

Seminar Nasional

Ambarukmo, 26 Oktober 2002

Tema Seminar:
*Peningkatan Kualitas Penelitian MIPA dan Pendidikan MIPA di Era
Globalisasi*

Proceeding

ISBN 979-96880-1-9

Dewan Penyunting :

Dr. Hari Sutrisno

Paidi, M.Si.

Rr. Eny Kuswandari, ST

Sukardiyono, M.Si

Suardi, M.Si

Ali Mahmudi, M.Pd

Lay Out Inner dan Outer Cover

Paidi, M. Si

Alamat Dewan Penyunting:
Kampus FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta,
Karangmalang, Yogyakarta

Telp. (0274) 548203, Fax. (0274) 540713

Telp. (0274) 586168 psw. 216, 218

Semua artikel yang dimuat dalam Prosiding ini sepenuhnya merupakan pendapat dan tanggung jawab penulis, bukan tanggung jawab anggota Dewan Penyunting.

KARAKTERISTIK DENSITAS GAS KONDENSAT

Oleh : Supahar dan Sukardiyono
Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY

ABSTRAK

Kajian tentang karakteristik densitas gas kondensat bertujuan untuk mengetahui sifat fisika gas kondensat akibat perubahan tekanan dan temperaturnya. Metode analisisnya meliputi (a) proses penentuan karakteristik Heptana plus, yaitu : temperatur kritis C_{7+} (T_{cC7+}), tekanan kritis C_{7+} (P_{cC7+}), dan faktor asentris C_{7+} (ω_{C7+}) menggunakan persamaan Riazi dan Duabert; (b) proses pemisahan flash untuk menentukan komposisi gas hidrokarbon pada tekanan (p) dan temperatur (T), dan (c) penentuan factor kompresibilitas gas (factor z) menggunakan persamaan SRK. Berdasarkan kurva karakteristik densitas gas kondensat diketahui bahwa : penurunan tekanan semu tereduksi akan diikuti dengan penurunan densitas semu tereduksi secara linear. Sebaliknya, penurunan temperatur semu tereduksi pada reservoir gas kondensat akan diikuti dengan kenaikan densitas semu tereduksinya.

PENDAHULUAN

Studi tentang sifat fisika minyak dan gas bumi (migas) terus dilakukan oleh para ilmuwan seiring dengan berlangsungnya kegiatan eksplorasi migas. Untuk mempelajari sifat fisika para ilmuwan menggunakan model persamaan keadaan, yakni suatu bentuk persamaan empirik yang menyatakan hubungan timbal balik antara tekanan (p), volume (V), dan temperatur (T). Hubungan pVT untuk fluida nyata menjadi sangat esensial dalam menghitung sifat-sifat fisika fluida baik pada komponen tunggal (*pure component*) maupun pada multi-komponen (*mixture*).

Gas kondensat merupakan gas nyata yang mempunyai energi internal sebagai fungsi dari temperatur (T), dan tekanan (p) dengan memperhitungkan tenaga ikat antar molekul-molekul gas. Jika gas kondensat ini diproduksi maka akan berubah menjadi dua fasa yaitu gas dan cairan apabila tekanan turun hingga di bawah titik embun (*dew point*).

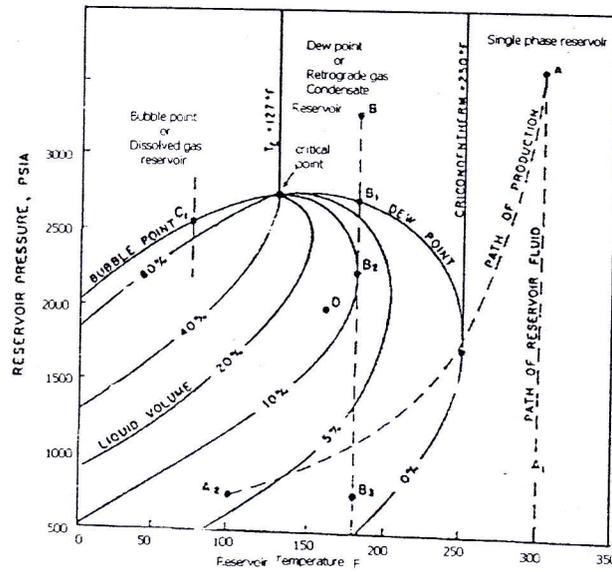
Kajian terhadap perilaku fasa gas kondensat pada dasarnya adalah untuk merepresentasikan sifat-sifat fisika seperti densitas, factor kompresibilitas, porositas, dan viscositas sistem gas kondensat terhadap perubahan tekanan secara kuantitatif. Kaidah-kaidah yang digunakan adalah persamaan keadaan, dan hukum keadaan yang berhubungan dan prinsip-prinsip termodinamika. Dalam pembahasan ini akan dipelajari tentang karakteristik densitas gas kondensat terhadap perubahan komposisi, temperatur, dan tekanan menggunakan persamaan keadaan Soave-Redlich-Kwong.

Reservoir gas kondensat mempunyai temperatur mula-mula antara titik kritik (T_c) dan *krikondenterm*. Selama gas diproduksi, lintasan produksi memasuki daerah dua fasa sehingga terjadi kondensasi di dalam reservoir. Cairan kondensat yang terbentuk di dalam reservoir merupakan cairan yang tidak bergerak (*immobile*) karena saturasinya belum mencapai saturasi kritik.

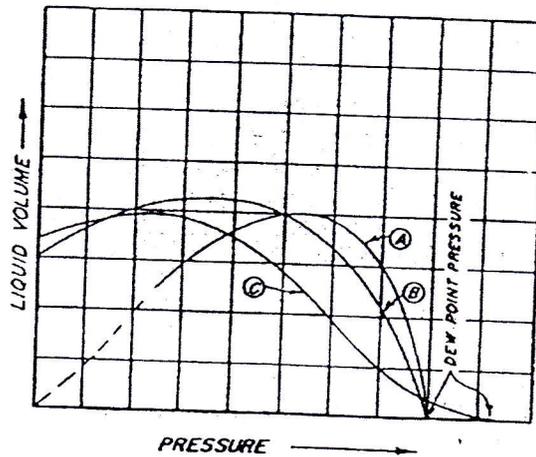
Berikut akan diamati perilaku fasa fluida dari kondisi pada titik B ke kondisi titik B₃ seperti terlukis pada Gambar 1. Pada titik B, fluida reservoir berada pada fasa gas. Apabila fluida reservoir diproduksi secara *isothermal*, maka tekanan reservoir akan turun mengikuti lintasan isothermal $\overline{BB_3}$. Pada titik B₁ mulai terbentuk titik-titik embun dan apabila proses

produksi terus berjalan, maka saat mencapai pada kondisi titik B_2 volume cairan kondensat telah mencapai maksimum 10% dari volume total hidrokarbon. Dari kondisi pada titik B_2 , volume cairan kondensat terus-menerus berkurang hingga akhirnya pada kondisi di titik B_3 kembali terjadi proses penguapan.

Perilaku sistem gas kondensat di dalam daerah dua fasa umumnya dinyatakan dalam kurva hubungan antara jumlah dari fasa cair dalam keadaan setimbang dengan tekanan sistem, seperti dilukiskan pada Gambar 2. Kurva A dalam gambar tersebut menjelaskan hubungan prosentase volume cairan dan tekanan untuk proses flash liberation dengan komposisi keseluruhan tetap. Kurva B dan C memperlihatkan karakteristik sistem pada proses differential liberation dengan volume total sistem dijaga konstan selama penurunan tekanan. Kurva ini ditentukan dalam kondisi temperatur reservoir sehingga dapat digambarkan saturasi cairan hidrokarbon yang terbentuk dalam batuan reservoir sebagai akibat reduksi tekanan.



Gambar 1 Diagram P-T fasa fluida Reservoir



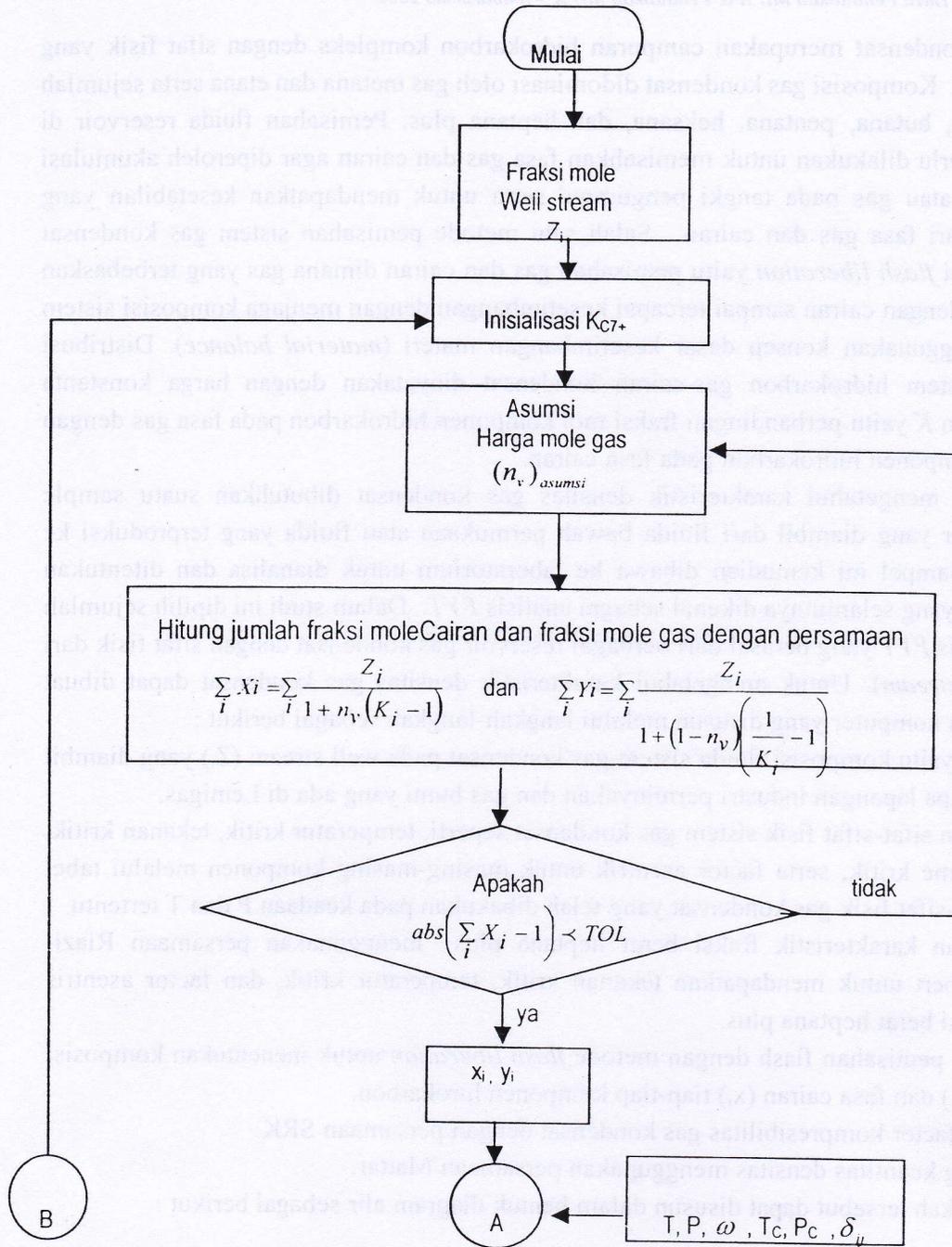
Gambar 2 Kelakuan fasa gas kondensat pada keadaan dua fasa

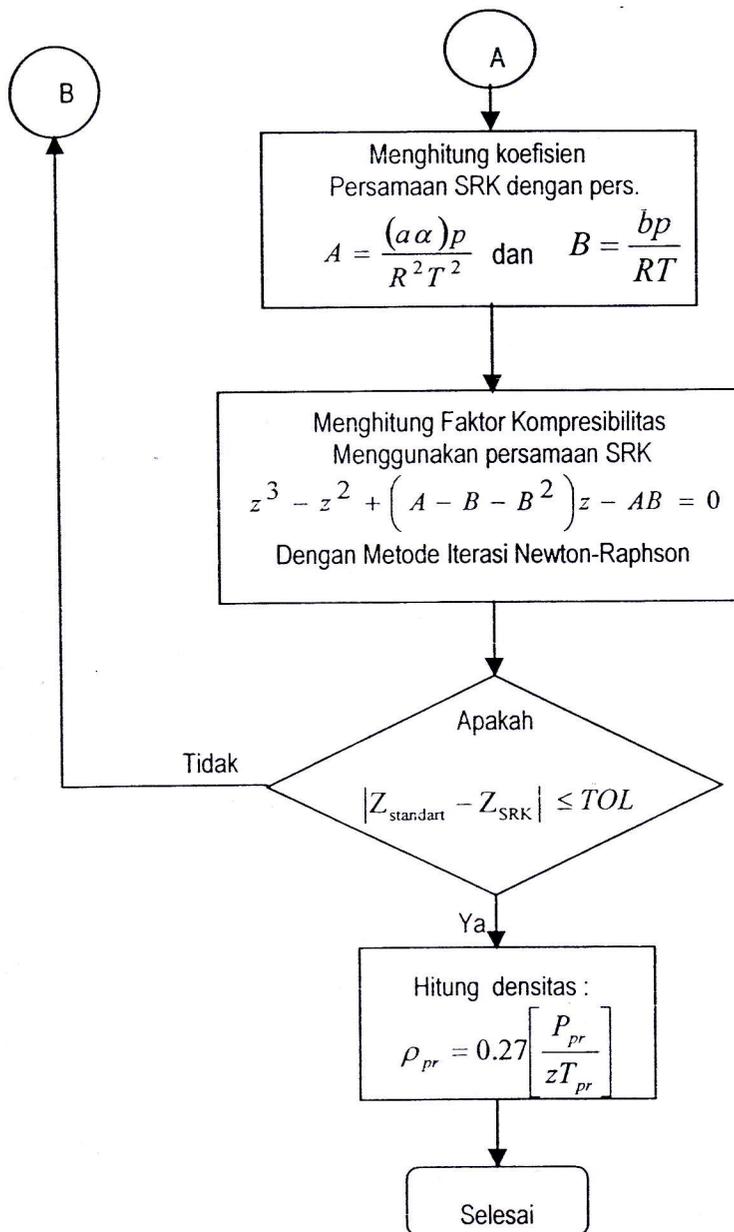
Gas kondensat merupakan campuran hidrokarbon kompleks dengan sifat fisik yang berbeda-beda. Komposisi gas kondensat didominasi oleh gas metana dan etana serta sejumlah kecil propana, butana, pentana, heksana, dan heptana plus. Pemisahan fluida reservoir di permukaan perlu dilakukan untuk memisahkan fasa gas dan cairan agar diperoleh akumulasi minyak tanah atau gas pada tangki pengumpul serta untuk mendapatkan kesetabilan yang maksimum dari fasa gas dan cairan. Salah satu metode pemisahan sistem gas kondensat adalah melalui *flash liberation* yaitu pemisahan gas dan cairan dimana gas yang terbebaskan tetap kontak dengan cairan sampai tercapai kesetimbangan dengan menjaga komposisi sistem konstan, menggunakan konsep dasar kesetimbangan materi (*material balance*). Distribusi komposisi sistem hidrokarbon gas-cairan kondensat dinyatakan dengan harga konstanta kesetimbangan K yaitu perbandingan fraksi mol komponen hidrokarbon pada fasa gas dengan fraksi mol komponen hidrokarbon pada fasa cairan.

Untuk mengetahui karakteristik densitas gas kondensat dibutuhkan suatu sample fluida reservoir yang diambil dari fluida bawah permukaan atau fluida yang terproduksi ke permukaan. Sampel ini kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisa dan ditentukan sifat-sifatnya yang selanjutnya dikenal sebagai analisis *PVT*. Dalam studi ini dipilih sejumlah sampel analisis *PVT* yang berasal dari berbagai reservoir gas kondensat dengan sifat fisik dari sumur (*well stream*). Untuk mengetahui karakteristik densitas gas kondensat dapat dibuat suatu program komputer yang disusun melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Data input yaitu komposisi fluida sistem gas kondensat pada well stream (Z_i) yang diambil dari beberapa lapangan industri perminyakan dan gas bumi yang ada di Lemigas.
2. Menentukan sifat-sifat fisik sistem gas kondensat seperti, temperatur kritik, tekanan kritik, volume kritik, serta factor asentrik untuk masing-masing komponen melalui tabel sifat-sifat fisik gas kondensat yang telah dibakukan pada keadaan P dan T tertentu.
3. Menentukan karakteristik fraksi berat heptana plus menggunakan persamaan Riazi-Duabert untuk mendapatkan tekanan kritik, temperatur kritik, dan factor asentris fraksi berat heptana plus.
4. Melakukan pemisahan flash dengan metode *flash liberation* untuk menentukan komposisi fasa gas (y_i) dan fasa cairan (x_i) tiap-tiap komponen hidrokarbon.
5. Penentuan factor kompresibilitas gas kondensat dengan persamaan SRK.
6. Menghitung kuantitas densitas menggunakan persamaan Mattar.

Langkah-langkah tersebut dapat disusun dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :





Gambar 3. Diagram alir Penentuan sifat densitas gas kondensat

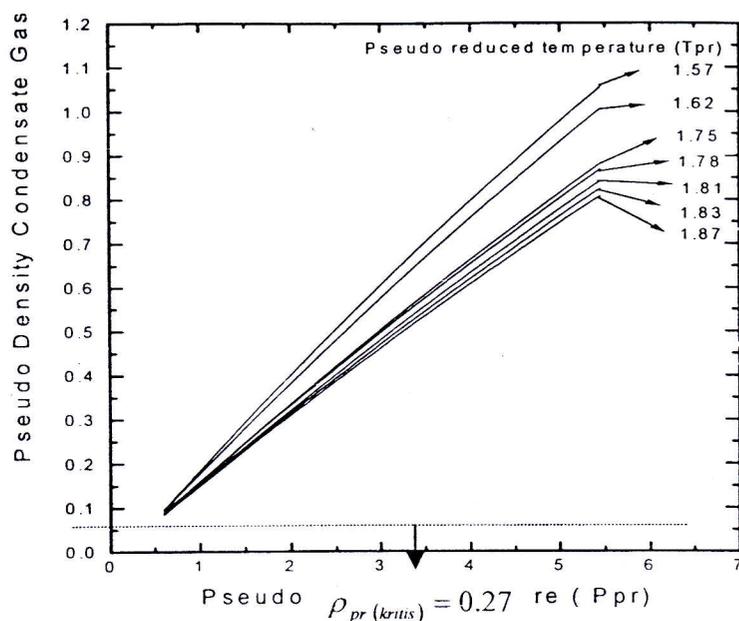
Analisis data pada pembahasan ini meliputi, perhitungan factor kompresibilitas dan densitas gas kondensat yang dilakukan melalui simulasi numerik. Data keluaran hasil simulasi penentuan densitas diolah menggunakan program Microcal Origin. Berdasarkan kurva $\rho_{pr}(P_{pr}, T_{pr})$ dapat dilakukan analisis karakteristik sifat fisika densitas gas kondensat untuk menjawab permasalahan seperti yang dikemukakan dalam rumusan masalah di atas.

PEMBAHASAN

Secara umum penurunan tekanan semu tereduksi selalu diikuti dengan penurunan densitas semu tereduksi juga. Kurva yang menghubungkan antara densitas semu

tereduksi (ρ_{pr}) dengan tekanan semu tereduksi (P_{pr}) pada temperatur semu tereduksi (T_{pr}) yang konstan berupa garis lurus yang cenderung berubah secara linier. Dengan kata lain, dapat dikatakan bahwa antara densitas semu tereduksi (ρ_{pr}) berbanding lurus dengan tekanan semu tereduksinya (P_{pr}). Secara fisis, hal ini dapat dijelaskan bahwa ketika gas diproduksi dengan volume wadah (*sepanjang pipa produksi*) konstan massa gas (*jumlah partikel*) cenderung berkurang karena terjadinya proses pengembunan di sepanjang perjalanannya. Gas dan cairan kondensat dalam proses produksinya dipisahkan melalui separator, bagian cairan dialirkan kembali ke reservoir sedangkan gas kondensat yang tersisa diteruskan untuk diproduksi. Keadaan ini terus berlangsung di sepanjang pipa produksi, sehingga massa gas (*jumlah partikel*) yang terproduksi sampai dipermukaan lebih kecil dibandingkan dengan massa gas sebelumnya ketika masih berada di pipa produksi. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa penurunan massa gas kondensat (*jumlah partikel*) sepanjang pipa produksi sebanding dengan penurunan tekanan gas saat diproduksi sehingga densitas gas kondensat juga menurun.

Di samping itu, dapat diketahui pula bahwa pada tekanan semu tereduksi (P_{pr}) yang sama densitas semu tereduksi berubah naik nilainya ketika temperatur semu tereduksinya turun. Dengan kata lain, keadaan densitas semu tereduksi berbanding terbalik dengan temperatur semu tereduksinya. Secara teknis dalam proses produksi gas kondensat, suatu gas kondensat dapat diproduksi bilamana temperatur reservoir lebih besar dari temperatur kritisnya. Pada keadaan ini kondensat fasa gas dan fasa cair berada pada keadaan seimbang, sehingga sulit untuk dipisahkan ikatan-ikatan molekulnya. Untuk mengatasi keadaan ini, dalam proses produksi temperatur reservoir harus dinaikkan sampai melampaui harga kritisnya dengan cara memanasi reservoir melalui proses pembakaran atau meyeptomatkan uap panas pada reservoir tersebut. Hal ini secara fisis dapat diterangkan, bahwa pemanasan resevoir yang dilakukan adalah untuk menurunkan densitas gas kondensat sedemikian rupa sehingga uap dan cairan kondensat dapat dipisahkan. Kalor yang diterima oleh kondensat digunakan untuk melemahkan ikatan molekul-molekul kondensat sehingga dalam keadaan dua fase ini (*fase cairan dan gas*) dapat dibebaskan gas kondensat untuk selanjutnya diproduksi. Berdasarkan kurva karakteristik densitas semu tereduksi di atas juga dapat diketahui bahwa, kemiringan (*gradien*) kurva karakteristik densitas semu tereduksi untuk beberapa keadaan temperatur tereduksi yang berbeda selalu berubah seirama dengan perubahan temperatur semu tereduksinya. Keadaan seperti ini dapat digunakan untuk memprediksikan bahwa dalam proses produksi ada batas-batas tertentu mengenai besar temperatur semu tereduksi yang diizinkan, yakni di antara batas kemiringan (*gradien*) maksimum dan minimum dari kurva karakteristik tersebut. Kurva Karakteristik perubahan temperatur semu tereduksi dan tekanan semu tereduksi pengaruhnya terhadap densitas semu tereduksi pada berbagai keadaan selengkapnya disajikan melalui kurva karakteristik Gambar 4.1.



Gambar 4. Karakteristik Densitas semu tereduksi sebagai fungsi dari tekanan semu tereduksi (P_{pr}) dan temperatur semu tereduksi (T_{pr})

SIMPULAN

Bertolak dari kurva karakteristik densitas semu tereduksi sebagaimana disajikan dalam pembahasan di depan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada gas kondensat, penurunan tekanan semu tereduksi akan diikuti dengan penurunan densitas semu tereduksinya secara linear.
2. Sebaliknya, penurunan temperatur semu tereduksi pada reservoir gas kondensat akan diikuti dengan kenaikan densitas semu tereduksinya. Untuk dapat diproduksi gas kondensat ini, gradien kurva karakteristik densitas semu tereduksi gas kondensat tidak boleh melampaui batas-batas maksimum dan minimum yang direkomendasikan menurut kurva karakteristiknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Tarek (1989) . *Hidrokarbon Phase Behavior*. Vol 7. Gulf Publishing Company : Houston.
- Donald L Katz, Robert L. Lee (1990). *Natural Gas Engineering* . Mc Graw-Hill Co : Singapore.
- Edmister, W.C and Lee, B.I (1984) . *Applied Hydrocarbon Thermodynamics* 2nd ed. Gulf Publishing Co. : Houston.
- Mc Cain, William D. Jr. (1990) .*The Properties of Petroleum Fluid* 2nd ed . Penn Well Publishing Co : Tulsa
- Nicholas, P. Chohey, (1994). *Handbook of Chemical Engineering Calculation* 2nd ed . McGraw-Hill Inc.
- Supahar . (2000) . *Penentuan Faktor Kompresibilitas gas Kondensat dengan Persamaan Soave-Redlich-Kwong*. HAGI : Bandung