeser ikon kolom distilasi. Klik 2x distilasi dalam PFD, maka akan muncul kotak dialog unit operasi seperti gambar 9. dibawah ini.



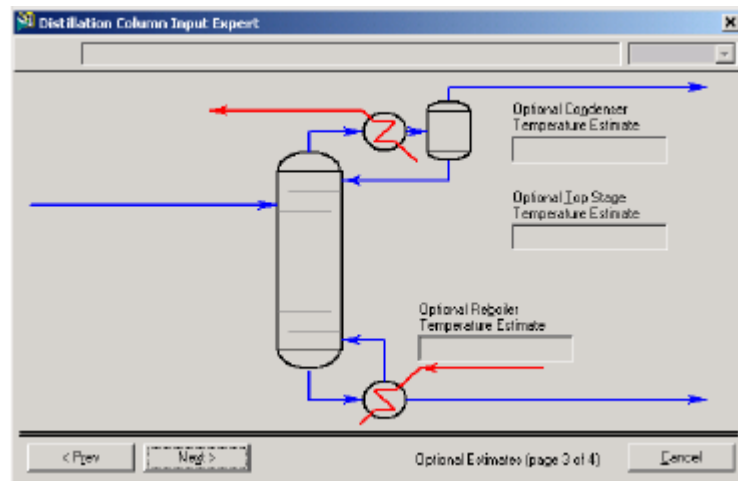
Gambar 9. Spesifikasi kolom distilasi bagian 1

Mengisi semua variabel yang diperlukan. Untuk jumlah *stages*, dapat bermain pada *main trial error* dengan memasukkan *inlet stage* maupun banyaknya *stage*. Setelah selesai semua, klik tombol (*Next >*) pada bagian bawah.



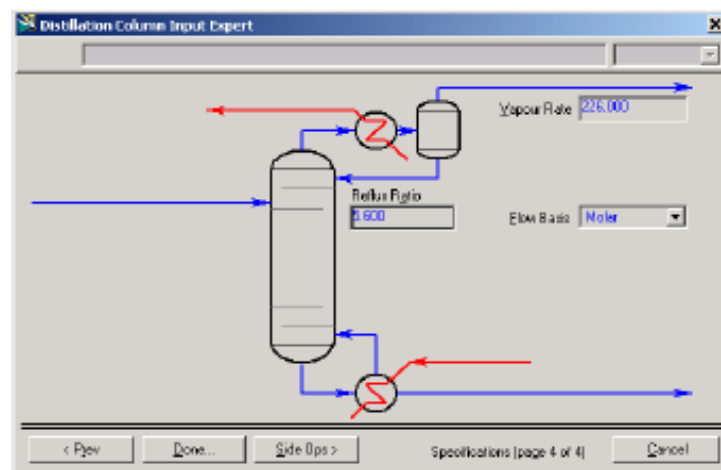
Gambar 10. Spesifikasi kolom distilasi bagian 2

Memasukan nilai tekanan pada condenser, reboiler serta *Pressure drop* dan klik (*Next >*).



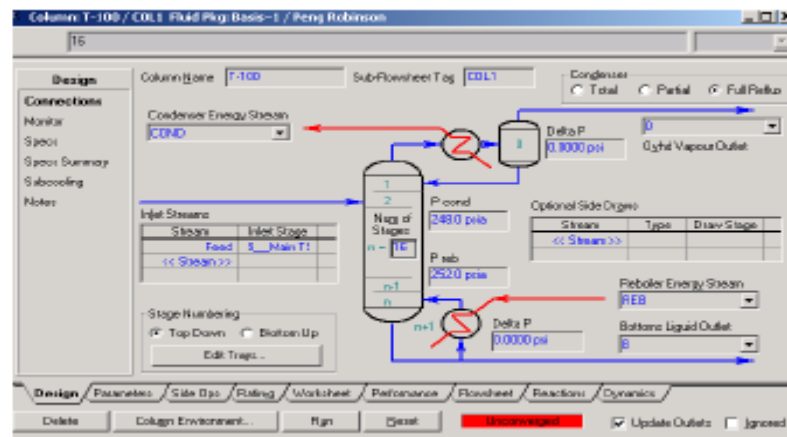
Gambar 11. Spesifikasi kolom distilasi bagian 3

Dapat dilihat pada Gambar 11. semua variabel hanya opsional sifatnya. Jadi tidak harus diisi, namun apabila sudah bisa memperkirakan nilai-nilai variabel di atas, akan jauh lebih baik bila dimasukkan nilainya. Selanjutnya, Klik (*Next >*).



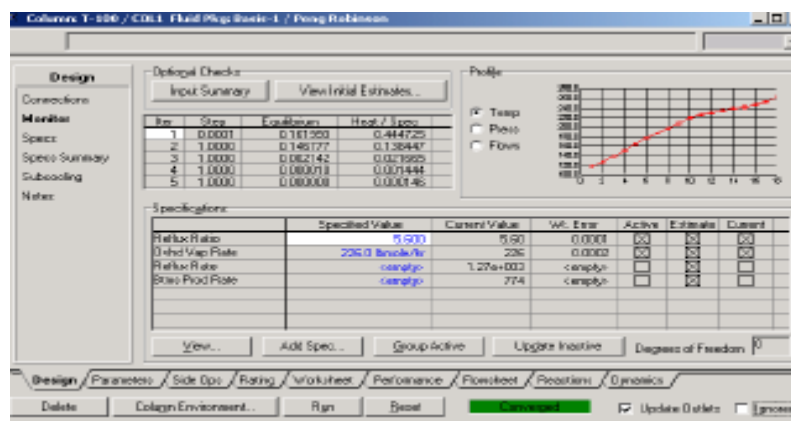
Gambar 12. Spesifikasi kolom distilasi bagian 4

Pada Gambar 12. merupakan bagian terakhir dari 4 rangkaian tahapan untuk memberikan spesifikasi pada *Distillation Column*. Memasukkan nilai *vapor rate* dan *Reflux Ratio* kemudian mengklik (*Done*).



Gambar 13. Hasil Spesifikasi kolom distilasi

Setelah melakukan spesifikasi tahap terakhir hasil yang didapat belum *converged*. Dapat dilihat pada gambar 13. merupakan rangkuman dari spesifikasi yang di masukkan sebelumnya. Selanjutnya membuka *tab* pada bagian *monitor*.



Gambar 14. Lembar pada bagian *Monitor*

Terlihat dari hasil Gambar 14. yang telah di *Run* datanya didapatkan hasil perhitungan pada setiap iterasi dan juga profil temperature, tekanan dan *flowrate* pada setiap *stage* dalam bentuk grafik. Untuk mengetahui apakah hasil yang didapat sesuai atau tidak, masuk pada bagian *worksheet* untuk mengetahui komposisi pada setiap *flowrate*.

2.2 Optimizer

Dalam rangka mengoptimalkan penggunaan energi, pemerintah telah mengeluarkan kebijakan energi nasional yang meliputi kebijakan penyediaan energi yang optimal dan melaksanakan konservasi, melaksanakan diversifikasi

dalam memanfaatkan energi, menetapkan harga energi ke arah harga keekonomian, dan pelestarian lingkungan. Kebijakan konservasi energi dimaksudkan untuk meningkatkan penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi kuantitas energi yang memang benar-benar diperlukan. Upaya konservasi energi dapat diterapkan pada seluruh tahap pemanfaatan, mulai dari pemanfaatan sumber daya energi sampai pada pemanfaatan akhir, dengan menggunakan teknologi yang efisien dan membudayakan pola hidup hemat energi.

Hysys berisi *Optimizer steady state multi-variabel*. Apabila *flowsheet* telah dibangun dan solusi konvergensi telah diperoleh, selanjutnya dapat menggunakan *Optimizer* untuk menemukan operasi kondisi yang meminimalkan (atau memaksimalkan) suatu fungsi tujuan. Optimasi metode yang sekarang tersedia yang memberikan proses insinyur yang diperlukan alat untuk melakukan terus - menerus studi perbaikan proses. optimasi studi mengarah langsung ke peningkatan kinerja pabrik, pabrik yang proses operasinya efisien dan untuk meningkatkan nilai profit. Optimasi melibatkan 'model ekonomi' terdiri dari Laba Fungsi dan kendala operasional. *Hysys* berisi *optimizer multi- variabel* yang *flowsheet* telah dibuat dan mendapatkan solusi konvergensi yang telah diperoleh, dan dapat menggunakan *optimizer* untuk menemukan kondisi operasi yang meminimalkan atau memaksimalkan sebuah fungsi tujuan.

- a. Variabel Primer adalah variabel yang *flowsheet* nilai-nilai yang dimanipulasi untuk meminimalkan (atau memaksimalkan) yang fungsi tujuan . Dapat menetapkan batas atas dan bawah untuk variabel utama, yang digunakan untuk mengatur rentang pencarian.
- b. Tujuan Fungsi adalah fungsi yang menjadi diminimalkan atau dimaksimalkan. Fungsi harus didefinisikan dalam Spreadsheet, hal ini memungkinkan pengguna banyak fleksibilitas dalam mendefinisikan fungsi.
- c. Fungsi Kendala adalah ketidaksetaraan dan kesetaraan fungsi yang didefinisikan dalam Spreadsheet. Dalam memecahkan fungsi tujuan, *optimizer* juga harus memenuhi batasan yang ditetapkan oleh pengguna.

Desain berorientasi objek *Hysys* membuat pengoptimal sangat kuat, karena memiliki akses ke berbagai variabel proses untuk suatu studi optimasi. *Optimizer* ini memiliki *Spreadsheet* sendiri untuk mendefinisikan fungsi obyektif, serta setiap bentuk kendala menjadi dapat digunakan. Fleksibilitas dari pendekatan ini memungkinkan untuk membangun suatu fungsi dan tujuan yang memaksimalkan keuntungan serta meminimalkan utilitas atau meminimalkan *Heat Exchanger (HE)*. Terminologi berikut digunakan dalam menggambarkan *Optimizer* tersebut. Kemampuan untuk menentukan tidak hanya bagaimana melakukan Pengoptimalan dari suatu fungsi yang sudah diatur, tetapi juga bagaimana suatu *optimizer* mencapai target. Dalam mengatur parameter seperti *Optimization Skema* yang digunakan, diperlukan jumlah maksimum iterasi dan toleransi.