

Received: 30/12/2021

Accepted: 31/12/2021

Published: 31/12/2021

Pengaruh Suhu Gas Alam Terhadap Flow Gas Dengan Menggunakan Perhitungan Software Flow Calculation

Irwandi¹, Ratnawati^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang
Jl. Brigjen Katamso No. 40, Bontang, Indonesia 75311

*azahabr@gmail.com

Abstract

Measurement and calculation of flow rate and Total flow for the application of Metering or Custody Transfer involves the process of measuring, calculating and applying Correction Factors for flow calculated against reference conditions. This thesis explains the Working Principles and Features of a Flow Computer and Computer Systems for a Metering System. Based on the research results of the gas sample used with a temperature of 30°C C which shows a gas flow of 0.3612548 MMSCFD for software calculations and 0.363916282 MMSCFD using manual calculations, 40 °C C which shows a gas flow of 0.3550708 MMSCFD for calculations software and 0.357446244 MMSCFD using manual calculations, 50 °C which shows a gas flow of 0.3492298 MMSCFD for software calculations and 0.351371198 MMSCFD using manual calculations, 60 °C which shows a gas flow of 0.3436834 MMSCFD for software calculations and 0.345648067 MMSCFD using manual calculations, 70 °C which shows a gas flow of 0.338397 MMSCFD for software calculations and 0.34039947 MMSCFD using manual calculations. It can be concluded that the lower the natural gas temperature, the greater the calculated flow and the higher the natural gas temperature, the smaller the flow calculated by flow calculation software and manual calculations.

Keywords: Natural Gas Temperature Flow Computer

Abstrak

Pengukuran dan perhitungan *flow rate* dan *Total flow* untuk aplikasi *Metering* atau *Custody Transfer* melibatkan proses pengukuran, perhitungan dan pengenaan Faktor Koreksi untuk *flow* terhitung terhadap kondisi referensi. Pada skripsi ini dijelaskan tentang Prinsip Kerja dan Fitur sebuah *Flow Computer* serta Sistem Komputer untuk sebuah *Metering System*. Berdasarkan hasil penelitian dari sampel gas yang digunakan dengan suhu 30°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,3612548 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,363916282 MMSCFD menggunakan perhitungan manual, 40°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,3550708 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,357446244 MMSCFD menggunakan perhitungan manual, 50°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,3492298 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,351371198 MMSCFD menggunakan perhitungan manual, 60°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,3436834 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,345648067 MMSCFD menggunakan perhitungan manual, 70°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,338397 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,34039947 MMSCFD menggunakan perhitungan manual. Dapat disimpulkan semakin rendah suhu gas alam maka semakin besar *flow* yang terhitung dan semakin tinggi suhu gas alam maka akan semakin kecil *flow* yang terhitung oleh *software flow calculation* dan perhitungan manual.

Kata kunci: Suhu Gas Alam, *Flow Computer*

Pendahuluan

Dalam dunia migas (minyak dan gas) pada masa sekarang yang dimana cadangan dari *reservoir* semakin menipis, mengetahui produksi *flow gas* khususnya harus selalu dipantau setiap waktu. Agar setiap penurunan *flow gas* dapat diketahui lebih awal dan mempersiapkan langkah yang diambil agar produksi gas tetap stabil. Seperti halnya lapangan minyak dan gas SPU (*South Processing Unit*) yang dikelola oleh *Total E&P Indonesia* sejak 2008 dan sekarang dikelola oleh Pertamina Hulu Mahakam. Penggunaan *orifice meter* dan *software flow*

calculation sangat penting sebagai salah satu parameter untuk mengetahui kuantitas keadaan produksi [1].

Hasil produksi gas alam SPU (*South Processing Unit*) yang bisa mencapai 184.47 MMSCFD yang dihasilkan lebih dari 195 sumur gas alam dan akan terus bertambah di setiap tahunnya karena Pertamina Hulu Mahakam masih melakukan pengeboran sumur. Semakin banyaknya sumur-sumur baru hasil pengeboran maka dibutuhkan banyak peralatan yang mendukung pengoperasian gas tersebut salah satunya adalah alat penghitung aliran gas atau meter gas. Meter gas banyak macamnya mulai dari *turbine meter*, *orifice meter*, *ultrasonic meter* dan lain sebagainya. Untuk aliran gas yang besar biasanya digunakan pengukuran dengan menggunakan *ultrasonic meter* dimana *ultrasonic meter* biaya infestasinya sangat mahal dan akurasi sangat tinggi sehingga banyak dipakai untuk aliran gas yang sangat besar. Untuk aliran gas yang kecil biasanya digunakan *orifice meter* selain biaya infestasinya yang relatif murah tetapi akurasi cukup tinggi [1].

Tinjauan Teori

Sumur (*well*) adalah istilah umum untuk segala pemboran melalui permukaan bumi yang dirancang untuk mencari dan mendapatkan hidrokarbon minyak dan gas. Sumur terdiri beberapa macam sumur minyak, sumur gas, sumur minyak dan gas, sumur berfungsi sebagai sarana untuk mengalirkan hidrokarbon dari *reservoir* ke proses selanjutnya sebelum ditampung dan ditransfer ke pembeli [2].

Tahap operasi produksi apabila sumur telah selesai dikompleksi, dimana tipe kompleksi (*well completion*) yang digunakan terutama tergantung pada karakteristik dan konfigurasi antara formasi produktif dengan di atas dan dibawahnya, tekanan formasi, jenis fluida dan metode produksi. Metode produksi yang selama ini dikenal, meliputi metode sembur alam (*Natural flow*) dan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*). Metode semburan alam diterapkan apabila tenaga alami *reservoir* masih mampu mendorong fluida ke permukaan, sedangkan metode pengangkatan buatan diterapkan apabila tenaga alami *reservoir* sudah tidak mampu mendorong fluida ke permukaan atau untuk peningkatan produksi.

1. Penyelesaian Sumur

Apabila sumur telah dibor untuk mencapai target yang ditentukan dan dari test memperlihatkan hasil yang ekonomis untuk dikembangkan, maka dilanjutkan dengan operasi penyelesaian sumur (*well completion*). Apabila, volume minyak atau gas di *reservoir* tidak ekonomis untuk dikembangkan, maka sumur tersebut harus ditutup (*plug*) atau diabaikan (*abandon*). Hal ini bukan berarti sumur tersebut kering, akan tetapi bila dikembangkan akan tidak ekonomis. Bila dikemudian hari harga minyak atau gas cukup baik, dan bila sumur tersebut dibuka akan ekonomis, maka *plug/sekat* yang telah dipasang dapat dibuka kembali [3].

2. Pengujian Sumur

Pengujian sumur suatu pekerjaan yang didahulukan dengan pemboran pada zona produksi hingga selesai dan telah melalu tahap penyelesaian, maka uji sumur pun dapat memonitor keadaan sumur tersebut. Pada pengujian sumur ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sumur minyak ataupun gas. Sebelum melakukan pengujian sumur ini sendiri harus menganalisa informasi sumur seperti informasi, gradient statik, tekanan pada perforasi temperatur formasi, temperatur di permukaan, aliran fluida (gas, minyak atau air), tekanan alir, tekanan alir di kepala sumur, kedalaman sumur, produktivitas indeks. Yang selanjutnya akan dilakukan pengujian awal hingga sumur tidak berproduksi lagi. Adapun data yang akan di dapat dari pengujian ini seperti permeabilitas fluida, tekanan *reservoir*, perbaikan formasi atau kerusakan formasi batas *reservoir*, potensi dan jenis fluida yang akan di dapatkan di dalam sumur [4].

Pada data uji sumur ini akan menganalisa kemungkinan ada kerusakan pada sumur. Dengan pengujian ini, agar kiranya dilakukan secara baik dan benar agar mendapatkan data yang akurat dan tepat. Oleh karena itu pengujian ini dilakukan selama 24 jam per sumurnya. Namun dikarenakan sesuatu hal, dan banyaknya sumur yang akan dilakukan pengujian, maka biasanya dilaksanakan sebanya 4-8 jam. Dalam kegiatannya untuk pengujian sumur umumnya untuk mengukur perubahan tekanan yang akan di dapatkan hasil uji yang sangat penting seperti permabilitas formasi, tekanan reservoir, hingga kerusakan atau perbaikan formasi disekelilingi lubang bor yang diujikan.

3. Cara Kerja Pengujian Sumur

Pada prinsipnya pengujian ini dilakukan sangat sederhana yaitu dengan memberikan gangguan kesetimbangan tekanan terhadap sumur yang akan di test. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa macam yaitu pada sumur minyak dengan *Drill Steam Test*, *Pressure test (Pressure buildup dan pressure drowdown)*, pengujian aliran (*multiple rate testing dan two rate flow test*) dan pada sumur gas dengan *Deliverability, Back pressure test, Isocronal test dan Modified isochronal*.

4. Macam – macam Teknik Pengujian Sumur

a. Pressure Build Up (PBU)

Pressure Build Test adalah suatu teknik pengujian transient tekanan yang paling di kenal dan banyak dilakukan orang. Pada dasarnya, pengujian ini dilakukan pertama-tama dengan memproduksi sumur selama suatu selang waktu tertentu dengan laju aliran yang tetap, kemudian menutup sumur tersebut (biasanya dengan menutup kepala sumur di permukaan). Penutupan sumur ini menyebabkan naiknya tekanan yang di catat sebagai fungsi waktu (tekanan yang dicatat ini biasanya tekanan dasar sumur). Dari data tekanan yang di dapat, kemudian dapat ditentukan permeabilitas formasi, daerah pengurasan pada saat itu, adanya karakteristik kerusakan atau perbaikan formasi, batas *reservoir* suatu formasi, dan skin faktor. Dasar analisa buildup pressure ini diajukan oleh metode *Horner plot*, yang pada dasarnya adalah memplot tekanan terhadap suatu fungsi waktu. Tetapi sebelum membicarakannya lebih lanjut, perlu kiranya kita mengetahui suatu prinsip yang mendasari analisa ini yaitu yang terkenal dengan prinsip superposisi (*superposition principle*) [6].

b. Modified Isochronal Test (MIT)

Pada pengukuran sumur gas yang digunakan dengan cara MIT (*modified Isochronal Test*). Dimana MIT merupakan metode uji sumur yang memakai laju aliran secara buka tutup sumur. Seperti halnya pengujian *pressure build up* pada *modified isochronal test* ini melihat kemampuan suatu sumur untuk memproduksi ,akan tetapi pada MIT ini ditekan pada sumur yang berupa gas setelah diidentifikasi menggunakan gradient pada sumur yang berupa gas setelah diidentifikasi menggunakan *gardient flowing* statik dan *pressure build up test (PBU)*.

c. Pressure Drawdown Test (PDD)

Pressure drawdown testing adalah suatu pengujian yang dilaksanakan dengan jalan membuka sumur dan mempertahankan laju produksi tetap selama pengujian berlangsung. Pengujian ini dapat dilakukan pada :

1. Sumur baru.
2. Sumur-sumur lama yang telah ditutup sekian lama hingga dicapai keseragaman tekanan *reservoir*.
3. Sumur-sumur produktif yang apabila dilakukan *build up test*, pemilik sumur akan sangat rugi.

d. Drill Stem Test (DST)

Merupakan suatu prosedur mengenai produktivitas formasi dimana memisahkan dan menguji dari permeabilitas, tekanan, dan kemampuan produksi dari formasi geologi selama

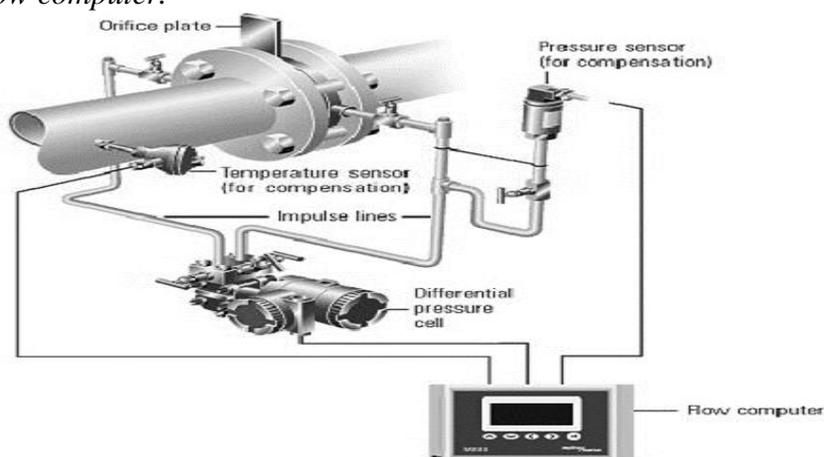
proses pemboran berlangsung. DST membutuhkan waktu yang singkat agar dapat diketahui dampak dari fluida pemboran yang mempengaruhi formasi.

- e. Metode Pengujian sumur
 - a. Manual Well Testing
 - b. Automatic Well Testing

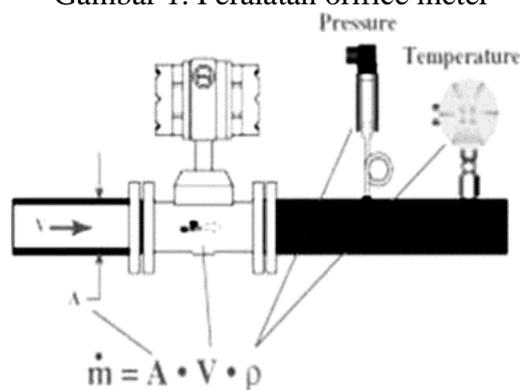
5. Prinsip Kerja Orifice Meter

Prinsip kerja dari *orifice meter* pada dasarnya tergantung pada perbedaan tekanan yang dihasilkan oleh *orifice plate*. Pada mulanya aliran gas alam yang melewati pipa kemudian melewati straightening vanes, yang fungsinya adalah agar putaran dari aliran gas tersebut lebih beraturan yang kemudian aliran gas tersebut membentur *orifice* sehingga terjadi perbedaan tekanan antara aliran sebelum melewati *orifice* yang kita sebut dengan *up stream* dan setelah melewati *orifice* yang kita sebut dengan *down stream*. [6]

Dari DPT tersebut terjadi perubahan parameter tekanan menjadi parameter arus (mA), dimana DPT tersebut hanya dapat mentransmisikan sinyal hanya dalam *range* (mA) tertentu sesuai dengan spesifikasi dari DPT itu sendiri. Selain itu pada *meter tube* tepatnya pada sisi *down stream* dipasang *temperature transmitter* (TT) untuk mengetahui besar suhu aliran gas yang lewat pada meter tube tersebut. Hasil data dari ketiga *transmitter* tersebut kemudian masuk ke *flow computer*.



Gambar 1. Peralatan orifice meter



Gambar 2. Laju aliran gas terhadap luas penampang pipa

6. Dasar-Dasar Teori Perhitungan Flow

kecepatan tertentu maka volume fluida tersebut dapat dihitung dengan persamaan dasar.

$$Q_{\text{fluida}} = V_{\text{fluida}} * A \tag{2.1}$$

$$\dot{m} = Q_{\text{gas}} * \rho = A * V * \rho \tag{2.2}$$

$$\rho = \frac{2.7 * \rho a * SG}{T a} \quad (2.3)$$

$$Q_h = C' [h_w * P_f]^{0.5} \quad (2.4)$$

$$C' = F_b * F_r * Y * F_{pb} * F_{tb} * F_{tf} * F_g * F_{pv} * F_a * F_l \quad (2.5)$$

$$F_b = 338,17 d^2 K_0 \quad (2.6)$$

$$K_0 = \frac{K_e}{1 + (15.E) / (d.10^6)} \quad (2.7)$$

$$K_e = 0,5993 + \frac{0,007}{D} + \left[0,364 + \frac{0,076}{D^{0,5}} \right] \beta^4 + 0,4 \left(1,6 - \frac{1}{D} \right)^5 \left[\left(0,07 + \frac{1}{D} \right) - \beta \right]^{5/2} - \left[0,009 + \frac{0,034}{D} \right] (0,5 - \beta)^{3/2} (0,5 - \beta)^{3/2} + \left[\frac{65}{D^2} + 3 \right] (\beta - 0,7)^{5/2} \quad (2.8)$$

$$K_e = 0,5925 + \frac{0,0182}{D} + \left[0,440 - \frac{0,06}{D^{0,5}} \right] \beta^2 + \left[0,935 + \frac{0,225}{D} \right] \beta^5 + 1,35 \beta^{14} + \frac{1,43}{D^{0,5}} (0,25 - \beta)^{5/2} \quad (2.9)$$

7. Diameter Pipa

Diameter pipa yang digunakan untuk menghitung *flow* pada *meter* adalah diameter pipa yang terletak sebelum *orifice meter* dan ukurannya akan sama dengan diameter pipa sesudah plat *orifice meter* dalam satuan inch atau milimeter. Diameter pipa tersebut akan dijadikan data oleh *flow comp* dan menjadi salah satu parameter yang dibutuhkan *software Flow Calculation* untuk menghitung *flow gas* tersebut



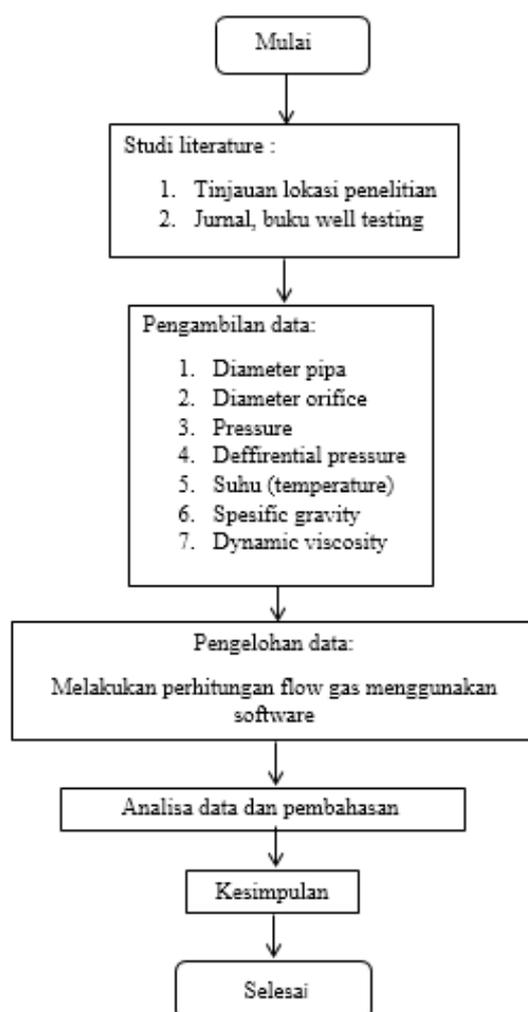
Gambar 3. Peralatan orifice meter yang berada dilokasi penelitian

Diameter plat *orifice* adalah salah satu parameter yang dipakai oleh *flow computer* untuk menjadi data perhitungan oleh *software Flow Calculation*. Data yang dimasukan adalah diameter dalam *orifice* biasanya satuannya inch atau milimeter. Untuk ukuran plat *orifice* dan bentuk *orifice* baik di *fitting senior* dan *junior* adalah sama.

Metode Penelitian

Didalam melakukan perhitungan *flow gas* dibutuhkan data-data yang akurat agar hasil yang diperoleh sesuai dengan kondisi di lapangan. Untuk itu alat-alat penunjang data yang diambil haruslah diinspeksi dan dikalibrasi sesuai jadwal yang ditentukan. *Orifice meter* yang digunakan untuk menghitung flow aliran gas terdiri dari beberapa peralatan yaitu:

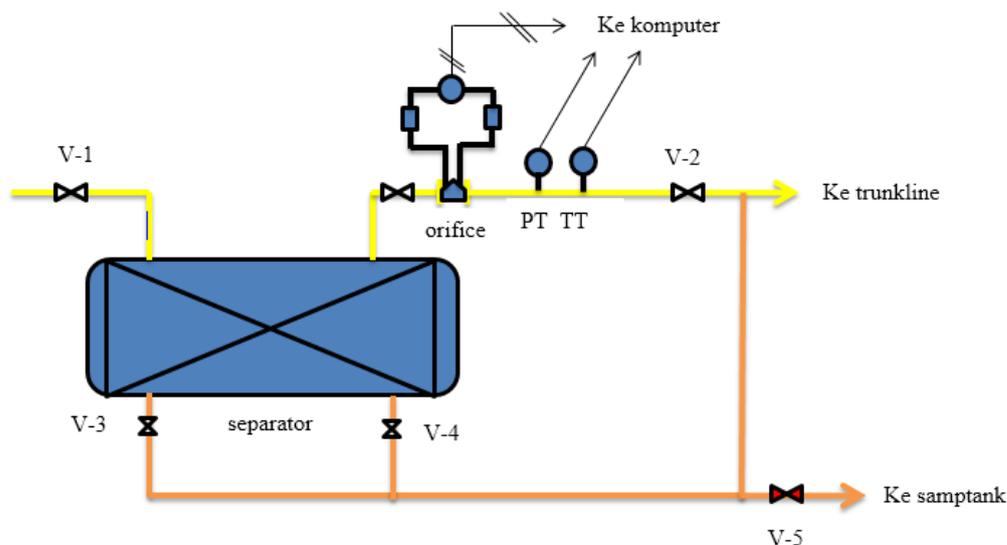
1. Separator
2. Ball Valve.
3. Straightening Vanes.
4. Orifice.
5. Differential Pressure Transmitter.
6. Pressure Transmitter.
7. Temperature Transmitter.
8. Flow Computer.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

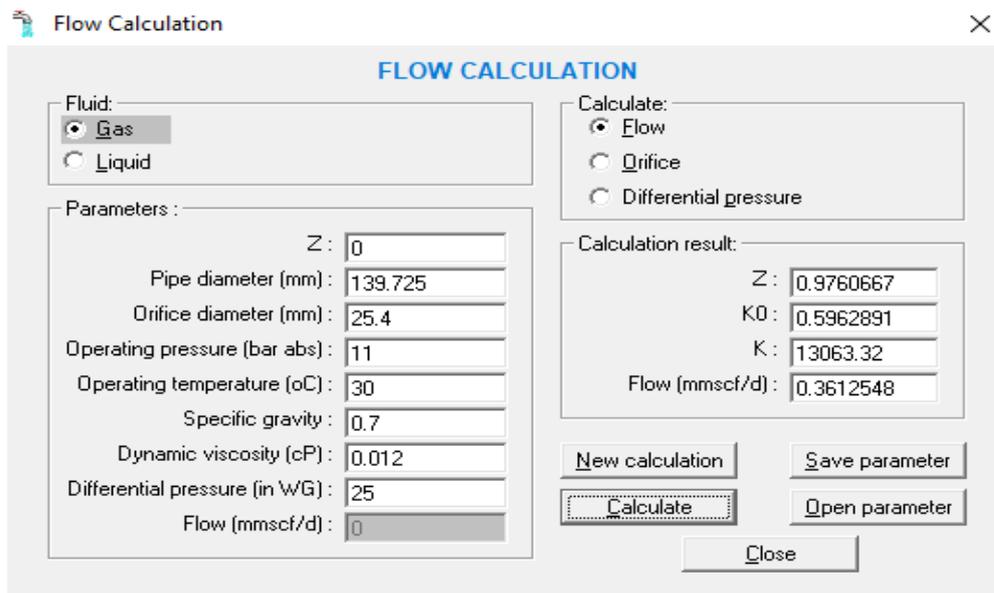
Dari alat ukur yang terpasang di *gathering testing salite* data pengukuran didapatkan dengan menggunakan *Orifice meter* dan *Software Flow Calcalution* maka *flow gas* per hari yang diproduksi oleh salah satu sumur dapat dihitung



Gambar 5. Proses flow diagram orifice meter

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil data aktual dari lapangan dan dilakukan perhitungan menggunakan *software Flow Calculation* untuk membuktikan pengaruh suhu gas alam terhadap hasil pengukuran *flow* di *orifice meter* sebagai berikut :

1. Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 30°C



Gambar 6. Data Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 30°C

2. Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 40°C

The screenshot shows the 'FLOW CALCULATION' window with the following data:

| Field | Value |
|-----------------------------------|-----------|
| Fluid | Gas |
| Calculate | Flow |
| Z | 0 |
| Pipe diameter (mm) | 139.725 |
| Orifice diameter (mm) | 25.4 |
| Operating pressure (bar abs) | 11 |
| Operating temperature (oC) | 40 |
| Specific gravity | 0.7 |
| Dynamic viscosity (cP) | 0.012 |
| Differential pressure (in WG) | 25 |
| Flow (mmscf/d) | 0 |
| Calculation result Z | 0.9781092 |
| Calculation result KO | 0.5962927 |
| Calculation result K | 13063.4 |
| Calculation result Flow (mmscf/d) | 0.3550708 |

Gambar 7. Data Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 40°C

3. Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 50°C

The screenshot shows the 'FLOW CALCULATION' window with the following data:

| Field | Value |
|-----------------------------------|-----------|
| Fluid | Gas |
| Calculate | Flow |
| Z | 0 |
| Pipe diameter (mm) | 139.725 |
| Orifice diameter (mm) | 25.4 |
| Operating pressure (bar abs) | 11 |
| Operating temperature (oC) | 50 |
| Specific gravity | 0.7 |
| Dynamic viscosity (cP) | 0.012 |
| Differential pressure (in WG) | 25 |
| Flow (mmscf/d) | 0 |
| Calculation result Z | 0.9798239 |
| Calculation result KO | 0.5962963 |
| Calculation result K | 13063.48 |
| Calculation result Flow (mmscf/d) | 0.3492298 |

Gambar 8. Data Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 50°C

4. Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 60°C

| Parameter | Value |
|------------------------------------|-----------|
| Fluid | Gas |
| Calculate | Flow |
| Parameters: Z | 0 |
| Pipe diameter (mm) | 139.725 |
| Orifice diameter (mm) | 25.4 |
| Operating pressure (bar abs) | 11 |
| Operating temperature (°C) | 60 |
| Specific gravity | 0.7 |
| Dynamic viscosity (cP) | 0.012 |
| Differential pressure (in WG) | 25 |
| Flow (mmscf/d) | 0 |
| Calculation result: Z | 0.9813476 |
| Calculation result: KO | 0.5962997 |
| Calculation result: K | 13063.55 |
| Calculation result: Flow (mmscf/d) | 0.3436834 |

Gambar 9. Data Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 60°C

5. Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 70°C

| Parameter | Value |
|------------------------------------|-----------|
| Fluid | Gas |
| Calculate | Flow |
| Parameters: Z | 0 |
| Pipe diameter (mm) | 139.725 |
| Orifice diameter (mm) | 25.4 |
| Operating pressure (bar abs) | 11 |
| Operating temperature (°C) | 70 |
| Specific gravity | 0.7 |
| Dynamic viscosity (cP) | 0.012 |
| Differential pressure (in WG) | 25 |
| Flow (mmscf/d) | 0 |
| Calculation result: Z | 0.9827607 |
| Calculation result: KO | 0.5963031 |
| Calculation result: K | 13063.63 |
| Calculation result: Flow (mmscf/d) | 0.338397 |

Gambar 10. Data Perhitungan dengan *Software Flow Calculation* pada suhu 70°C

Kesimpulan

Hasil analisis pengaruh suhu terhadap *flow gas* menggunakan *software Flow Calculation* :

1. Berdasarkan hasil penelitian dari sampel gas yang digunakan dengan suhu 30°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,3612548 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,363916282 MMSCFD menggunakan perhitungan manual, 40°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,3550708 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,357446244

MMSCFD menggunakan perhitungan manual, 50°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,3492298 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,351371198 MMSCFD menggunakan perhitungan manual, 60°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,3436834 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,345648067 MMSCFD menggunakan perhitungan manual, 70°C yang menunjukkan aliran gas sebesar 0,338397 MMSCFD untuk perhitungan software dan 0,34039947 MMSCFD menggunakan perhitungan manual. Dapat disimpulkan semakin rendah suhu gas alam maka semakin besar *flow* yang terhitung dan semakin tinggi suhu gas alam maka akan semakin kecil *flow* yang terhitung oleh *software flow calculation* dan perhitungan manual.

2. Dalam perhitungan dengan *software flow calculation* dan perhitungan manual terdapat selisih hasil *flow gas* $\pm 0,002$ MMSCFD yang dikarenakan adanya *Uncertainty meter orifice* dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu factor keakurasian transmitter, *roundness dandiameter orifice fittings*. Kecenderungan penurunan keakurasian dari *transmitter* akibat adanya *mist* adalah kearah positif atau membaca lebih besar dari yang seharusnya.
3. Monitoring sumur adalah salah satu cara mengetahui kondisi sumur tiap waktu bila terindikasi penurunan produksi agar cepat diketahui.

Referensi

- [1] Baihaqi. (2007). *Gathering Station*. Total E&P Indonesia. Cepu
- [2] Pusdiklat migas. (2014). *Production Engineering*. Indonesia. Cepu
- [3] American Gas Association. (2003). *AGA Report No.3 Orifice Metering Of Natural Gas And Other Related Hydrocarbon Fluids Part 1 General Equations and Uncertainty Guidlines (3th ed)*. USA: Author
- [4] Hisyam, Moch. (2007). *Gathering System*. Cepu
- [5] Miller, Richard W.(1996). *Flow Measurement Enggineering Handbook (3th ed)*.USA: Mcgraw Hill.

Referensi berupa laman internet:

- [6] <https://id.scribd.com/document/386607174/04-Perhitungan-AGA-3>

Profil Penulis:

| | |
|---|---|
|  | <p>Irwandi, Bontang, 20 November 1994. Nim 201611002 Jurusan Teknik Mesin dan bekerja pada PT.Pertamina Hulu Mahakam sebagai Operator Produksi, sampai sekarang. Email: iwandrajab@gmail.com</p> |
|  | <p>Ratnwawati, Kelahiran Maros, 05 Agustus 1988. Penulis merupakan staf pengajar Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang dengan bidang keahlian Konstruksi Mesin.. Email: azahabr@gmail.com</p> |