



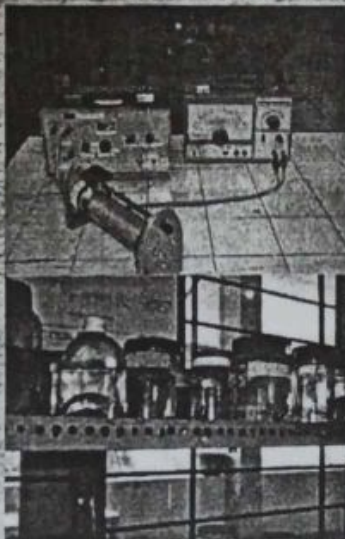
Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA

1 Agustus 2006, Hotel Natour Garuda - Yogyakarta

ISBN No. 979-99314-1-X

Bidang :

- Matematika dan Pendidikan Matematika
- Fisika dan Pendidikan Fisika
- Kimia dan Pendidikan Kimia
- Biologi dan Pendidikan Biologi



Penyelenggara :

FMIPA UNY
CPIU Dikti Depdiknas



Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Tahun 2006

Supahar
UNY

ASLI

**Prosiding Seminar Nasional
Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA
FMIPA UNY**

1 Agustus 2006, Hotel Natour Garuda

Bidang:

Fisika dan Pendidikan Fisika

ISBN No. 979-99314-1-X

Tema:

**Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA
Serta Perannya dalam Peningkatan Keprofesionalan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**Prosiding Seminar Nasional Penelitian,
Pendidikan dan Penerapan MIPA FMIPA UNY
1 Agustus 2006, Hotel Natour Garuda, Yogyakarta**

Publikasi ini dibuat dan diterbitkan oleh
FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)

Artikel-artikel dalam prosiding ini telah dipresentasikan dalam **Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA FMIPA** Pada Tanggal 1 Agustus 2006 di Hotel Natour Garuda, Yogyakarta

(Isi Artikel Diluar Tanggung Jawab Editor Dan Penerbit)

Ketua Panitia : Jaslin Ikhsan, Ph.D.

Editor:

Bidang:

Fisika dan Pendidikan Fisika : Yusman Wiyatmo, M.Si

Matematikan dan Pendidikan Matematika : Nurhadi, S.Si

Kimia dan Pendidikan Kimia : Sukisman Purtadi, M.Pd

Biologi dan Pendidikan Biologi : Yuni Wibowo, S.Pd

Alamat Redaksi:

Kampus Karangmalang, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
Telp. (0274) 548203, Fax. 90274) 540713

Gambar Sampul: Gedung Administrasi FMIPA, UNY

DAFTAR ISI

Sampul	i
Lembar Jenis Bidang Artikel	ii
Lembar Editor	iii
Sambutan-Sambutan	
Sambutan Ketua Panitia	iv
Sambutan Dekan FMIPA UNY	vi
Sambutan Rektor UNY	viii
Daftar Isi	ix
Makalah Seminar Nasional	
Makalah Utama	
Ilmu dan Teknologi Berkembang Melebur, Oleh: <i>Sutiman Bambang Sumitro</i>	F.1
Makalah Sidang Paralel	
1. Studi Awal Penerapan Lesson Study Di SMPN 4 Malang, Oleh : <i>Abdulloh Fuad</i>	F.6
2. Pemutaran Bidang Getar Gelombang Elektromagnetik, Oleh : <i>Alwi Rofi'i Shidiq dan Agus Purwanto</i>	F.11
3. Perbandingan Penyetaraan Vertikal Tes Keterampilan Proses Fisika Antara Teori Tes Klasik Dan Teori Tes Modern, Oleh: <i>Ani Rusilowati</i>	F.16
4. Analisis Frekuensi Dan Pola Dasar Frekuensi Gender Laras Slendro, Oleh: <i>Ary Nugraha, Sumarna, dan Agus Purwanto</i>	F.25
5. Analisa Tingkat Kenyamanan Penggunaan Ruang Kuliah Berdasarkan Distribusi <i>Sound Pressure Level</i> dan Perhitungan Waktu Dengung Gedung Unit II Fakultas MIPA U 'S, Oleh : <i>Budi Legowo, Agus Supriyanto, Widyaninggar</i>	F.30
6. Pengaruh Penggunaan Media Kartu Konsep Dengan Model Pembelajaran Deduktif Terhadap Prestasi Belajar Siswa Di SMA Kawung Surabaya Oleh: <i>Dwikoranto</i>	F.37
7. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Think-Pair-Share</i> Di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Sidoarjo, Oleh: <i>Dwikoranto</i>	F.48

22. Peran Pembelajaran Kooperatif Pada Pembelajaran Fisika Di Sekolah Menengah Pertama, Oleh: *Sukardiyono dan Yusman Wiyatmo* F.258
23. Estimasi Sifat Fisika Viscositas Hidrokarbon Gas Kondensat Berdasarkan Perubahan Tekanan Dan Temperatur Reservoir, Oleh: *Supahar* F.273
24. Upaya Peningkatan Kualitas Pembelajaran Sains/Fisika Di Sekolah Oleh: *Suparwoto* F.288
25. Penerapan Pendekatan Pembelajaran IQRA SEBAGAI Upaya Reduksi Miskonsepsi Fisika, Oleh: *Suparwoto, Jumadi dan Kuncoro AN.* F.297
26. Implementasi Lesson Study Pada Pembelajaran Kontekstual Model Siklus Belajar Materi Rangkaian Seri/Paralel di SMA Laboratoirum UM, Oleh: *Sutarman* F.314
27. Pertanyaan-Pertanyaan Produktif Pada Pembelajaran Topik Hipotesis de BROGLIE, Oleh: *Sutopo* F.323
28. Pengembangan *AUTHENTIC ASSESSMENT* Dalam Pembelajaran Fisika Dasar Yang Berorientasi Pada *LIFE SKILL* Dengan Pendekatan *CREATIVE LEARNING*, Oleh : *Suyoso, Dadan Rosana, Rahayu DSR, Subroto* F.333
29. Menata Proses Pembelajaran Yang Aktif Dan Menyenangkan Melalui "*LESSON STUDY*", Oleh: *Titin Supriyatin, Iyon Suyana, Hikmat* F.348
30. Komputasi Efisiensi Dan Linearitas Daya Optik Pada Pemisahan Longitudinal Serat Optik Indeks Undak Multiragam Dengan Metode Simpson, Oleh: *Warsono* F.360
31. Pengaruh Kepribadian / Pusat Pengendali (Locus Of Control), Motivasi Berprestasi Terhadap Hasil Belajar Matakuliah Gelombang Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta, Oleh: *Wirda Nilawati* F.374
32. Simulasi Numerik Tentang Radiasi Elektromagnetik Dari Antena Tingkap Oleh: *Yosaphat Sumardi* F.386
33. Kemungkinan Mengamati Hilal Bulan Sebagai Penerapan Pembelajaran IPBA Di Madrasah Tsanawiyah (SMP) Untuk Menetapkan Awal Bulan Hijriah, Oleh: *Slamet* F.398
34. Pergeseran Spektrum Pada Filamen Lampu Wolfram, Oleh: Oleh: *Lovy Amirla Dewi, Agus Purwanto, Heru Kuswanto* F.408
35. Modifikasi Sifat Fisis Bahan Dengan *Annealing*, Oleh: *Edi Istiyono* F.418



Estimasi Sifat Fisika Viscositas Hidrokarbon Gas Kondensat Berdasarkan Perubahan Tekanan Dan Temperatur Reservoir

Supahar
Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY

ASLI

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat fisika hidrokarbon gas kondensat melalui penentuan sifat viscositasnya terhadap perubahan tekanan, dan temperature reservoir. Viscositas gas ditentukan menggunakan hubungan korelasi A.J. Lee, M.H. Gonzales dan B.E. Eakin yang disimulasikan menggunakan bahasa pemrograman Fortran versi 3.1. Sampel penelitian berasal dari data Well stream sumur produksi hidrokarbon di Jawa Barat. Hasil penentuan Viscositas selanjutnya diplot menggunakan Program Microcal Origin Versi 5.1. Berdasarkan kurva hubungan antara viscositas dengan tekanan dan temperature reservoir diketahui bahwa, koefisien viscositas gas hidrokarbon pada tekanan tertentu harga koefisien viscositas mempunyai kecenderungan turun seiring dengan bertambahnya temperature reservoir.

Kata Kunci : Viscositas, Hidrokarbon gas kondensat

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Perekayasa kimia fisika khususnya, menyadari bahwa pengetahuan tentang sifat fisik fluida penting sekali dalam perancangan berbagai perlengkapan industri. Bahkan para fisikawan yang hanya bergelut dengan teori pun kadang-kadang harus "menyentuh tanah" dengan membandingkan teori terhadap sifat-sifat hasil pengukuran. Sifat-sifat fisik zat murni bergantung langsung pada keadaan alami molekul-molekul yang membentuknya. Generalisasi secara tuntas atas sifat-sifat fluida dengan demikian membutuhkan pemahaman yang lengkap tentang perilaku molekul, yang sampai sekarang belum kita miliki. Kendatipun sudah dipermasahkan sejak zaman dahulu, teori molekul belum diterima secara umum sampai sekitar awal abad kesembilan belas. Sejak itu, banyak keping-keping *Jigsaw puzzle* dalam perilaku molekul yang telah mendapatkan tempatnya, dan generalisasi yang ternyata bermanfaat meskipun belum lengkap telah mulai berkembang.

Viscositas dalam skala makro adalah suatu sifat dinamik dan tidak seimbang, sedang dalam skala mikro mencerminkan pengaruh gerak dan interaksi

Dipresentasikan dalam SEMINAR NASIONAL MIPA 2006 dengan tema "Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA serta Peranannya Dalam Peningkatan Keprofesionalan Pendidik dan Tenaga Kependidikan" yang diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY, Yogyakarta pada tanggal 1 Agustus 2006.

molekul yang dimiliki fluida. Metode untuk memperkirakan viskositas reservoir fluida dari variabel-variabel yang terukur telah dilakukan oleh **Beal, Standing, Chew dan Connally** dengan menghubungkan viskositas gas dengan temperatur, tekanan, specific gravity, dan rasio gas minyak (GOR). Di samping itu, **Carr, Kobayashi, dan Burrows dan Katz**, telah mengemukakan hubungan untuk viskositas reservoir gas sebagai fungsi dari temperatur, tekanan, dan gravitasi gas.

Seperti halnya dengan semua sifat-sifat fisika intensive, viskositas dinyatakan secara lengkap oleh fungsi sebagai berikut : $\mu = F(p, T, x_1, x_2, \dots, x_{n-1})$

dimana $\sum_{j=1}^n x_j = 1$ dan F adalah fungsi umum.

Pesamaan di atas secara sederhana menyatakan keadaan viskositas sebagai fungsi tekanan, temperatur, dan komposisi. Hubungan-hubungan sebelumnya dapat dipandang sebagai modifikasi dari persamaan ini. Asumsi-asumsi tersebut sangat praktis, sebab komposisinya sering tidak diketahui, dan asumsi-asumsi tersebut cukup valid sehingga hubungan ini dapat digunakan untuk perhitungan rekayasa reservoir.

Perhitungan viskositas fluida gas hidrokarbon pada penelitian ini memerlukan informasi tentang komposisi gas hidrokarbon yang diperoleh melalui perhitungan keseimbangan komposisi material yang benar dan lengkap. Dari sudut pandang praktis, "error" dari penggunaan data viskositas pada analisa reservoir fluida tidak diketahui secara pasti, tetapi secara kualitatif dapat dikatakan bahwa *error* mempunyai pengaruh besar terhadap komposisi untuk reservoir gas yang mudah menguap. Sebagai syarat estimasi kuantitatif tetapan *error* adalah dengan membuat hubungan komposisi yang reliabel untuk viskositas-viskositas reservoir gas.

Penelitian ini mencoba mengkaji perilaku viscositas gas menggunakan hubungan korelasi A.J. Lee, M.H. Gonzales dan B.E. Eakin. Hasil penentuan viscositas secara simulasi akan dikaji bagaimana perubahan viscositas gas hidrokarbon yang berasal dari berbagai sumur produksi di Jawa Barat terhadap perubahan tekanan p dan temperature T.

Rumusan Masalah

Secara operasional, permasalahan pokok yang ingin dikaji melalui penelitian ini adalah untuk mempelajari sifat fisika gas melalui penentuan sifat viscositas gas hidrokarbon berdasarkan perubahan tekanan dan temperatur reservoir. Secara simulasi menggunakan metode komputasi akan dikaji bagaimana pengaruh perubahan tekanan, dan temperatur reservoir gas hidrokarbon terhadap viscositasnya.

Tujuan Penelitian

Mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari sifat fisika hidrokarbon gas kondensat melalui penentuan sifat viscositasnya terhadap perubahan tekanan, dan temperature reservoir.

Kontribusi Penelitian

- a. Software yang dibuat dapat digunakan untuk menganalisis hasil uji pVT laboratorium Migas, yaitu untuk menentukan sifat fisika gas hidrokarbon terhadap perubahan temperature dan tekanan reservoir gas hidrokarbon.
- b. Hasil penentuan sifat viscositas gas hidrokarbon dapat dimanfaatkan pada industri perminyakan dan gas bumi, dalam rangka penyediaan data sifat fisika gas hidrokarbon.

Keterbatasan Penelitian

Pada penelitian ini pembahasan hanya dilakukan untuk menentukan viscositas gas pada tekanan tinggi, hal ini mengingat sample sumur gas kondensat yang diuji dalam penelitian ini berasal dari reservoir yang tergolong bertekanan tinggi.

KAJIAN PUSTAKA

Hidrokarbon Gas Kondensat

Dalam teknik perminyakan, dikenal ada lima tipe fluida reservoir yaitu, *black oil*, *Volatile oil* (minyak ringan), *retrograde gas* atau gas kondensat, gas

basah (*wet gas*), dan gas kering (*dry gas*). Identifikasi tipe fluida reservoir didasarkan pada klasifikasi harga spesifik gravity, initial producing GOR, dan warna fluida. Tipe fluida resevoir ini hanya dapat diketahui melalui observasi di laboratorium.

Gas hidrokarbon yang dihasilkan oleh reservoir gas kondensat merupakan peralihan antara minyak dan gas. Perbedaan antara ketiga jenis fluida reservoir minyak, gas, dan kondensat terletak pada sifat fisik yang merupakan perlakuan fasanya. Oleh karena itu gas kondensat juga memiliki sifat fisik yang merupakan peralihan dari sifat fisik minyak ke sifat fisik gas. Perbedaan ini dapat dilihat pada Tabel 1 yang memberikan harga-harga fraksi mol untuk masing-masing jenis fluida dan sifat fisik lainnya pada kondisi fasa tunggal. Pada reservoir gas kondensat komposisi hidrokarban didominasi oleh gas methana dan etana serta sejumlah kecil propana, butana, pentana, heksana, dan heptana plus.

Gas basah (*wet gas*) di definisikan sebagai hidrokarbon fasa gas yang terakumulasi di dalam suatu reservoir, yang hanya dapat berubah menjadi dua fasa, gas dan cairan apabila diproduksi ke permukaan (tidak mengalami perubahan bentuk fasa pada penurunan tekanan reservoir secara isoteremis). Gas ini berbeda dengan gas kering, dimana bila gas kering diproduksi ke permukaan atau terjadi penurunan tekanan reservoir akan tetap dalam bentuk fasa gas. Dalam hal ini gas kering (*dry gas*) didefinisikan sebagai hidrokarbon fasa gas yang terakumulasi dalam suatu reservoir yang baik dipermukaan maupun di dalam suatu reservoir tetap berada pada fasa gas.

Tabel 1 Komposisi fraksi mol komponen hidrokarbon dan sifat fisik fluida reservoir pada keadaan satu fasa ^{1,2,3)}

Komponen	Black oil	Volatile oil	Gas kondensat	Gas kering	Gas
C1	48,83	64,36	87,07	95,85	86,67
C2	2,75	7,52	4,39	2,67	7,77
C3	1,93	4,74	2,29	0,34	2,95
C4	1,60	4,12	1,74	0,52	1,73
C5	1,15	2,97	0,83	0,08	0,88
C6	1,59	1,38	0,60	0,12	-

C7 ⁺	42,15	14,91	3,80	0,42	-
BM C7 ⁺	225,00	181,00	112,00	157,00	-
GOR Scf/bbl	625,00	2000,00	18200,00	105000,00	Inf.
Tank gravity (°API)	34,30	50,10	60,80	54,70	-
Warna cairan	Greenish black	Medium orange	Light straw	Water white	-

Gas-Oil-Ratio (GOR) adalah perbandingan antara laju gas dengan cairan hidrokarbon yang dihasilkan dari sumur produksi. Secara kumulatif perbandingan gas-minyak (*Gas Oil Ratio atau GOR*) dapat digunakan sebagai indikasi mengenai tipe fluida yang terakumulasi di dalam reservoir.

Spesifik Gravity gas didefinisikan sebagai perbandingan antara rapat massa (density) gas terhadap rapat massa udara kering yang keduanya diukur pada tekanan dan temperatur sama. Secara matematis dirumuskan sebagai :

$$\text{Spesifik gravity } (\gamma_g) = \frac{\rho_g}{\rho_{udara}} \quad (2.1)$$

Gas kondensat dan minyak mentah dapat dibedakan berdasarkan °API Gravity dari cairan yang dihasilkan di separator. API Gravity dalam industri perminyakan didefinisikan sebagai:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{\gamma_o} - 131.5 \quad (2.2)$$

dimana γ_o adalah spesifik gravity pada 60°/60°F. Cairan kondensat umumnya mempunyai °API Gravity sangat tinggi, lebih besar dari 45°. Pada black oil °API Gravity lebih kecil dari 45°.

Warna yang dihasilkan oleh fluida reservoir juga dapat digunakan untuk membedakan jenis fluida satu dengan yang lainnya. Cairan yang dihasilkan oleh

reservoir gas kondensat mempunyai warna yang relatif lebih terang, kuning-kecoklatan atau kadang-kadang bening (tak berwarna) bila dibai (dingkan) dengan minyak mentah sebab minyak mentah biasanya berwarna gelap (*greenish black*).

Pemisahan Fluida Hidrokarbon Gas Kondensat

Fluida yang terproduksi dari sistem hidrokarbon gas kondensat merupakan campuran hidrokarbon kompleks dengan sifat-sifat fisik yang berbeda. 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. Makin besar prosentase fraksi mol berat maka makin besar pula akumulasi cairan yang akan diperoleh dan makin besar prosentase fraksi mol ringan maka gas yang diperoleh akan makin besar pula.

Dengan menggunakan konsep dasar kesetimbangan materi (*material balance*) yang dirumuskan sebagai :

$$nZ_i = y_i n_g + x_i n_l \quad \text{dan} \quad n_g + n_l = 1,$$

sehingga diperoleh persamaan :

$$\sum x_i = \sum \frac{Z_i}{1 + n_g(K_i - 1)} \quad (2.3)$$

$$\sum y_i = \sum \frac{Z_i}{1 + n_l(1/K_i - 1)} \quad (2.4)$$

dengan :

n = jumlah total mol campuran

n_g = jumlah mol fasa gas

n_l = jumlah mol fasa cair

Z_i = fraksi mol well stream

x_i = fraksi mol cairan kondensat komponen ke-i

y_i = fraksi mol gas kondensat komponen ke-l

K_i = konstanta kesetimbangan komponen ke-i

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. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$K_i = \frac{y_i}{x_i} \quad (2.5)$$

dengan :

- x_i = fraksi mol cairan kondensat komponen ke-i
- y_i = fraksi mol gas kondensat komponen ke-i
- K_i = konstanta kesetimbangan komponen ke-i

Faktor Kompresibilitas Gas (factor-Z)

Dranchuk dan Abou-Kas sem di dalam menyusun persamaan korelasi factor-z menggunakan data 1500 titik yang berasal dari grafik Standing-Katz. Persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z = & \left[A_1 + \frac{A_2}{T_{pr}} + \frac{A_3}{T_{pr}^3} + \frac{A_4}{T_{pr}^4} + \frac{A_5}{T_{pr}^5} \right] \rho_r \\ & + \left[A_6 + \frac{A_7}{T_{pr}} + \frac{A_8}{T_{pr}^2} \right] \rho_r^2 - A_9 \left[\frac{A_7}{T_{pr}} + \frac{A_8}{T_{pr}^2} \right] \rho_r^5 \\ & + A_{10} \left(1 + A_{11} \rho_r^2 \right) \frac{\rho_r^2}{T_{pr}^3} \text{Exp}(-A_{11} \rho_r^2) + 1 \end{aligned} \quad (2.6)$$

dimana :

$$\rho_r = \frac{0.27 P_{pr}}{z T_{pr}} \quad \text{dikenal sebagai factor densitas gas}$$

dengan :

$$T_{pr} = \frac{T}{\sum_i y_i T_{ci}} \quad \text{dan} \quad P_{pr} = \frac{P}{\sum_i y_i P_{ci}} \quad (2.7)$$

- Keterangan :
- p = tekanan
 - T = Temperatur
 - Z = factor kompresibilitas gas
 - T_{pr} = temperatur pseudoreduksi senyawa
 - P_{pr} = tekanan pseudoreduksi senyawa

$A_1 = 0.3265$	$A_4 = 0.01569$	$A_7 = -0.7361$	$A_{10} = 0.6134$
$A_2 = -1.070$	$A_5 = -0.05165$	$A_8 = 0.1844$	$A_{11} = 0.7210$
$A_3 = -0.5339$	$A_6 = 0.5464$	$A_9 = 0.1056$	

Persamaan korelasi Dranchuk dan Abou-Kassem dapat digunakan pada $1.0 < T_{pr} \leq 3.0$ untuk $0.2 \leq P_{pr} < 30$ dan $P_{pr} < 1.0$ untuk $0.7 < T_{pr} < 30$ dengan kesalahan rata-rata sebesar 0.6 persen terhadap grafik Standing-Katz.

Koefisien Viscositas

Pada Tekanan rendah, viskositas gas harus dihitung dalam komponen senyawa. Stiel dan Thodos menggunakan hubungan sebagai berikut :

$$\mu_j^* \xi_j = 34(10^{-5}) T_{rj}^{0.94} (T_{rj} < 1.5) \quad (2.8)$$

$$\mu_j^* \xi_j = 17,78(10^{-5}) (4,58 T_{rj} - 1,67)^{0.8} (T_{rj} > 1,5) \quad (2.9)$$

dimana:

$$T_{rj} = \frac{T}{T_{cj}} \quad \text{dan} \quad \xi_j = \frac{T_{rj}^{1.76}}{M_j^{1/2} P_{rj}^{2/3}}$$

Keterangan :

μ_j^* = viskositas gas pada komponen j pada tekanan rendah

ξ_j = parameter viskositas senyawa

T = temperatur absolut

T_{cj} = temperatur kritis absolut pada komponen j

M_j = berat molekul rata-rata pada komponen j

p_{cj} = tekanan kritis pada komponen j

T_{rj} = temperatur tereduksi pada komponen j

ξ_j = parameter viskositas pada komponen j

Perhitungan Viskositas Senyawa Gas pada Tekanan Rendah, diperlukan persamaan Herning dan Zipperer yang dirumuskan sebagai :

$$\mu^* = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j \mu_j^* \sqrt{M_j})}{\sum_{j=1}^n (x_j \sqrt{M_j})} \quad (2.10)$$

Keterangan :

μ^* = viskositas senyawa gas pada tekanan rendah

x_j = fraksi mol pada komponen j

Pada tahun 1954, Carr, Kobayashi, dan Burrows merekomendasikan hubungan Herning dan Zipperer :

$$\mu^* = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j \mu_j^* \sqrt{M_j T_{ij}})}{\sum_{j=1}^n (x_j \sqrt{M_j T_{ij}})} \quad \text{dan satu lagi dari Wilke :}$$

$$\mu^* = \sum_{j=1}^n \frac{\mu_j^*}{1 + \frac{1}{x_j} \sum_{k=1}^{k \neq j} (x_k \Phi_{jk})} \quad (2.11)$$

dimana $\Phi_{jk} = \frac{1 + \left\{ \left[\frac{\mu_j^*}{\mu_k^*} \right]^{1/2} \left\{ \frac{M_k}{M_j} \right\}^{1/4} \right\}^2}{\sqrt{2} \left[1 + \frac{M_j}{M_k} \right]^{1/2}}$; Φ_{jk} = suatu fungsi

Pada tekanan tinggi penentuan viskositas gas ditentukan menggunakan hubungan korelasi A.J. Lee , M.H. Gonzales dan B.E. Eakin yang dirumuskan sebagai :

$$\mu_g = A \text{Exp}(B \rho_g^C) (10^{-4}) \text{ centi poise} \quad (2.12)$$

dengan :

$$A = \frac{(9.379 + 0.01607 M_a) T^{1.5}}{209.2 + 19.26 M_a + T}$$

$$B = 3.448 + \frac{986.4}{T} + 0.01009 M_a$$

$$C = 2.447 - 0.2224 B$$

ρ_g (gm/cc) = densitas gas

M_a = berat Molekul

T = temperature ($^{\circ}$ R)

METODE PENELITIAN

Sampel Penelitian

Untuk mengetahui sifat fisik fluida reservoir dibutuhkan suatu sample atau contoh fluida reservoir dari hasil analisa PVT yang dilakukan oleh Pertamina

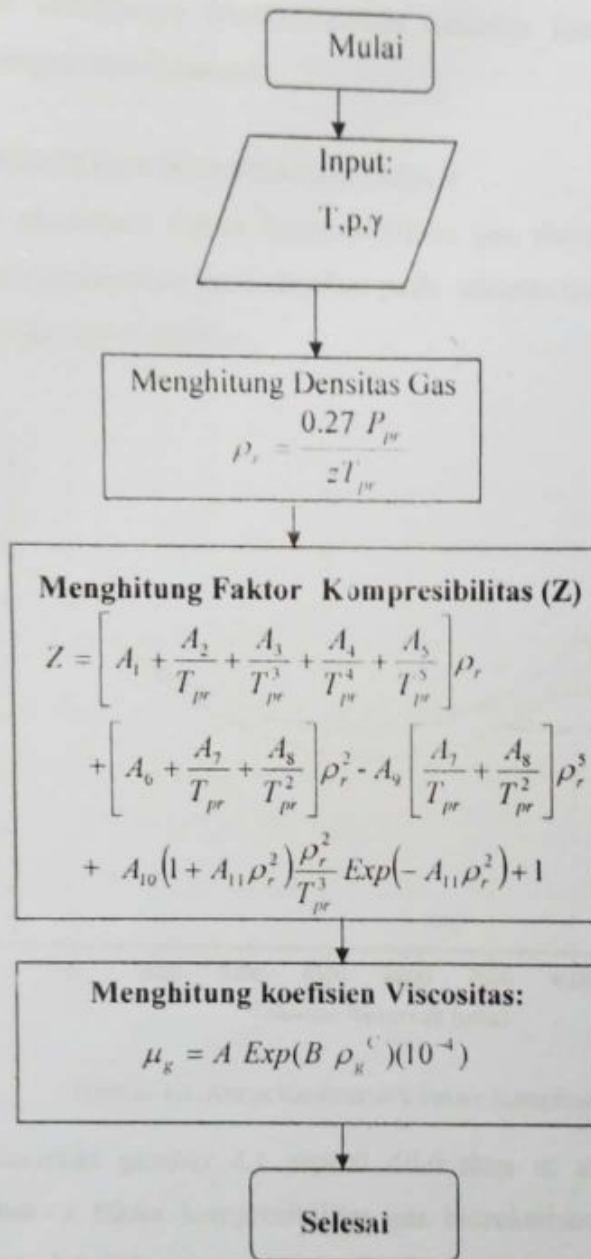
bekerjasama dengan Lemigas. Untuk keperluan penentuan koefisien viskositas gas hidrokarbon pada penelitian ini menggunakan data gas hidrokarbon dari sumur produksi Lapangan Pegadean dan Sindang yang berlokasi di Karangampel, Jawa Barat sebanyak empat sumur produksi dengan temperatur reservoir yang berbeda. Data selengkapnya disajikan dalam table berikut:

Tabel 3.1. Sifat Fisik Gas Hidrokarbon hasil analisis PVT lemigas.

fraksi mol (%)	SUMUR PRODUKSI			
	Sindang-07	Pegadean-08	Pegadean-03	Sindang-06
Methana	0.8603	0.6824	0.8396	0.8608
Ethane	0.0425	0.0975	0.0389	0.0475
Propane	0.0264	0.0993	0.0269	0.0286
i-Buthane	0.0057	0.0205	0.0075	0.0063
n-Buthane	0.0071	0.0252	0.0061	0.0076
i-pentane	0.0032	0.0085	0.0032	0.0030
n-penthane	0.0025	0.0062	0.0019	0.0023
Hexane	0.0035	0.0057	0.0028	0.0028
Hepthana Plus	0.0128	0.0150	0.0091	0.0083
Nitrogen	0.0218	0.0090	0.0413	0.0217
CO ₂	0.0142	0.0907	0.0227	0.0111
Temperatur	250 F	231 F	241.5 F	211 F
Specific Gravity	0.771	0.7899	0.7646	0.7538
API Gravity	51.85	47.46	53.39	56.02

Prosedur Perhitungan

Data input yang diperlukan pada perhitungan Viskositas meliputi : temperature (T), tekanan (p), dan Spesific grafiy(γ) reservoir.



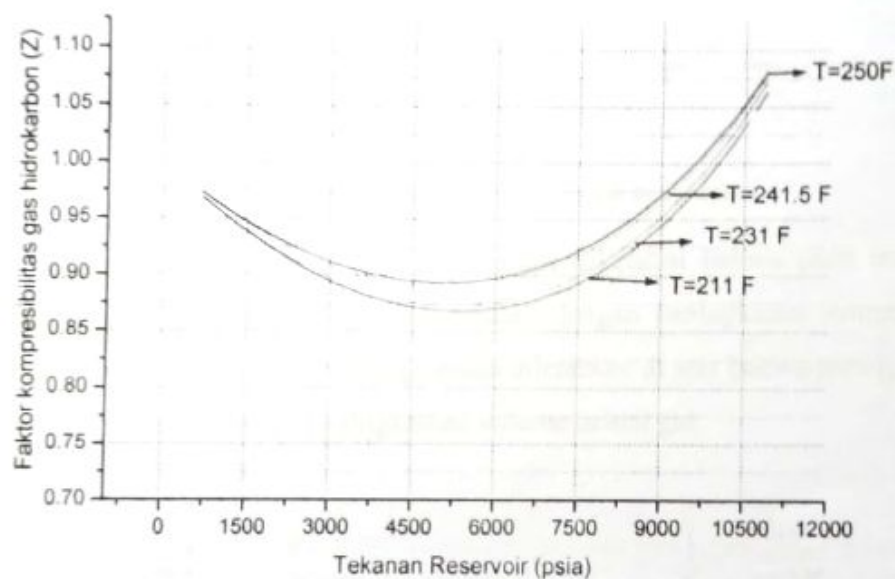
Teknik Analisa Data

Penentuan sifat Viscositas gas hidrokarbon dilakukan menggunakan software berbentuk simulator yang dikembangkan sendiri oleh peneliti. Hasil keluaran penentuan Viskositas selanjutnya dibuat kurva sebagai fungsi dari tekanan dan temperature untuk setiap komposisi hidrokarbon yang berbeda menggunakan program Microcal Origin Version 5.1. Kurva yang dihasilkan dari

penelitian ini selanjutnya dikonsultasikan terhadap teori yang relevan untuk mengetahui tingkat ketelitiannya.

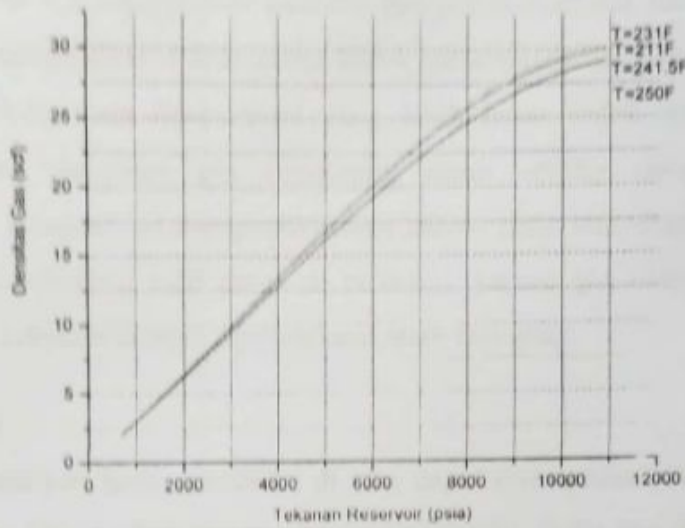
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penentuan Faktor kompresibilitas gas, densitas gas, dan koefisien Viscositas gas berdasarkan hasil simulasi pada tekanan dan temperature reservoir disajikan melalui kurva berikut.



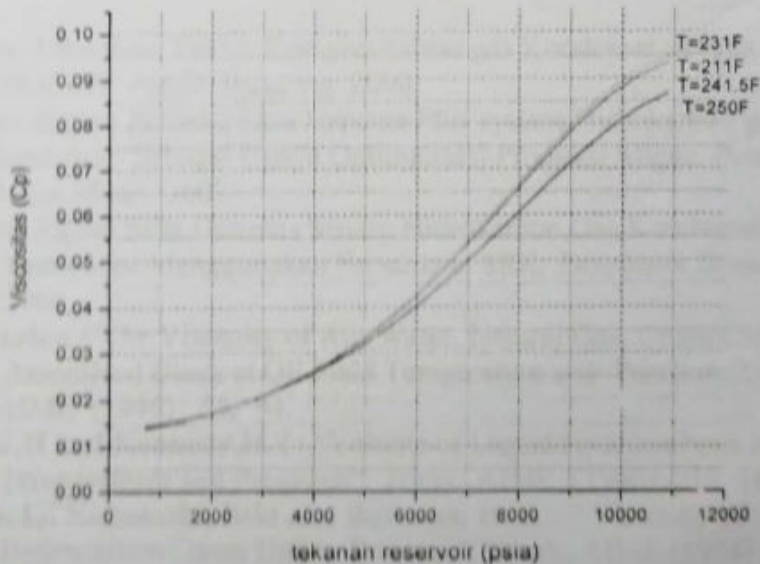
Gambar 4.1. Kurva Karakteristik Faktor Kompresibilitas

Berdasarkan gambar 4.1 seperti dilukiskan di atas secara fisis dapat dijelaskan bahwa faktor kompresibilitas gas hidrokarbon besarnya bergantung pada tekanan dan temperature reservoir. Pada tekanan konstan, besar factor kompresibilitas cenderung meningkat sebanding dengan tinggi temperaturnya. Secara mikroskopik, pertambahan temperature dapat menyebabkan adanya gaya interaksi antar molekul, sehingga jarak antar molekul bertambah. Pertambahan jarak antar molekul gas akan menyebabkan pertambahan volume actual gas dalam reservoir.



Gambar 4.2. Kurva Karakteristik densitas gas hidrokarbon

Berdasarkan gambar 4.2. di atas, dapat diketahui bahwa pada tekanan tertentu densitas gas cenderung turun sejalan dengan peningkatan temperature reservoir. Hal ini terjadi karena sebagaimana dijelaskan di atas bahwa peningkatan temperature reservoir dapat meningkatkan volume actual gas.



Gambar 4.3. Kurva Karakteristik koefisien Viscositas gas hidrokatbon

Gambar 4.3. menjelaskan keadaan perubahan koefisien viscositas terhadap tekanan dan temperature. Berdasarkan kurva karakteristik viscositas di atas, dapat diketahui bahwa pada temperature yang lebih besar untuk tekanan reservoir tertentu nilai viscositas gas cenderung turun seiring dengan penurunan temperature. Keadaan ini mengindikasikan bahwa pada temperature yang cukup tinggi gas hidrokarbon sulit untuk di produksi, karena gas hidrokarbon selama diperjalanan sebelum sampai dipermukaan telah menguap.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa, koefisien viscositas gas hidrokarbon secara simulasi sifat-sifat fisika gas diketahui bahwa pada tekanan tertentu harga koefisien viscositas mempunyai kecenderungan turun seiring dengan bertambahnya temperature reservoir. Hal ini terjadi karena pada jenis reservoir dengan temperature tinggi gas hidrokarbon yang dihasilkan oleh reservoir sudah menguap diperjalanan sebelum sampai di permukaan sumur produksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Supahar**. Penentuan Faktor Kompresibilitas gas Kondensat dengan Persamaan SRK.PIT. HAGI. Bandung .2000
2. **Supahar**. Kajian Perilaku Fasa Heptana Plus system Hidrokarbon gas Kondensat Sebagai Upaya Optimalisasi Produksi Migas. *Penelitian Dosen Muda*. 2002
3. **Supahar**. Kajian Sifat Densitas Sistem Hidrokarbon Gas Kondensat berbasis Komposisi Menggunakan Persamaan SRK. *Penelitian Dosen Muda* . 2004.
4. **Beal, Carlon** : "The Viscosity of Air, Water, Naturaj Gas, Crude Oil, and Its Associated Gases at Oil Field Temperature and Pressures", Trans., AIME (1946) 65, 94.
5. **Alani, G.H and Kennedy, H.T**: "Volume of Liquid Hydrocarbons at High Temperatures and Pressures", Trans., AIME (1960) 219, 288.
6. **Carr, N. L., Kobasashi, Riki and Burrows, D. B**, : " Viscosity of Hydrocarbon Gases Under Pressure", Trans., AIME (1954) 201, 270.
7. **Carr, N. L** : "Viscosity of Natural Gas Components and Mixtures", Re. Bull., Inst Gas Tech. (1953) No.23.
8. **Herning, F. and Zipperer, L.**: "Calculation of the Viscosity of Technical Gas Mixtures from the viscosity of Individual Gases", Gas u. Wasserfach (1936) 79, No. 49, 69.

9. Stiel, L. I. And Thodos, George: "The Viscosity of Nonpolar Gases at Normal Pressures", AICHE Jour. (1961) 7, 611.
10. Thodos, George : "Critical Constants Of Saturated Aliphatic Hydrocarbons", AICHE, Jour. (1955) 1, 168.
11. Katz, D. L., et al. : Handbook of Natural Gas Engineering, McGraw-Hill Book Co., New York (1959) Chap.4.
12. Kenney, M. J., Sarjant, R .J. and Thring, M. W.: "The Viscosity of Mixture of Gas at High Temperatures", Brit. J. Appl. Phys. (1956) 1, 324.
13. Lee, A. I., Starling, K E., Dolan, J. P. and Ellington, R.T.: "Viscosity Correlation for Light Hydrocarbon Systems", AICHE Jour. (1964) 10, 694.