

## **Analisa Pengaruh Velocity pada Pengukuran Gas di Vortex Meter**

### **Analysis of The Influence of Velocity on Gas Measurement in a Vortex Meter**

**Elly Budiarti<sup>1</sup>, Abdullah Rizky Agusman<sup>2\*</sup>, Edy Susanto<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [abdullah.rizky@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:abdullah.rizky@dsn.ubharajaya.ac.id)

#### **Abstrak**

Pengukuran aliran gas yang akurat sangat penting dalam berbagai aplikasi industri, termasuk dalam sektor energi, kimia, dan manufaktur. Vortex meter adalah salah satu instrumen yang sering digunakan untuk mengukur aliran gas karena ketahanannya terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem dan kemampuannya untuk memberikan hasil yang konsisten. Penelitian ini berfokus pada analisa pengaruh kecepatan aliran gas terhadap akurasi pengukuran yang dilakukan oleh vortex meter, dalam penelitian ini, percobaan dilakukan dengan menggunakan beberapa kecepatan aliran gas yang berbeda untuk mengukur kinerja vortex meter. Kecepatan aliran divariasikan dalam rentang tertentu untuk mengamati bagaimana perubahan kecepatan dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan hubungan antara kecepatan aliran dan keakuratan pengukuran, hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan aliran memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja vortex meter. Pada kecepatan aliran yang lebih rendah, vortex meter cenderung memberikan hasil pengukuran yang kurang akurat, sementara pada kecepatan aliran yang lebih tinggi, kesalahan pengukuran dapat meningkat. Temuan ini mengindikasikan bahwa terdapat batas optimal kecepatan aliran di mana vortex meter memberikan pengukuran yang paling akurat, selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kinerja vortex meter, seperti tekanan gas dan suhu operasi. Dengan mempertimbangkan semua variabel ini, penelitian ini menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat, penting untuk mengkalibrasi vortex meter dengan mempertimbangkan kondisi operasional spesifik, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pemahaman lebih mendalam tentang karakteristik vortex meter dan bagaimana kecepatan aliran mempengaruhi akurasi pengukurannya. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan praktik pengukuran aliran gas di industri, memastikan bahwa vortex meter digunakan dalam kondisi yang optimal untuk mendapatkan hasil yang paling akurat dan andal.

Kata kunci: pengukuran, vortex meter, kecepatan aliran gas, hasil pengukuran

#### **Abstract**

*Accurate gas flow measurements are critical in a wide range of industrial applications, including in the energy, chemical and manufacturing sectors. Vortex meters are one of the instruments often used to measure gas flows because of their resistance to extreme environmental conditions and their ability to provide consistent results. This research focuses on analyzing the influence of gas flow velocity on the accuracy of measurements made by a vortex meter; in this research, experiments were carried out using several different gas flow velocities to measure the performance of the vortex meter. The flow velocity is varied within a certain range to observe how changes in velocity can affect the measurement results. The data obtained is analyzed to determine the relationship between flow velocity and measurement accuracy, the research results show that flow velocity has a significant influence on the performance of the vortex meter. At lower flow velocities, vortex meters tend to provide less accurate measurement results, while at higher flow velocities, measurement errors can increase. These findings indicate that there is an optimal limit of flow velocity at which the vortex meter provides the most accurate measurement, in addition, this research also evaluates other factors that can influence vortex meter performance, such as gas pressure and operating temperature. Taking all these variables into account, this study concludes that to obtain accurate measurement results, it is important to calibrate the vortex meter taking into account the specific operational conditions, this research makes a significant contribution to a deeper understanding of the characteristics of vortex meters and how flow velocity affects their measurement accuracy. The results of this research can be used to improve gas flow measurement practices in industry, ensuring that vortex.*

*Keywords: measurement, vortex meter, gas flow velocity, measurement results*

## 1. Pendahuluan

Sektor industri merupakan salah satu tulang punggung perekonomian dan pembangunan Indonesia. Oleh karena itu, terciptanya perekonomian yang stabil memerlukan pembangunan sektor industri yang kuat dan berkelanjutan. Untuk mencapai hal tersebut, perlu dipahami perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang berkelanjutan di bidang penerapan yang ada. Oleh karena itu, peran peneliti dalam bentuk gagasan sangat diperlukan untuk mendorong perkembangan industri Indonesia.. Melihat keadaan bangsa sebagai implementasi kehidupan umat manusia secara komunal, maka perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memegang peranan penting dalam pembangunan bangsa dan keberhasilan pembangunan masyarakat yang mandiri. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan upaya untuk mempercepat pertumbuhan sumber daya manusia, meningkatkan kesempatan kerja, mengangkat kehormatan dan harkat dan martabat bangsa, serta meningkatkan kesejahteraan rakyat, memimpin proses pembaharuan, dan meningkatkan produktivitas.

Di negara maju, program magang mahasiswa di lembaga pendidikan korporat tertentu merupakan pilihan yang tepat untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia (SDM) demi kemajuan bangsa dan negara. Di Indonesia, pemerintah telah menetapkan program kerja praktek yang bertujuan untuk menciptakan keterhubungan dan kecocokan antara perguruan tinggi sebagai penghasil tenaga kerja dan dunia industri sebagai pengguna tenaga kerja..Pengolahan minyak dan gas merupakan aktivitas yang kompleks, padat teknologi, dan berisiko. Sebagaimana kita ketahui bersama, cadangan minyak dan gas bumi Indonesia saat ini semakin menipis sehingga kegiatan eksplorasi dan eksploitasi yang efektif dan efisien mutlak diperlukan. Dalam industri perminyakan, pengujian sumur adalah pelaksanaan kegiatan pengumpulan data yang dirancang untuk memperluas pengetahuan dan pemahaman tentang sifat hidrokarbon dan karakteristik reservoir bawah tanah di mana hidrokarbon tersebut terperangkap. Dalam proses produksi hidrokarbon terlebih dahulu dilakukan uji sumur untuk mengetahui indikasi yang terkandung di dalam sumur, yang secara umum dikenal dengan istilah pengujian sumur. Dalam kegiatan operasional industri perminyakan, terdapat berbagai macam alat berupa peralatan pendukung untuk mencapai hasil yang diinginkan. Peralatan instrumentasi merupakan salah satu alat pendukung yang sangat penting dalam operasional industri perminyakan. Instrumentasi adalah bagian dari sistem yang lengkap melalui sesuatu yang dapat dipelajari dan dipelajari tentang tugas-tugas peralatan mekanik. Salah satu peralatan instrumentasi yang memegang peranan penting adalah alat ukur. Pengukuran laju aliran diperlukan untuk menentukan proporsi dan jumlah fluida yang mengalir masuk dan keluar sistem. Dengan kata lain, pengukuran laju aliran menunjukkan berapa banyak fluida yang digunakan atau didistribusikan dalam sistem.

## 2. Metode

Data yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan data dari alat multiphase flow meter yang didalamnya menggunakan data preseure gas, tempertur gas, nilai velocity dan average gas yang didapat .

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Spesifikasi Vortex Meter

Data ini dibutuhkan untuk mengetahui mainimum dan maximum pengukuran laju aliran gas menggunakan vortex meter. spesifikasi dari unit system yang digunakan diseragamkan agar tidak terjadi perbedaan atau ketidak akuratan pembacaan laju alir gas.

Tabel 1. Spesifikasi Vortex Meter

Max Oper Press	340.3067
Max Oper Temp	94.38281
Meter Size	4 inch
Inner Diameter (ID)	2.9006 inch
Mode Accuflow (MPFM)	Junior
Well Test	Gass Well

Kegiatan pengukuran laju alir gas dengan menggunakan vortex meter hanya dilakukan di sumur gas dengan tujuan agar pengukuran lebih akurat tanpa adanya campuran dari liquid yang ikut terbaca oleh vortex meter dengan metode perhitungan yang sudah didapatkan oleh vortex meter, dengan menggunakan mode junior dipilih karena laju aliran kecil (5 -700 BFPD).

### 3.2 Purging

Pada tahap awal pengukuran laju alir gas menggunakan Ultrasonic gas flowmeter (UFM), dipastikan terlebih dahulu kondisi dimana aliran mulai stabil (laminar) dengan cara melihat fluktuasi grafik dari laju aliran gas terhadap waktu pada grafik. Untuk mencapai ke stabilan dari aliran diperlukan purging. Purging adalah pembersihan pipa yang di dalamnya masih terdapat sisa fluida dari sumur yang dilakukan test sebelumnya agar pada saat test dilakukan pada sumur baru pembacaan lebih akurat karena tidak bercampur dengan fluida sumur sebelumnya. Purging biasanya membutuhkan waktu 15 menit atau lebih, tergantung dari fluktuasi grafik yang ditampilkan oleh Human machine interface (HMI)

### 3.3 Velocity

Saat ini terdapat berbagai jenis alat pengukur aliran yang dapat digunakan untuk mengukur profil kecepatan, seperti pengukur aliran ultrasonik. Hingga kini, sebagian besar meter aliran industri dirancang khusus untuk mengukur kecepatan rata-rata aliran. Namun, alat ukur aliran yang dapat mengetahui profil kecepatan aliran juga diperlukan. Kecepatan didefinisikan sebagai distribusi kecepatan dalam arah aksial di sepanjang penampang pipa melingkar. Informasi terperinci tentang distribusi kecepatan sangat penting, misalnya dalam industri minyak dan gas, di mana distribusi kecepatan aliran mungkin berguna untuk perhitungan yang lebih akurat mengenai jumlah minyak dan gas yang telah didistribusikan dan dijual kepada pelanggan melalui pipa.

### 3.4 Suhu

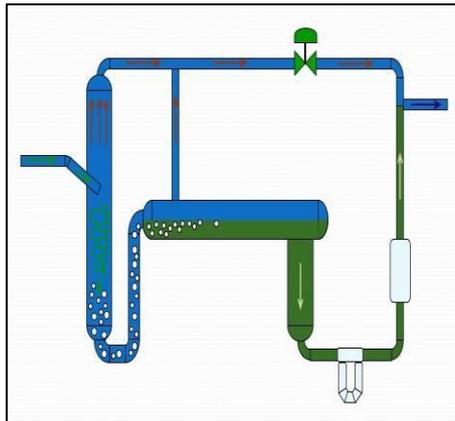
Vortex Meter yang digunakan dalam penelitian memiliki ketahanan terhadap suhu maksimal 302 °F. Flowmeter ultrasonik harus memenuhi persyaratan akurasi pengukuran aliran sepanjang tekanan kerja penuh, suhu, dan rentang komposisi gas. Dalam pengukuran laju alir gas, densitas gas sering berubah seiring dengan perubahan suhu dan tekanan. Perubahan densitas ini mempengaruhi keakuratan laju aliran yang terukur. Pada persamaan hukum gas nyata, suhu merupakan parameter yang terlibat, sehingga setiap perubahan suhu akan mempengaruhi volume gas yang terhitung.

### 3.5 Tekanan

Flowmeter ultrasonik yang digunakan selama penelitian memiliki kemampuan tahan terhadap tekanan maksimal 1480 psig. Jika tekanan melebihi batas maksimal tersebut, akan terjadi kesalahan pembacaan pada flowmeter ultrasonik. Tekanan adalah salah satu parameter yang digunakan dalam persamaan perhitungan laju aliran gas ideal dan juga salah satu karakteristik aliran fluida yang mengalir. Dalam pengukuran gas menggunakan flowmeter ultrasonik (UFM), tekanan dapat dijadikan

Karena ultrasonic gas flowmeter (UFM) menggunakan pengukuran gelombang suara ultrasonik, tidak ada bagian yang bergerak secara mekanik, sehingga alat ini bersifat non-intrusive dan tidak menyebabkan penurunan tekanan (pressure drop). Parameter tekanan yang diperoleh saat melakukan well testing adalah tekanan yang dibaca oleh pressure transmitter yang berada pada unit accuflow multiphase flowmeter (MPFM). Hasil dari berbagai sumber yang telah disebutkan di atas akan dibandingkan dengan hasil yang diperoleh di lapangan.

### 3.6 Proses Multiphase Flow meter



Gambar 1. Proses multiphase flow meter

Proses multiphase flow meter berfungsi untuk mengukur laju aliran berbagai fase (gas, cairan, dan terkadang padatan) dalam pipa secara bersamaan. Pipa vertikal dan horizontal terhubung dengan alat ukur, dan aliran fluida (liquid dan gas) masuk melalui inlet (production in). Di dalam alat, terjadi proses siklon (perputaran) dan pemisahan fluida dengan menggunakan separator vertikal dan horizontal. Separator ini mempercepat pemisahan gas dari cairan, di mana gas yang lebih ringan mengalir ke atas dan cairan yang lebih berat mengalir ke bawah. Gas yang terbawa cairan kemudian dipisahkan lagi di separator horizontal. Pemisahan gas dan cairan yang sempurna terjadi di ujung pipa horizontal, setelah itu cairan dan gas kembali bersatu dan keluar melalui outlet (production out) menuju pipeline. Pada proses aliran di Accuflow multiphase flowmeter, fluida yang telah terpisah (cairan dan gas) diukur parameternya: cairan diukur menggunakan vortex meter dan gas diukur dengan vortex meter.

Mode Junior ini merupakan mode yang digunakan untuk flowrate yang kecil 5 - 700 BFPD, hanya menggunakan separator vertical dan biasanya lebih sering digunakan pada gas well

Mode Senior ini merupakan mode yang digunakan untuk flowrate yang besar 700 1200 BFPD, menggunakan dua separator (vertical dan horizontal) untuk separasi, biasanya digunakan pada sumur dengan aliran fluida multiphase (liquid dan gas).

### 3.7 Data Perhitungan

Tabel 2. Rata-rata perubahan gassflow terhadap pressure dan velocity di sumur EL#24

Nama Sumur	Gas flowrate MMSCFD	Velocity	Pressure	Temperatur
Sumur #EL	234388	27,72	340,04	94,20
	234076	27,71	340,01	94,74
	234575	27,76	340,54	95,01

Hasil pengukuran laju alir gas yang terbaca oleh Vortex Meter pada gas well EL#08 akan dibandingkan dengan kalkulasi dari persamaan yang telah diketahui sebelumnya dan melihat selisih perbandingan antara keduanya, dan untuk memastikan pembacaan Vortex Meter pada keadaan baik maka akan dilihat dari nilai soundspeed yang tercatat pada saat pengujian berlangsung. Dimana nilai yang mengindikasikan bebas dari fenomena liquid carry-over yang akan mengganggu keakuratan pengukuran laju alir gas nantinya.

Perhitungan Laju Aliran

Data: Sumur EL pada tanggal :

a) Pada tanggal 4 mei 2023

ID : 2.9006 inch : 0,242 ft

Pressure : 340,04 psig

: 354.74 psia

Temperatur : 94.20 °F

: 554,17 °R

Temperatur Kondisi Standar : 60°F

: 520°R

Velocity : 27.72

A. Mencari Besar Luas Penampang

$$A = \frac{\pi \cdot ID^2}{4}$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,242^2 \text{ft}}{4} = 0,0459 \text{ ft}^2$$

Qmax actual/s = v.A

$$= 27,72 \text{ ft/s} \cdot 0,0459 \text{ ft}^2$$

$$= 1,127 \text{ cuft/s}$$

Qmax actual/d = Qmax actual/s . 86400

$$= 1,127 \text{ cuft/s} \cdot 86400$$

$$= 97,372 \text{ cuft/s}$$

$$= 97,372 \text{ mscfd}$$

$$\frac{Q_{\text{max Actual/d}} \cdot (p/t) \cdot 520}{14,7}$$

$$Q_{\text{max Standar/d}} = \frac{97,372 \text{ mscfd} \cdot (354,74 / 554,17) \cdot 520}{14,7}$$

$$= 220489 \text{ mscfd}$$

Tabel 3. Gas Flowrate Standar mmfcfd

Gass Well	Tanggal	Gas Flowrate Standar mmfcfd		Selisih %
		vortex	manual	
EL#08	4-mei-23	234388	220489	6,30%
	5-mei-23	234076	240525	2,68%
	6-mei-23	234575	235332	0,32%

Vortex meter bekerja dengan baik, selisih perbandingan perhitungan laju alir gas pada Vortex Meter maupun perhitungan manual memiliki selisih yang paling besar yaitu 6,30%. dan perhitungan manual yang memiliki selisih kecil yaitu 0,32% laju aliran oleh velocity menggunakan vortex meter dan ini menjadi acuan Kondisi Aliran Stabil Fluktuasi aliran yang stabil dapat menghasilkan pembentukan vorteks yang konsisten, mengakibatkan keakuratan dalam pengukuran. Hal ini penting untuk menghitung laju aliran gas menggunakan velocity dengan mendapatkan data pada vortex meter untuk mengukur laju alir gas, Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan praktik pengukuran aliran gas di industri, memastikan bahwa vortex meter digunakan dalam kondisi yang optimal untuk mendapatkan hasil yang paling akurat dan andal.

#### 4. Simpulan

Setelah dilakukan analisis pengaruh velocity pengukuran gas di vortex meter maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari saat condition operation terjadi pada pressure dan temperature tidak melebihi atau kurang dari design yang sudah ada menjadi alat yang digunakan stabil dan mengurangi resiko permasalahan atau kerusakan pada alat.

2. Vortex meter bekerja dengan baik, selisih perbandingan perhitungan laju alir gas pada Vortex Meter maupun perhitungan manual memiliki selisih yang paling besar yaitu 6,30% dan perhitungan manual yang memiliki selisih kecil yaitu 0,32
3. Berdasarkan nilai pada setiap kandidat gas well yang diuji, nilai vortex meter yang didapat tidak melebihi 10% dan bebas dari fenomena liquid yang terjebak di gas flow sehingga pembacaan laju alir gas pada dikatakan akurat dengan rata-rata selisih pengukuran laju alir tidak jauh berbeda.

## Daftar Pustaka

- Admin, A., Marausna, G., Jayadi, F., Larasati, G. D. A., Victoria, V. A., Ramadhan, A. R., & Imama. (2021). Rancang Bangun Visualisasi Aliran Air Di Dalam Pipa Tubular Dengan Vortex Generator Untuk Meningkatkan Sifat Turbulensi Fluida. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 7(2), 205–215. <https://doi.org/10.56521/teknika.v7i2.321>
- Banerjee, A., Ziv, B., Shilina, Y., Ziegelbauer, J. M., Liu, H., Harris, K. J., Botton, G., Goward, G. R., Luski, S., Aurbach, D., & Halalay, I. C. (2019). Review—Multifunctional Separators: A Promising Approach for Improving the Durability and Performance of Li-Ion Batteries. *Journal of The Electrochemical Society*, 166(3), A5369–A5377. <https://doi.org/10.1149/2.0561903jes>
- Haryanto, H., & Hidayat, S. (2016). Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 1(2), 58. <https://doi.org/10.36055/setrum.v1i2.476>
- Ilmah, A. M., Yuliora, E., Lilik, D., & Abstrak, H. (2015). Pembelajaran Kurikulum Politeknik: Model Sederhana Aliran Migas dari Reservoir ke Permukaan. *Model Sederhana Aliran Migas Dari Reservoir Ke Permukaan, 2015(Snips)*, 265–268.
- Kaswir Badu. (2008). Drilling Fluids and Hydraulic. *Diktat Advanced Drilling*.
- May, E. F. (2003). Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases. IUPAC Experimental Thermodynamics, Volume VI. In *Elsevier Amsterdam* (Vol. 52, Issue 2). <http://dx.doi.org/10.1021/je600558y>
- Mohammadi, A., Krüchow, A., Mahdian, A., Deiß, M., Pérez-Ríos, J., Da Silva, H., Raoult, M., Dulieu, O., & Hecker Denschlag, J. (2021). Life and death of a cold BaRb<sup>+</sup> molecule inside an ultracold cloud of Rb atoms. *Physical Review Research*, 3(1), 13196. <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.013196>
- Nasirly, R., Septianto, D., & Syaifei, D. (2020). Analisis Risiko pada Separator di Industri Migas dengan Metode HIRARC. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI)*, 1(Sgp 1), 523–530.
- Saidi Bin, M., & Ahmad, W. (2009). *CFD SIMULATION OF BUBBLY TWO-PHASE FLOW IN HORIZONTAL PIPES CORE* View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk provided by UMP Institutional Repository. April.
- Suhartono, S., Hapsari, R. I., Zenurianto, M., & Hanggara, I. (2020). Performa Model Tes Hidrolis untuk PLTMH Head Rendah dengan Menggunakan Tekanan Aliran dan Kecepatan Pusaran Air (Vortex). *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 5(1), 28. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v5i1.1573>
- Suharyono, S., & Widiyanto, H. (2021). Analysis Product, Price, Service, and Digital Marketing on Customer Satisfaction and Its Impact on Customer Loyalty PT Control Systems – Emerson Micromotion Flowmeter. *Focus*, 2(1), 27–37. <https://doi.org/10.37010/fcs.v2i1.292>
- Sukamta, S. (2022). Air Two-Phase Flow Void Fraction – Water and Oil Emulsion on Mini Pipe with a slope of 600 Against Horizontal Position. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 6(2), 36–45. <https://doi.org/10.18196/jmpm.v6i2.16252>
- Sumantri, F., & Fitri, M. (2021). Perancangan Alat Uji Vortex Bebas Dan Vortex Paksa. *Zona Mesin*, 8(2), 1–9.
- Suntoyo, Muslim, T. W., Wicaksana, F. T., Rahmawati, S., & Silvianita. (2021). An Experimental Study on Hydraulic Model of Water Intake Canal at Steam and Gas Power Plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 698(1). <https://doi.org/10.1088/17551315/698/1/012029>