

PENGARUH TEKANAN DAN SUHU TERHADAP FAKTOR KOMPRESSIBILITAS GAS ALAM (STUDI KASUS GAS ALAM RUMAH TANGGA)

Muhamad Bob Anthony¹ Prawoto²

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya
Jl. Jalan Raya Serang, Kota Serang, Banten 42116

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila
Jl. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta 12640
Email: tonipbm@yahoo.com drprawoto@yahoo.com

Abstrak – Penggunaan rumus perhitungan faktor kompresibilitas gas alam secara manual dan hanya menggunakan satu parameter saja yaitu tekanan (P) oleh pihak penjual gas untuk pelanggan rumah tangga mengakibatkan adanya ketidaknyamanan dan pertanyaan dari masyarakat sebagai pelanggan gas terhadap keakuratan, keabsahan dan kehandalan rumus tersebut dikarenakan seharusnya faktor kompresibilitas gas alam dipengaruhi juga oleh suhu (T). Penelitian ini dilakukan di badan metrologi gas jakarta yang mempunyai standar internasional yaitu EN 12405 dan AGA NX19. Data yang didapat kemudian diolah dan dianalisa menggunakan program SPSS versi 16. Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa tersebut didapat bahwa suhu (T) juga mempunyai pengaruh terhadap faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m) tetapi karena nilainya sangat kecil sekali maka pengaruh ini dapat diabaikan.

Kata kunci: Tekanan, Suhu, Faktor kompresibilitas, Gas alam rumah tangga

Abstract – The use of the formula to calculate natural gas compressibility factors manually and using only one parameter i.e. pressure (P) which used by the gas seller for residential customers caused any discomfort and questions from the public as gas customers about its accuracy, validity and reliability because compressibility factors of natural gas should be influenced by temperature (T) too. The research was conducted in jakarta gas metrology department which certified Internationally i.e. EN 12405 and AGA NX19. The data were then processed and analyzed using SPSS version 16. Based on the research results, it is obtained that the temperature (T) has influence on compressibility factor (Z_b/Z_m) but because its value is very small then the effect can be ignored.

Keywords: Pressure, Temperature, Compressibility factor, Residential natural gas

PENDAHULUAN

Gas alam merupakan senyawa hidrokarbon yang terdiri dari campuran beberapa macam gas hidrokarbon yang mudah terbakar dan non-hidrokarbon. Cadangan gas alam di Indonesia yang sangat besar yang diperkirakan sampai 65 tahun ke depan merupakan salah satu potensi sumber energi alternatif yang harus dioptimalkan (Chong *et. al.*, 2016) (Gur, 2016). Salah satu usaha pemerintah dalam mengoptimalkan gas alam ini adalah pembangunan jaringan distribusi gas alam khususnya jaringan pipa gas untuk pelanggan rumah tangga sebagai program konversi bahan bakar minyak bumi ke gas alam (PGN, 2012).

Sejalan dengan pertumbuhan jumlah pelanggan gas alam di Indonesia khususnya pelanggan rumah tangga yang semakin pesat dan adanya persaingan yang ketat di bisnis gas alam dimana pihak swasta diberi kesempatan untuk menjadi pengelola maka kebutuhan dan pengawasan pengukuran yang akurat terhadap

volume gas alam yang ditagihkan kepada pelanggan gas alam khususnya pelanggan rumah tangga juga semakin meningkat. Penggunaan rumus saat ini secara manual yaitu (Z_b/Z_m) = $1 + 0,002 P_m$ (PGN, 2012) dan hanya dipengaruhi oleh satu parameter gas saja yaitu tekanan (P) tanpa dipengaruhi oleh suhu (T) dalam perhitungan faktor kompresibilitas gas (Z_b/Z_m) mengakibatkan adanya ketidaknyamanan dan pertanyaan dari masyarakat sebagai pelanggan gas terhadap keakuratan, keabsahan dan kehandalan rumus tersebut (Xiang, 2005).

Faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m) adalah rasio antara volume molar gas terhadap volume molar gas ideal pada suhu dan tekanan yang sama (Kareem *et. al.*, 2016). Nilai-nilai yang diperoleh pada kondisi tekanan dan suhu yang berbeda-beda dapat digunakan untuk mengembangkan persamaan faktor kompresibilitas dengan akurasi yang tinggi (Sesha, 2015). Faktor Kompresibilitas dapat

ditentukan secara unik sebagai fungsi dari tekanan dan suhu (Hamada, 2017) (Hamid dan Muwardi, 2013).

Ketidaknyamanan atas penggunaan rumus tersebut mengakibatkan pelanggan merasa tidak puas dan berdampak besar terhadap reputasi perusahaan dalam hal ini pihak penjual gas dan pemerintah dalam upaya konversi bahan bakar minyak bumi ke gas alam dikarenakan faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m) seharusnya tidak hanya dipengaruhi oleh Tekanan (P) saja akan tetapi dipengaruhi oleh suhu (T) juga.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh tekanan (P) rendah terhadap faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m), pengaruh suhu (T) terhadap faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m) pada tekanan rendah dan apakah rumus perhitungan faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m) yang digunakan sekarang oleh pihak penjual gas akurat dan dapat diandalkan untuk pelanggan rumah tangga (gas tekanan rendah). Penelitian ini juga untuk melengkapi penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan oleh Azubuike dkk (2016) yang melihat pengaruh tekanan tinggi dan suhu terhadap faktor kompresibilitas gas alam.

Analisa Regresi adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk membandingkan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat sehingga dapat ditentukan variabel mana yang mempunyai pengaruh lebih besar dan variabel mana yang mempunyai pengaruh lebih kecil. Analisa Regresi adalah metode statistik dimana data-data hasil eksperimen didekati dengan sebuah fungsi yang diolah menggunakan software SPSS dalam menentukan karakteristik model alat ukur gas alam (Cimerman, 2016) (Arpino *et. al.*, 2014) (Ficco *et. al.*, 2015).

SPSS adalah suatu program yang berfungsi untuk menganalisis data, melakukan perhitungan statistik baik untuk statistik parametrik maupun yang bukan parametrik dengan berbasis window (Ghozali, 2006).

BAHAN DAN METODE

Objek dalam penelitian ini difokuskan hanya pada tekanan (P), suhu (T) dan faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m) gas alam dengan komposisi gas alam yang telah ditetapkan yaitu SG 0.64; CO₂: 0.12 Mol %; N₂ 3.34 Mol %, Pada kondisi acuan (*base*) yaitu tekanan 1.01325 bar absolut dan suhu 273.15 kelvin perhitungan yang mengacu kepada standar internasional yaitu EN 12405 dan AGA NX19 (Badan Metrologi Gas Jakarta, 2012). (Actaris, 2005) (Celenza *et. al.*, 2015).

Penelitian ini merupakan penelitian kausal komparatif yaitu penelitian yang menyatakan hubungan satu variabel menyebabkan variabel

lainnya. Yang dipengaruhi adalah variabel terikat yaitu faktor kompresibilitas gas alam (Z_b/Z_m) dan variabel yang mempengaruhi adalah variabel bebas yaitu tekanan (P) dan suhu gas alam (T). Penulis menggunakan dua perencanaan penelitian yaitu pengaruh tekanan (P) terhadap faktor kompresibilitass (Z_b/Z_m) dan pengaruh suhu (T) terhadap faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m).

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam adalah:

- Metode arsip yaitu data dikumpulkan dari catatan atau sumber data yang sudah ada meliputi standar yang ada dan komposisi gas yang telah ditentukan.
- Metode pengamatan langsung yaitu data dikumpulkan dengan mengamati langsung di sumber datanya di badan metrologi gas jakarta meliputi tekanan (P), suhu (T) dan faktor kompresibilitas (Z_b/Z_m).

Pengolahan dan analisa data menggunakan program SPSS Versi 16 dengan melakukan Analisa Statistik Deskriptif, Uji Validitas, Uji Reliabilitas dan Uji Regresi. Alat meter gas rumah tangga yang digunakan diperlihatkan pada Gambar 1. Sedangkan penggunaan alat metrologi gas merk actaris ditunjukkan pada Gambar 2.

Analisa Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif merupakan statistik yang menggambarkan fenomena atau karakteristik dari data. Di dalam riset, karakteristik dari data perlu diketahui. Tendensi pusat dan dispersi merupakan dua jenis karakteristik data yang umumnya perlu diketahui (Ghozali, 2006).

Rata-rata (\bar{X}) adalah salah satu bentuk bentuk pengukur-pengukur tendensi pusat (Ghozali, 2006).

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad (1)$$

dimana $\sum X_i$ adalah jumlah seluruh data dan N adalah jumlah data.

Dispersi mengukur penyebaran dari data terhadap nilai pusatnya. Standar Deviasi (δ) ini adalah ukuran yang paling sering digunakan untuk mengukur sebaran karena mampu meningkatkan kemampuan interpretasi dengan cara menghilangkan kuadrat varian dan menyatakan deviasi dalam bentuk unit aslinya (Ghozali, 2006).

$$\sigma = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1} \quad (2)$$

dimana, X_i adalah nilai data pada urutan ke- i , i adalah jumlah data adalah urutan data, \bar{X} adalah rata-rata dan N



Gambar 1. Meter gas rumah tangga



Gambar 2. Alat metrologi gas merk actaris

Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Uji validitas dan reliabilitas dilakukan untuk memastikan alat ukur tersebut merupakan alat ukur yang akurat dan dapat dipercaya. Validitas menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur itu mengukur apa saja yang ingin diukur. Sedangkan reliabilitas menunjukkan sejauh mana suatu hasil pengukuran relatif konsisten apabila pengukuran terhadap aspek yang sama pada alat ukur yang sama (Ghozali, 2006).

Validitas pengukuran dapat dilihat pada nilai total korelasi *pearson* antara data-data yang yang dikoreksi tampilan SPSS uji reliabilitas. Secara umum, jika nilai nilai total korelasi *pearson* antara data-data yang yang dikoreksi >

0.2 dan Probabilitasnya dibawah 0.01 (signifikan) maka dapat dikatakan valid (Ghozali, 2006).

Reliabilitas diukur dengan menggunakan uji statistik Nilai *Cronbach Alpha*. Jika nilai *Cronbach Alpha* > 0.6 maka hal ini menunjukkan bahwa pengukuran yang digunakan handal (Reliabel). Nilai *Cronbach Alpha* dihitung dengan Persamaan 3 (Ghozali, 2006).

$$\alpha = \frac{N_r}{1 + (N-1)r} \quad (3)$$

dimana,

α : Nilai *Cronbach Alpha*

N : Jumlah data

r : rata-rata korelasi *pearson* antar data

Analisa Regresi

Analisa regresi pada dasarnya adalah studi mengenai ketergantungan variabel terikat dengan satu atau lebih variabel variabel penjelas atau bebas, dengan tujuan untuk memperkirakan dan atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata variabel terikat berdasarkan nilai variabel bebas yang diketahui. Regresi sederhana untuk menguji pengaruh satu variabel bebas (metrik) terhadap satu variabel terikat (metrik). Dalam analisa regresi, selain mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel, juga menunjukkan arah hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas. Secara statistik, ketepatan fungsi regresi sampel dalam menaksir nilai aktual ini setidaknya dapat diukur dari nilai koefisien determinasi (R^2), nilai statistik F dan nilai statistik t (Ghozali, 2006).

Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) pada intinya mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi-variabel terikat. Nilai koefisien determinasi adalah antara nol dan satu. Nilai R^2 yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel bebas dalam menjelaskan variasi-variabel terikat amat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel bebas memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi-variabel terikat (Ghozali, 2006).

Uji Signifikan simultan (Uji Statistik F)

Uji statistik F pada dasarnya menunjukkan apakah semua variabel bebas yang dimasukkan dalam model mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel terikat. Bila Nilai F mempunyai probabilitas < 0.05 dan signifikan maka semua variabel bebas secara serentak dan signifikan mempengaruhi variabel (Ghozali, 2006).

Uji Signifikan Parameter (Uji Statistik t)

Uji statistik t pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel penjelas atau bebas secara tepat dalam menerangkan variasi variabel terikat. Jika Nilai t mempunyai probabilitas < 0.05 dan signifikan maka suatu variabel bebas secara tepat mempengaruhi variabel terikat (Ghozali, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Statistik Deskriptif

Analisa Statistik Deskriptif program SPSS untuk jumlah data masing-masing variabel (N) sebanyak 100 data didapat informasi, sebagaimana terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Nilai jarak, nilai minimum dan nilai maksimum

Statistik Deskriptif	N	Nilai Jarak	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Pa	100	0.990	1.023	2.013
Ta	100	9.90	293.25	303.15
Zb/Zm	100	0.002	1.000	1.002

Tabel 2. Nilai rata-rata dan standar deviasi

Statistik Deskriptif	N	Nilai Rata-Rata	Standar Deviasi
Pa	100	1.518	0.290
Ta	100	298.20	2.90
Zb/Zm	100	1.001	0

Dari 100 data tekanan, Pa (dalam satuan bar absolut) hasil pengamatan, nilai minimumnya adalah 1.023 bar absolut, nilai maksimumnya 2.013 bar absolut dan nilai Jarak 0.990. Nilai rata-rata tekanan pengujian dari 100 data hasil pengamatan adalah 1.518 bar absolut dengan standar deviasi sebesar 0.290.

Dari 100 data suhu, Ta (dalam satuan kelvin) hasil pengamatan, nilai minimumnya adalah 293.25 kelvin, nilai maksimumnya 303.15 kelvin dan nilai jarak 9.90. Nilai rata-rata suhu pengujian dari 100 data hasil pengamatan adalah 298.20 kelvin dengan standar deviasi sebesar 2.90.

Dari 100 data faktor kompresibilitas, Zb/Zm (tidak ada satuan) hasil pengamatan, nilai minimumnya adalah 1.000, nilai maksimumnya 1.002 dan nilai jarak 0.002. Nilai rata-rata faktor kompresibilitas dari 100 data hasil pengamatan adalah 1.001 dengan standar deviasi sebesar 0.

Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Berdasarkan data-data pada Tabel 1 dan Tabel 2, maka dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas. Hasil uji validitas ditampilkan pada Tabel 3 sedangkan hasil uji reliabilitas diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil uji validitas

Variabel	Uji Validitas	Pa	Ta	Zb/Zm
Pa	korelasi pearson	1	1**	1**
	Signifikan	0	0	0
	jumlah data (N)	100	100	100
Ta	korelasi pearsonn	1**	1	1**
	Signifikan	0	0	0
	jumlah data (N)	100	100	100
Zb/Zm	korelasi pearson	1**	1**	1
	Signifikan	0	0	0
	jumlah data (N)	100	100	100

** Korelasinya signifikan pada level 0 (nol)

Berdasarkan data hasil uji validitas pada Tabel 3, dapat dijelaskan bahwa dari 200 item data tekanan (Pa), suhu (Ta) dan Faktor Kompresibilitas (Zb/Zm) dinyatakan valid pada total korelasi pearson antara masing-masing data yang dikoreksi yaitu tekanan (Pa), suhu (Ta) dan Faktor Kompresibilitas (Zb/Zm) adalah 1 (satu) atau bisa dinyatakan > 0.2 dan signifikannya 0 (nol) atau di bawah 0.01. Hasil validitas menunjukkan bahwa pada kolom total diperoleh tingkat kevalidan yang sangat tinggi pada masing-masing variabel yang diteliti.

Tabel 4. Hasil uji reliabilitas

Nilai <i>cronbach alpha</i> berdasarkan data yang telah distandarkan	Jumlah data
1	3

Berdasarkan data hasil uji reliabilitas pada Tabel 4 bahwa nilai Cronbach Alpha adalah 1 atau bisa dinyatakan > 0.6 untuk semua variabel. Hal ini menunjukkan bahwa semua indikator-indikator tekanan (Pa), suhu (Ta) dan Faktor Kompresibilitas (Zb/Zm) yang digunakan memiliki reliabilitas yang baik.

Analisa Regresi

Koefisien Determinasi (R^2)

Analisis Regresi tekanan (Pa), suhu (Ta) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm) menunjukkan Nilai R^2 terkoreksi 0.999 sehingga dapat dinyatakan variasi faktor kompresibilitas (Zb/Zm) dapat dijelaskan oleh variasi dari variabel bebas yaitu tekanan (Pa) dan suhu (Ta).

Tabel 5 memperlihatkan analisa regresi tekanan (Pa), suhu (Ta) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm).

Tabel 5. Koefisien determinasi data tekanan (Pa), suhu (Ta) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm)

Model	Koefisien determinasi (R^2)	Nilai perkiraan standar kesalahan
1	0.999	0

Uji Signifikansi simultan (Uji Statistik F)

Uji signifikansi simultan (uji statistik F) data tekanan (Pa) dan suhu (Ta), didapat nilai F sebesar 110460.269 dengan probabilitas adalah 0 (nol) sehingga dapat dikatakan bahwa tekanan (Pa) dan suhu (Ta) berpengaruh terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm).

Uji signifikansi simultan (uji statistik F) data tekanan (Pa), suhu (Ta) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm) ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. uji signifikansi simultan (uji statistik F) data tekanan (Pa), suhu (Ta) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm)

Model	Nilai Uji Statistik F	Probabilitas
1 Regresi	110460.269	0

Uji Signifikansi Parameter (Uji Statistik t)

Uji signifikansi parameter (uji statistik t) pada tabel data 7 dibawah, tekanan (Pa) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm) signifikan pada 0 (nol) sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel faktor kompresibilitas (Zb/Zm) dipengaruhi oleh tekanan (Pa). Persamaan matematis untuk menyatakan hubungan antara faktor kompresibilitas (Zb/Zm) dan tekanan (Pa) adalah :

$$(Zb/Zm) = 0.998 + 0.02 Pa$$

Dimana,

$$Pa = 1.01325 + Pm$$

Pa adalah tekanan dalam satuan bar absolut

Pm adalah tekanan dalam satuan bar gauge (tekanan yang terbaca di alat ukur).

Sehingga,

$$(Zb/Zm) = 0.998 + 0,002 (1.01325 + Pm)$$

$$(Zb/Zm) = 1,0000265 + 0.002 Pm$$

atau

$$(Zb/Zm) = 1 + 0.002 Pm$$

Tabel 7. uji signifikansi parameter (uji statistik t) data tekanan (Pa) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm)

Model	Koefisien		nilai uji statistik t	signifikan
	Persamaan Matematis	Standar Error		
1 Konstanta	0.998	0	105640.595	0
Pa	0.002	0	332.356	0

Uji Signifikansi Parameter (Uji Statistik t) pada tabel 8 di bawah, data suhu (Ta) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm) juga signifikan pada 0 (nol) dan dapat disimpulkan juga bahwa variabel faktor kompresibilitas (Zb/Zm) dipengaruhi oleh suhu (Ta). Persamaan matematis untuk menyatakan hubungan antara faktor kompresibilitas (Zb/Zm) dan suhu (Ta) adalah $(Zb/Zm) = 0.940$.

Tabel 8. uji signifikansi parameter (uji statistik t) data suhu (Ta) terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm)

Model	Koefisien		Nilai uji statistik t	Signifikan
	Persamaan Matematis	Standar Error		
1 Konstanta	0.940	0	5159.240	0
Ta	0.000	0	332.356	0

DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Rumus yang digunakan oleh pihak penjual gas selama ini yaitu $(Zb/Zm) = 1 + 0.02 Pm$ untuk pelanggan gas rumah tangga (tekanan rendah) mempunyai kesamaan dengan rumus yang didapatkan oleh penulis sehingga dapat dinyatakan bahwa rumus yang digunakan oleh pihak penjual gas selama ini adalah akurat, absah (valid) dan handal (reliabel).

Pihak penjual gas dapat menggunakan rumus yang selama ini digunakan sehingga mengurangi ketergantungan terhadap alat koreksi faktor kompresibilitas yang ketersediaannya harus diimpor dari luar negeri sebagai alat perhitungan volume gas yang akan ditagihkan ke pelanggan gas rumah tangga.

Kemungkinan untuk melakukan pabrikasi secara lokal terhadap alat perhitungan volume gas dengan menggunakan rumus yang ada sehingga pihak penjual gas dalam mengetahui penggunaan gas alamnya oleh pelanggan baik itu data harian, mingguan, bulanan maupun tahunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan teori-teori yang melandasi rumusan permasalahan yang ada dalam penelitian ini serta hasil pengamatan, dokumentasi dan hasil keluaran dari program statistik SPSS yang sudah dihimpun dan diolah, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semua indikator-indikator yang digunakan dalam penelitian ini memiliki keakuratan, keabsahan (validitas) dan kehandalan (reliabilitas) yang baik.
2. Semua variabel tekanan (P) secara bersama-sama dan signifikan mempengaruhi faktor kompresibilitas (Zb/Zm) dimana nilai koefisien determinasi (R^2) 0.999 dan nilai uji statistik F 110460.269 dengan probabilitas 0 (nol).
3. Semua variabel suhu (T) secara bersama-sama dan signifikan mempengaruhi faktor kompresibilitas (Zb/Zm) dimana nilai koefisien determinasi R^2 0.999 dan nilai uji statistik F 110460.269 dengan probabilitas 0 (nol). Hal ini memberi kesimpulan bahwa tekanan (P) dan suhu (T) mempunyai

pengaruh terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm).

4. Variabel faktor kompresibilitas (Zb/Zm) dipengaruhi oleh tekanan (P) serta suhu (T) mempunyai pengaruh terhadap faktor kompresibilitas (Zb/Zm) tetapi karena nilainya sangat kecil sekali maka pengaruh ini dapat diabaikan. Serta, faktor kompresibilitas (Zb/Zm) yang didapat oleh penulis dan rumus faktor kompresibilitas (Zb/Zm) yang digunakan oleh pihak penjual gas selama ini mempunyai kesamaan

SIMBOL DAN SINGKATAN

- AGA = *American Gas Association* (asosiasi gas amerika)
- CO₂ = karbon dioksida
- EN = *Europäische Norm* (standar eropa)
- F = nilai uji signifikan simultan
- H₂S = Asam Sulfida
- N = jumlah data
- N₂ = gas nitrogen
- P = tekanan
- Pa = tekanan gas alam dalam satuan bar absolut
- Pm = tekanan gas alam dalam satuan bar gauge
- PGN = Perusahaan Gas Negara
- R² = koefisien determinasi
- SG = *Specific Gravity* (berat jenis)
- SPSS = *Statistical Package for the Social Sciences* (program komputer untuk statistik)
- = nilai uji signifikan parameter
- T = suhu
- Ta = suhu gas alam (kelvin)
- Tm = suhu gas alam saat pengukuran (celcius)
- Zb/Zm = faktor kompresibilitas gas alam

REFERENSI

Actaris Contadores. *Gas Meter Test Bench*. Actaris : Bacerlona, Spain. 2005.

Arpino, F., Dell’Isola, M., Ficco, G., Unaccounted for Gas in Natural Gas Tranmiion Networks: Prediction Model and Analysis of th Solution. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2014; 17: 58-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jngse.2014/01/003>

Azubuike, S. S.Ikiensikimama dan O.D.Orodu. 2016. Natural Gas Compressibility Factor Measurement and Evaluation for High Pressure High Temperature Gas Reservoirs. *International Journal of Scientific &*

- Engineering Research*. 2016; 7(7): 1173-1181.
- Celenza, L., *et al.*, Critical aspects of new domestic static gas meter, *2015 XVIII AISEM Annual Conference*, Trento, 2015: 1-4. <http://dx.doi.org/10.1109/AISEM.2015.7066826>
- Chong, Z.R., Yang, S.F.B., Babu, P., Linga, P. And Li, X. Review of natural gas hydrates as an energy resource: Prospect and challenges. *Applied Energy*. 2016; 162: 1633-1652. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.12.061>
- Cimerman, F. Jarm, Širok, B, Blagojevič, B. 2015. Taking in Account Measuring Errors of Volume Conversion Devices in Measuring of the Volume of Natural Gas. *Journal of Mechanical Engineering*. 2016; 62 (2): 95-104. <http://dx.doi.org/10.5545/sv-jme.2015.2948>
- Ficco, G., Dell'Isola, M., Vigo, P., and Celenza, L. Uncertainty analysis of energy measurements in natural gas transmission networks. *Flow Measurement and Instrumentation*. 2015; 42: 58-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2015.01.006>
- Ghozali, Imam. *Aplikasi SPSS*. Cetakan IV. Badan Penerbit. Universitas Diponegoro: Semarang. 2016.
- Gur, T. M. Comprehensive review of methane conversion in solid oxide fuel cells: Prospects for efficient electricity generation from natural gas. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2016; 54: 1-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.peccs.2015.10.004>
- Hamada, G.M. Effect of Non-Hydrocarbon Components on Gas Compressibility Factor Values and Correlations. *Thesis*, Universiti Teknologi Petronas, Malaysia. 2017.
- Hamid, A. dan Muwardi, H. Evaluasi Penurunan Tekanan pada Pemipaan Sistem Udara bertekanan di PT. Indofood Sukses Makmus (Bogasari Flour Mill). *SINERGI*. 2013; 17 (3): 230-245.
- Kareem, L. A., Iwalewa, T. M. And Al Marhoun, M. New explicit correlation for the compressibility factor of natural gas: linearized z-factor isotherms. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*. 2016; 6 (3): 481-492. <http://dx.doi.org/10.1007/s13202-015-0209-3>
- Perusahaan Gas Negara. Gas Sales Agreement (GSA). 2012.
- Sesha, N. *Experimental Determination of Compressibility Factors of Gases*. Chemical Engineering Bms College of Engineering Bangalore. 2015.
- Xiang, H. W. *The Corresponding States Principle and Its Practice: Thermodynamic, Transport and Surface Properties of Fluids*. Elsevier. 2005.