



# Teknologi Mineral

---

Volume 20, Nomor 1, Juni 2007

---

**Pumis penunjuk letusan dahsyat gunung api: studi kasus pada Formasi Semilir di Pegunungan Selatan, Yogyakarta**

**Petrogeneses batuan vulkanik Formasi Kebo-Butak daerah Trembono Kecamatan Gedangsari Kabupaten Gunung Kidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta**

**Kajian geohidrologi pada Sumur Uji C4 di wilayah kerja PDAM Semarang**

**Pendugaan endapan mangan dengan metode geolistrik tahanan jenis 2-dimensi di daerah Karangnunggal, Tasikmalaya**

**Menetapkan *power* pada estimasi titik *inverse distance* dengan metode *cross validation***

**Perencanaan peralatan dipermukaan lapangan Panasbumi Silakitang untuk pembangkit 110 MW**

**Studi *CGIP Analysis Reservoir Gas Multilayer***

**Penyelarasan data PVT sumur X dengan menggunakan *software winprop***

**Penggunaan gelombang geser (s) pada Metoda Seismik Bias**

**Studi awal inventarisasi bahan galian industri di Kasihan dan sekitarnya, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur**

---



Jurnal Ilmu Kebumihan  
**Teknologi Mineral**

**PENANGGUNGJAWAB**

Dekan Fakultas Teknologi Mineral  
UPN "Veteran" Yogyakarta

**KETUA**

Ir. D. Haryanto, M.Sc., Ph.D

**DEWAN REDAKSI**

Prof.Drs. H.R. Bambang Soeroto., Dr.Ir. Sutanto, DEA., Dr.Ir. Sari Bahagiarti K, M.Sc.,  
Dr.Ir. Sudarmoyo, SE, MT., Dr.Ir. Dyah Rini, MT., Dr.Ir. Heru Sigit Purwanto, MT.,  
Ir. Helmy Murwanto, M.Si., Ir. Sudarsono, MT., Ir. Hadiyan, MT., Ir. Kresno, MT.,  
Ir. Moch. Winanto Adjie, M.Sc., Ir. F. Suhartono, M.Si., Ir. Andi Sungkowo, M.Si.

**SEKRETARIS**

Ir. Bambang Triwibowo, MT

**BENDAHARA**

Ir. R. Sukotjo, MT

**TATA GRAFIS DAN CETAK**

Ir. Bambang Bintarto, MT., Ir. Siti Umiyatun Choiriah, MT

**TATA USAHA**

Winarto, Iriyanti, Tutik Sukaryo Rini, Tukimin, Bambang Agusworo

**PENERBIT**

Fakultas Teknologi Mineral - Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta  
**JIK Tek Min** terbit secara berkala setiap semester: Juni dan Desember.

**ALAMAT REDAKSI / TATA USAHA**

Fakultas Teknologi Mineral, Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur Yogyakarta 55283  
Telp. (0274) 487813, 487814 Fax. (0274) 487813,  
E-mail : triwibowo@plasa.com

**DICETAK OLEH**

Unit Pelaksana Teknik Penerbitan UPN "Veteran" Yogyakarta



Jurnal Ilmu Kebumihan  
**Teknologi Mineral**

**Daftar Isi**

<b>Pumis penunjuk letusan dahsyat gunung api: studi kasus pada Formasi Semilir di Pegunungan Selatan, Yogyakarta</b> Gendoet Hartono dan Mulyono	1
<b>Petrogenesis batuan vulkanik Formasi Kebo-Butak daerah Trembono Kecamatan Gedangsari Kabupaten Gunung Kidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta</b> Prihantoro, Bambang Prastistho, Sutanto, dan Udi Hartono	11
<b>Kajian geohidrologi pada Sumur Uji C4 di wilayah kerja PDAM Semarang</b> Purwanto	22
<b>Pendugaan endapan mangan dengan metode geolistrik tahanan jenis 2-dimensi di daerah Karangnunggal, Tasikmalaya</b> Winda, Untung Sukamto, Putu Gede	31
<b>Menetapkan <i>power</i> pada estimasi titik <i>inverse distance</i> dengan metode <i>cross validation</i></b> Kresno	43
<b>Perencanaan peralatan di permukaan lapangan Panasbumi Silakitang untuk pembangkit 110 MW</b> Eko Widi Pramudiodhadi	53
<b>Studi <i>CGIP Analysis Reservoir Gas Multilayer</i></b> Agus Widiyarso, Bambang Bintarto, Avianto Kabul Pratiknyo	64 ✓
<b>Penyelarasan data PVT sumur X dengan menggunakan <i>software winprop</i></b> Joko Pamungkas dan Robby Supit	74 ✓
<b>Penggunaan gelombang geser (s) pada Metoda Seismik Bias</b> Suharsono	81
<b>Studi awal inventarisasi bahan galian industri di Kasihan dan sekitarnya, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur</b> Yatini	93



## Penyelarasan data PVT sumur X dengan menggunakan software winprop

Joko Pamungkas<sup>\*)</sup> dan Robby Supit<sup>\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta  
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur Yogyakarta 55283 Telp (0274) 486056

<sup>\*\*)</sup> Alumni Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta

### Abstract

*PVT data is one of the important thing to input, in reservoir simulation that involve the reservoir fluid composition. Analysis of fluid phase behavior from the PVT data need to initialize the simulation of the reservoir system. Result of this analysis then will be use into the GEM compositional simulator or the black-oil simulator IMEX, that will give the feature of the real reservoir characteristic condition.*

### Abstrak

*Pada simulasi reservoir yang melibatkan komposisi fluida reservoir, data PVT merupakan salah satu masukan penting. Analisa kelakuan fasa fluida dari data PVT diperlukan sebagai simulasi awal dari suatu sistim reservoir. Hasil analisa selanjutnya dapat digunakan dalam simulator komposisional GEM ataupun simulator black-oil IMEX, yang akan memberikan gambaran kondisi karakteristik reservoir sesungguhnya.*

Kata-kata kunci: penyelarasan, simulasi, persamaan keadaan, tekanan saturasi, regresi.

### PENDAHULUAN

WinProp dari CMG (Computer Modeling Group) adalah program komputer aplikasi "persamaan keadaan" (equation of state atau EOS) kesetimbangan multi-fasa dan penentuan sifat-sifat fisika fluida reservoir. Keistimewaan WinProp adalah teknik-teknik untuk karakterisasi komponen berat/akhir (splitting) dari fluida minyak dan gas bumi, pengelompokan (lumping) komponen, penyelarasan data PVT laboratorium melalui regresi, simulasi awal dan misibilitas kontak berganda, pembuatan diagram fasa, pemodelan presipitasi aspal dan lilin, perhitungan perubahan komposisi bertahap seperti simulasi proses aliran.

Eksperimen laboratorium yang terdapat dalam WinProp meliputi rekombinasi minyak dan gas separator, pengukuran kompresibilitas, constant composition expansion (CCE), pembebasan diferensial (differential liberation), uji separator, constant volume depletion (CVD), dan swelling test.

WinProp dapat digunakan untuk menganalisa kelakuan fasa sistim-sistim reservoir gas dan minyak, dan menghasilkan sifat-sifat fisika komponen untuk simulator komposisional GEM, simulator black oil IMEX, dan simulator uap dan panas tambahan STARS.

### METODE

Analisa kelakuan fasa menggunakan simulator komersial WinProp dari CMG. Data masukan

menggunakan: (1) data hasil analisa komposisi fluida, dan (2) data PVT hasil pengukuran secara eksperimen di laboratorium terhadap percontohan (sample) fluida reservoir minyak dari sumur X. Lebih dahulu dilakukan splitting komponen C7+, selanjutnya penyelarasan (matching) data PVT dan tekanan saturasi (bubble-point) melalui regresi dengan pembobotan (weight) pada tekanan saturasi, dan parameter fisik fluida sampai diperoleh penyelarasan terbaik.

Regresi dari WinProp ini digunakan untuk "memperbaiki" (tune) persamaan keadaan (EOS) menjadi selaras dengan pengukuran-pengukuran eksperimen. Parameter yang digunakan dalam regresi adalah sifat-sifat fisika dan koefisien-koefisien interaksi komponen.

Persamaan keadaan (EOS) yang dipakai di dalam WinProp menggunakan bentuk umum dari cubic equation of state.

$$p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2 + vb(1+c) - cb^2}$$

atau

$$p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{(v + \delta_1 b)(v + \delta_2 b)}$$

Dimana :

$$2\delta_1 = (1+c) - \sqrt{(1+c)^2 + 4c}$$

$$\delta_1 \delta_2 = -c$$



Persamaan di atas menjadi persamaan keadaan Peng-Robinson (*PR*) bila  $c = 1$ , dan menjadi persamaan keadaan Soave-Redlich-Kwong (*SRK*) bila  $c = 0$ .

## HASIL

Hasil analisis kelakuan fasa fluida reservoir dari percontoh sumur X menggunakan simulator *WinProp* dari *CMG*, diperoleh penyesuaian terbaik pada tekanan saturasi (*bubble-point*) 1451,56 psia pada suhu reservoir 199 °F.

Komposisi komponen fluida hasil penyesuaian (*matching*) diberikan pada Tabel 1. Sifat lain yang

dihasilkan adalah sifat-sifat fisika dan koefisien-koefisien interaksi komponen disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Gambar 1 sampai dengan Gambar 7 memperlihatkan hasil simulasi *DL* (*differential liberation*) dan *CCE* (juga disebut *pressure volume relations*) untuk penyesuaian data *PVT* dari hasil pengukuran eksperimen. Gambar 8 memperlihatkan hasil simulasi diagram fasa *P-T* fluida reservoir sumur X setelah penyesuaian data *PVT* melalui regresi, dimana kurva-kurva di dalam daerah dua fasa (*phase boundary*) menunjukkan kurva-kurva *isovol* dalam persen (%).

Tabel 1. Penyesuaian Komposisi Komponen Fluida Reservoir dari Sumur X

Component	Mole Percent		
	Laboratory <sup>2)</sup>	Simulation	
CO <sub>2</sub>	0,21	0,21	
N <sub>2</sub>	0,03	0,03	
C <sub>1</sub>	24,62	24,62	
C <sub>2</sub>	4,96	4,96	
C <sub>3</sub>	9,32	9,32	
iC <sub>4</sub>	2,26	2,26	
nC <sub>4</sub>	3,46	3,46	
iC <sub>5</sub>	1,28	1,28	
nC <sub>5</sub>	1,22	1,22	
fC <sub>6</sub>	1,60	1,60	
C <sub>07-C10</sub>	( C <sub>7+</sub> ) 51,04	Pseudo-component	22,03
C <sub>11-C14</sub>			12,52
C <sub>15-C18</sub>			7,12
C <sub>19-C22</sub>			4,05
C <sub>23+</sub>			5,33
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	
<b>Properties of heptanes plus:</b>			
API Gravity @ 60 °F		36,00	
Molecular Weight		189,0	
Specific Gravity @ 60/60 °F		0,8431	

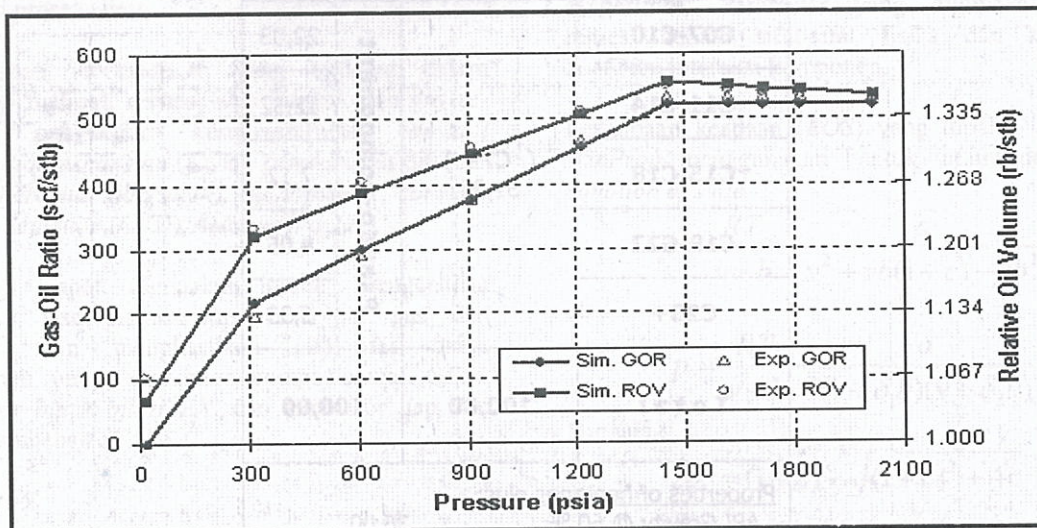


Tabel 2. Sifat Fisika Komponen Fluida Reservoir dari Sumur X

Name	HC	Pc (atm)	Tc (°K)	Acent. Fact.	Vc (l/mol)	MW	Parachor	SG	Tb (°F)	Vc (Visc.)	Vol. Shift	Omega A	Omega B
CO2	3	72,8	304,2	0,225	0,094	44,01	78,0	0,818	-109,21	0,094	-0,09434672	0,4572355	0,0777961
N2	0	33,5	126,2	0,040	0,090	28,01	41,0	0,809	-320,35	0,090	-0,12838834	0,4572355	0,0777961
C1	1	45,4	190,6	0,008	0,099	16,04	77,0	0,300	-258,61	0,099	-0,15364479	0,4572355	0,0777961
C2	1	48,2	305,4	0,098	0,148	30,07	108,0	0,356	-127,57	0,148	-0,10210346	0,4572355	0,0777961
C3	1	41,9	369,8	0,152	0,203	44,10	150,3	0,507	-43,69	0,203	-0,07330094	0,4572355	0,0777961
iC4	1	36,0	408,1	0,176	0,263	58,12	181,5	0,563	10,67	0,263	-0,05706875	0,4572355	0,0777961
nC4	1	37,5	425,2	0,193	0,255	58,12	189,9	0,584	31,19	0,255	-0,05705589	0,4572355	0,0777961
iC5	1	33,4	460,4	0,227	0,306	72,15	225,0	0,625	82,13	0,306	-0,03446267	0,4572355	0,0777961
nC5	1	33,3	469,6	0,251	0,304	72,15	231,5	0,631	96,89	0,304	-0,03446267	0,4572355	0,0777961
fC6	1	32,5	507,5	0,275	0,344	86,00	250,1	0,690	146,93	0,344	-0,00499200	0,4572355	0,0777961
C07-C10	1	29,0	584,9	0,362	0,429	115,10	331,2	0,767	260,35	0,429	0,04942252	0,4572355	0,0777961
C11-C14	1	20,8	676,7	0,533	0,625	138,08	477,1	0,820	424,37	0,625	-0,06617838	0,4572355	0,0777961
C15-C18	1	16,7	743,4	0,683	0,805	227,31	609,1	0,858	551,58	0,805	0,02281755	0,4572355	0,0777961
C19-C22	1	13,9	797,1	0,817	0,975	283,42	727,3	0,887	658,27	0,975	0,03633838	0,4572355	0,0777961
C23+	1	9,8	896,0	1,064	1,362	495,84	947,9	0,940	856,89	1,362	0,02290969	0,4572355	0,0777961

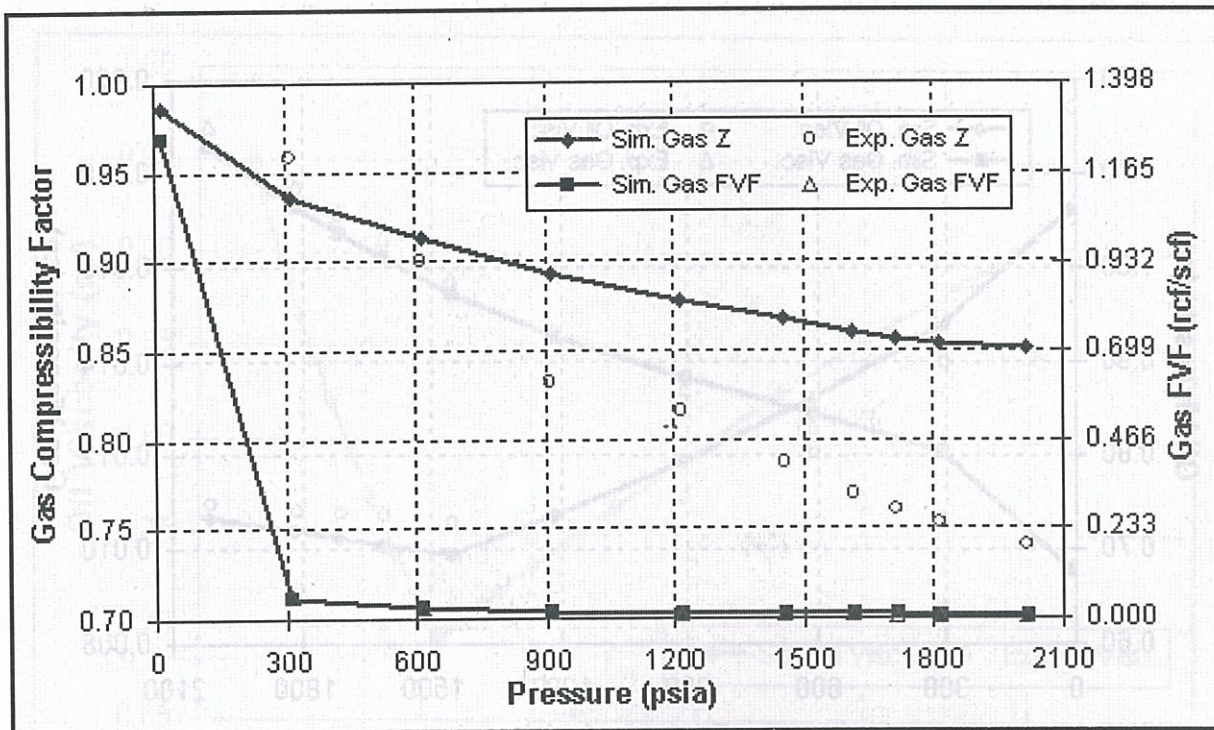
Tabel 3. Koefisien Interaksi Komponen Fluida Reservoir dari Sumur X

Name	CO2	N2	C1	C2	C3	iC4	nC4	iC5	nC5	fC6	C07-C10	C11-C14	C15-C18	C19-C22	C23+
CO2	zero														
N2	-0,0200	zero													
C1	0,1030	0,0310	zero												
C2	0,1300	0,0420	0,0024	Zero											
C3	0,1350	0,0910	0,0077	0,0015	zero										
iC4	0,1300	0,0950	0,0141	0,0049	0,0010	zero									
nC4	0,1300	0,0950	0,0132	0,0044	0,0008	0,00001	zero								
iC5	0,1250	0,0950	0,0188	0,0078	0,0025	0,00034	0,0005	zero							
nC5	0,1250	0,0950	0,0185	0,0077	0,0024	0,00031	0,0005	0,000001	zero						
fC6	0,1500	0,1200	0,0228	0,0105	0,0041	0,00108	0,0013	0,000205	0,0002	zero					
C07-C10	0,1500	0,1200	0,0314	0,0167	0,0083	0,00358	0,0040	0,001708	0,0018	0,0007	zero				
C11-C14	0,1500	0,1200	0,0488	0,0303	0,0186	0,01111	0,0119	0,007588	0,0077	0,0053	0,0021	zero			
C15-C18	0,1500	0,1200	0,0623	0,0414	0,0277	0,01843	0,0194	0,013829	0,0140	0,0107	0,0059	0,0010	zero		
C19-C22	0,1500	0,1200	0,0736	0,0510	0,0358	0,02515	0,0263	0,019763	0,0200	0,0160	0,0100	0,0029	0,0006	zero	
C23+	0,1500	0,1200	0,0949	0,0695	0,0519	0,03916	0,0406	0,032461	0,0327	0,0277	0,0196	0,0090	0,0041	0,0017	zero

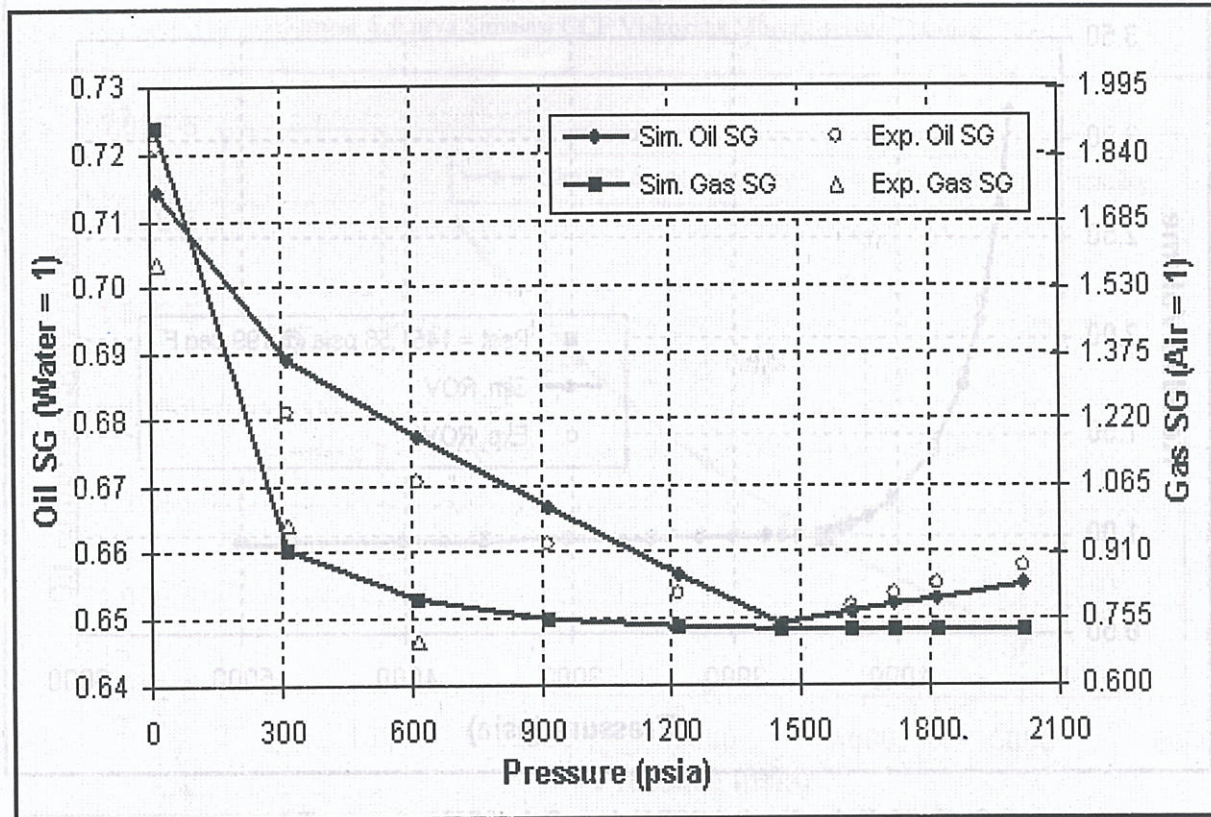


Gambar 1. Kurva Simulasi DL GOR & FVF Minyak versus Tekanan



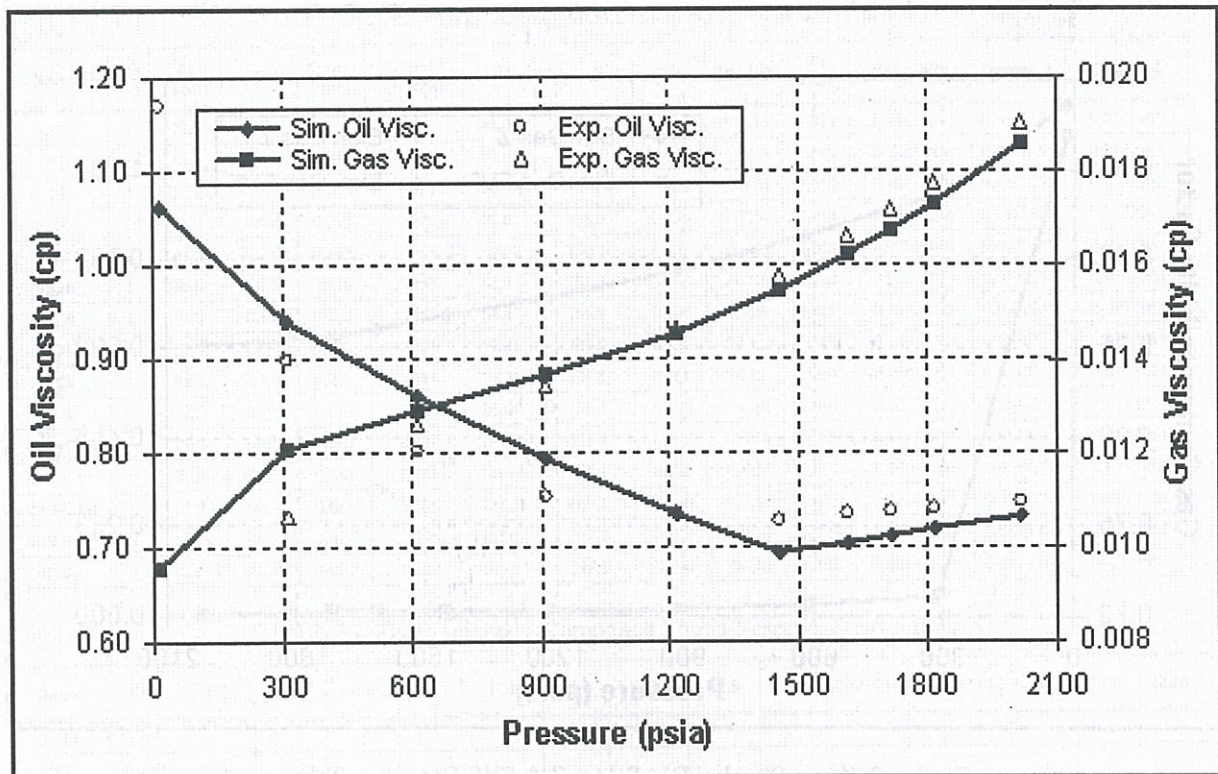


Gambar 2. Kurva Simulasi DL Faktor-Z & FVF Gas versus Tekanan

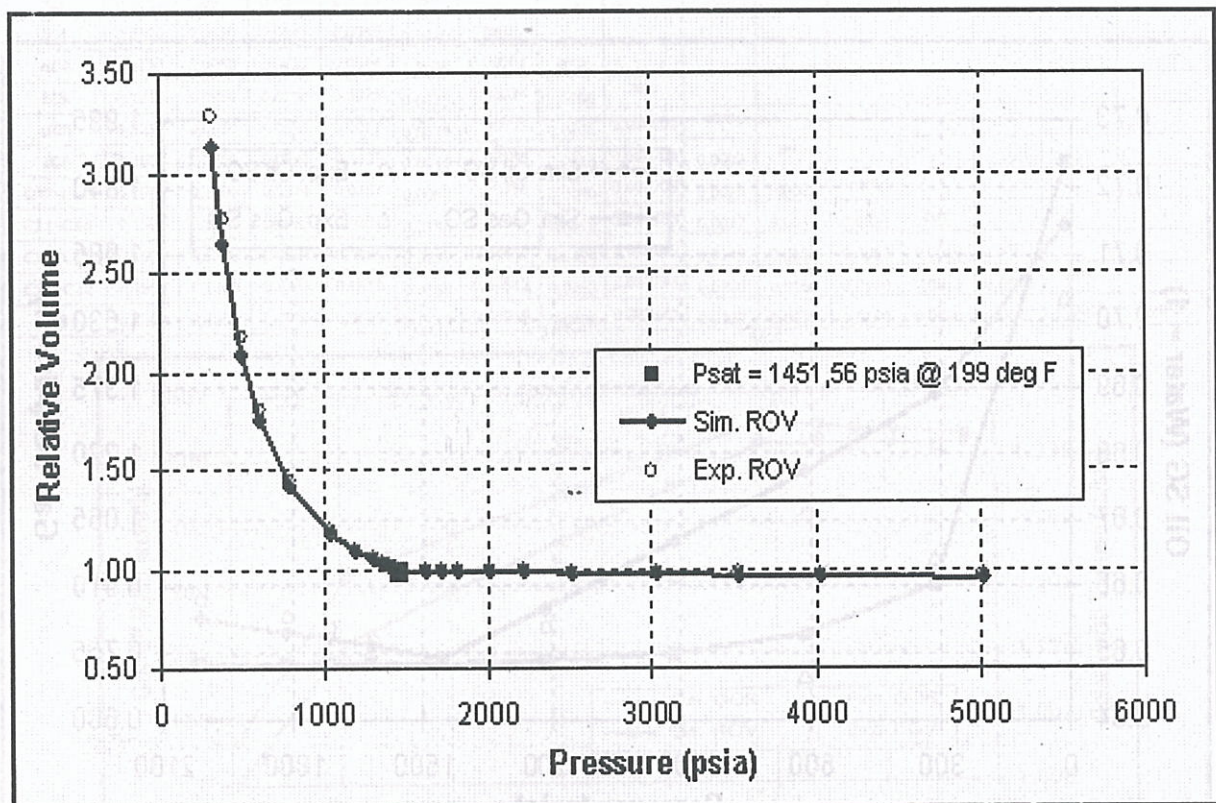


Gambar 3. Kurva Simulasi DL SG Minyak & Gas versus Tekanan



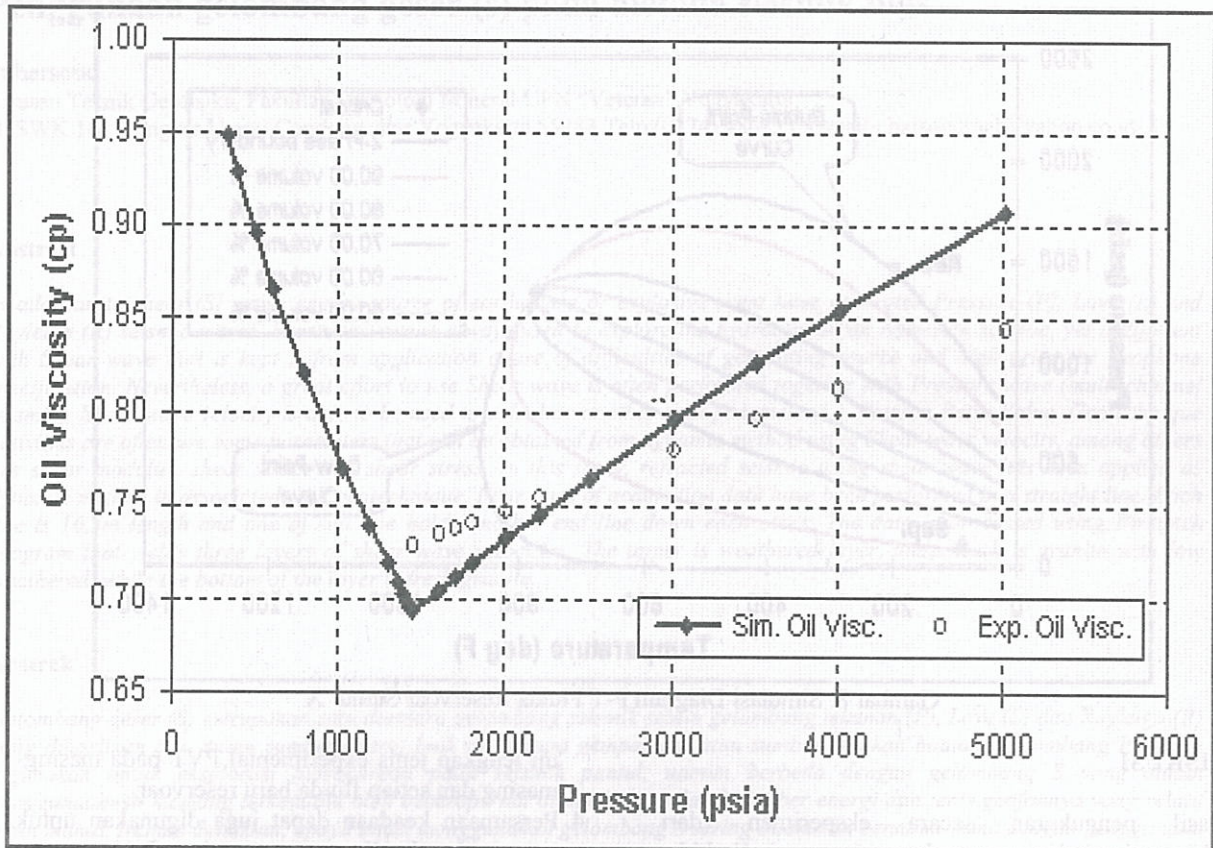


Gambar 4. Kurva Simulasi DL Viskositas Minyak & Gas versus Tekanan

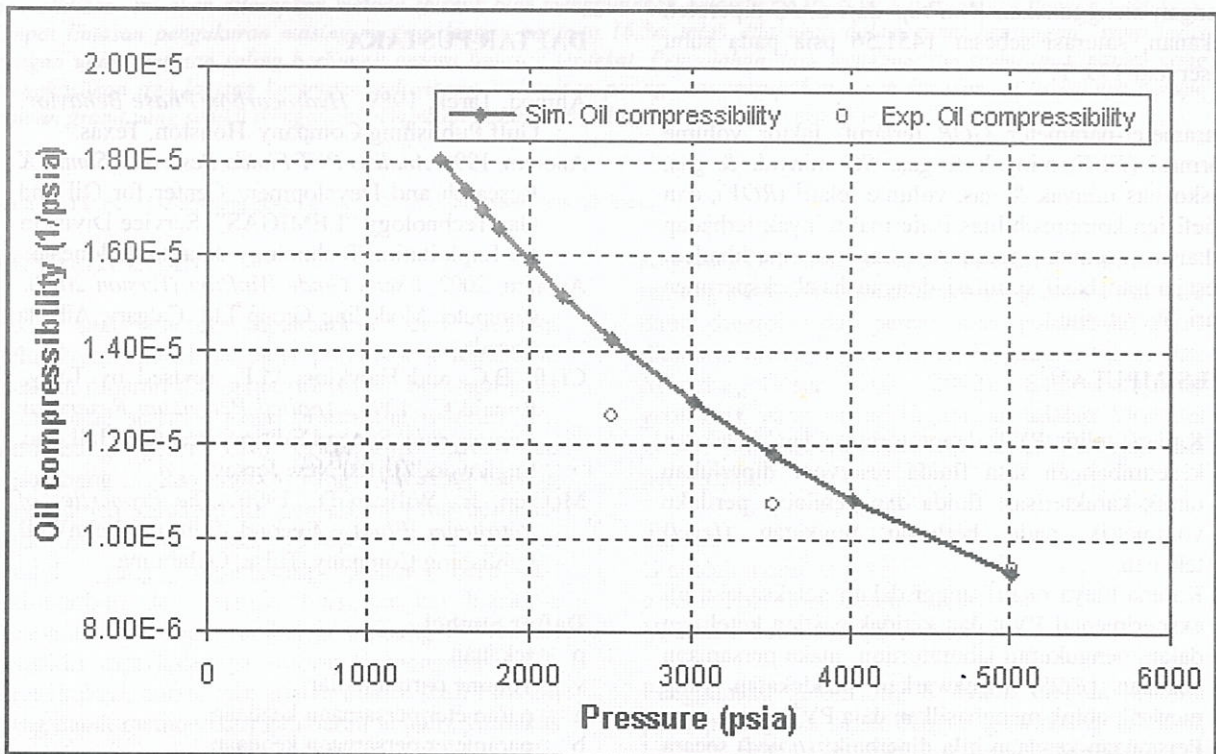


Gambar 5. Kurva Simulasi CCE Volume Relatif (V/Vsat) versus Tekanan



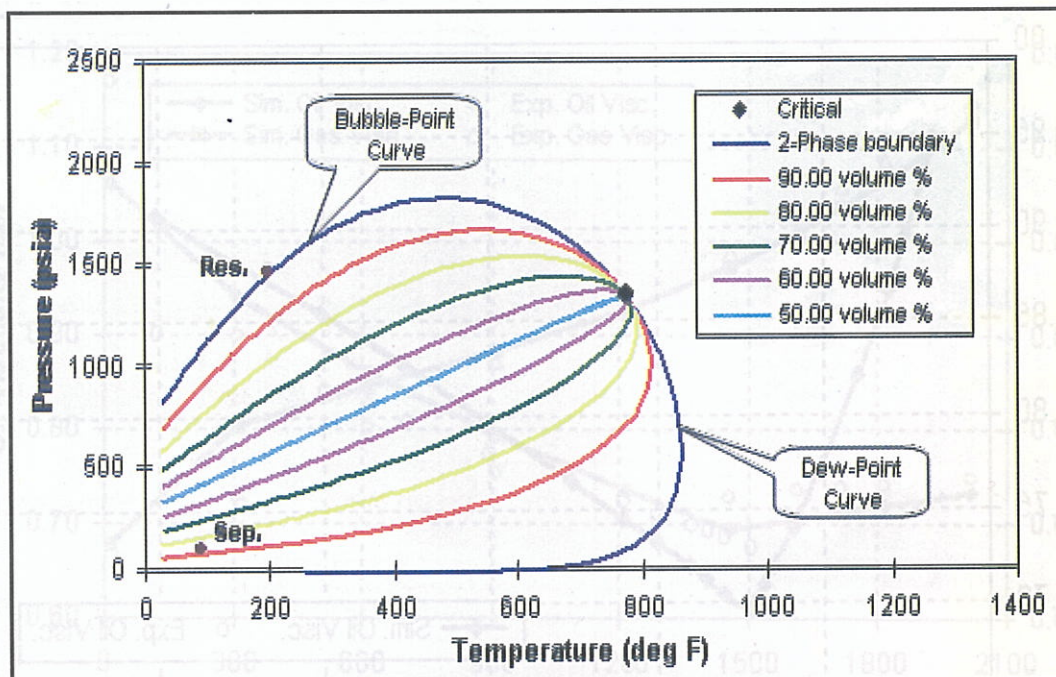


Gambar 6. Kurva Simulasi CCE Viskositas Minyak versus Tekanan



Gambar 7. Kurva Simulasi CCE Kompresibilitas Minyak versus Tekanan





Gambar 8. Simulasi Diagram P-T Fluida Reservoir Sumur X

## DISKUSI

Hasil pengukuran secara eksperimen (dari laboratorium) besarnya tekanan saturasi (*bubble-point*) adalah 1437 psig (1451,65 psia). Sedangkan hasil regresi akhir analisa kelakuan fasa (PVT) dengan menggunakan *WinProp* dari *CMG* diperoleh tekanan saturasi sebesar 1451,56 psia pada suhu reservoir 199 °F.

Parameter-parameter *GOR* terlarut, faktor volume formasi (*FVF*) minyak & gas, *SG* minyak & gas, viskositas minyak & gas, volume relatif (*ROV*), dan koefisien kompresibilitas isothermal minyak terhadap tekanan, semua parameter ini memperlihatkan keselarasan hasil simulasi dengan hasil eksperimen dari laboratorium.

## KESIMPULAN

1. Kajian teliti PVT laboratorium dan kelakuan kesetimbangan fasa fluida reservoir diperlukan untuk karakterisasi fluida dan penilaian perilaku volumetrik pada berbagai tingkatan (*level*) tekanan.
2. Karena biaya relatif tinggi dalam pelaksanaan uji eksperimental PVT dan ketidak-pastian ketelitian dalam pengukuran laboratorium, maka persamaan keadaan (*EOS*) menawarkan pendekatan yang menarik untuk menghasilkan data PVT.
3. Persamaan keadaan bila diperbaiki (*tuned*) secara tepat, mampu mensimulasikan sifat-sifat PVT fluida reservoir secara memadai, dan konsekuensinya dapat menghemat waktu serta biaya dengan meniadakan kebutuhan melakukan

uji lengkap jenis experimental PVT pada masing-masing dan setiap fluida baru reservoir.

4. Persamaan keadaan dapat juga digunakan untuk mengecek kualitas percontohan fluida yang dikumpulkan, dan ketelitian relatif kebanyakan uji-uji PVT laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Tarek, 1989. *Hydrocarbon Phase Behavior*. Gulf Publishing Company. Houston, Texas.
- Anonim, 1996. *Analisis PVT Fluida Reservoir Sumur X* Research and Development Center for Oil and Gas Technology "LEMIGAS", Service Division for Exploitation Technology. Jakarta, Indonesia.
- Anonim, 2002. *User's Guide WinProp (Version 2002)*. Computer Modelling Group Ltd. Calgary, Alberta Canada.
- Craft, B.C. and Hawkins, M.F., revised by Terry, Ronald C., 1991. *Applied Petroleum Reservoir Engineering*. Second Edition. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- McCain, Jr., William D., 1990. *The Properties of Petroleum Fluids*. Second Edition. PennWell Publishing Company. Tulsa, Oklahoma.

## Daftar Simbol

- $p$  = tekanan  
 $v$  = volume partial molar  
 $a$  = parameter persamaan keadaan  
 $b$  = parameter persamaan keadaan  
 $c$  = parameter persamaan keadaan  
 $\delta_1$  = parameter persamaan keadaan  
 $\delta_2$  = parameter persamaan keadaan