

## PERHITUNGAN LAJU ALIR GAS PADA LAPANGAN SENGGKANG DENGAN METODE AGA

Akmal Satrio Wicaksono<sup>1\*</sup>, Hermanto<sup>2</sup>, Purnomosidi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Produksi Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu 58315

<sup>2</sup> Energy Equity Epic (Sengkang) Pty. Ltd., Wajo 90971

\*E-mail: aknalsatrio03@gmail.com

### ABSTRAK

*Energy Equity Epic* (Sengkang) Pty. Ltd. merupakan perusahaan pengelolah sumber gas alam yang menyuplai gas ke PLN Nusantara Power untuk kebutuhan *power plant* untuk dilokasi sekitar. Dimana untuk pengukuran *gas flow rate* pada CPP Sengkang tersebut menggunakan *Orifice Meter* yaitu Senior Daniel Orifice. Pengukuran tersebut juga bertujuan untuk gas monitoring agar untuk mencegah terjadi *overpressure* maupun terjadinya kebocoran pada peralatan pemrosesan. Sedangkan perhitungan rate dilakukan dengan berpedoman pada AGA-3 yang memiliki prosedur untuk natural gas, hydrocarbons, dan aliran fluida terkait dengan menggunakan *flange tap* dan *pipe tap meter orifice*. Perhitungannya meliputi beta ratio, mencari rata-rata dan *basic orifice factor*, *Reynold number factor (Fr)*, *Expansion Factor*, *pressure base factor (Fpb)* dan *temperature base factor (Ftb)*, *factor flowing temperature (Ftf)*, *factor specific gravity (Fg)*, dilanjutkan dengan menghitung *super-compressibility Factor (Fpv)*, *m anometer factor (Fm)*, *location factor (Fl)*, *Orifice thermal factor (Fa)*, *Contanta Orifice (C')* dan setelah semua parameter sudah didapat dilanjutkan pada tahap terakhir, yaitu perhitungan *Flow rate* per jam dalam kondisi *base* dan diperoleh hasil sebesar 10.91 mmscf/day.

**Kata kunci:** *Orifice, Gas monitoring, flow rate, AGA-3*

### 1. PENDAHULUAN

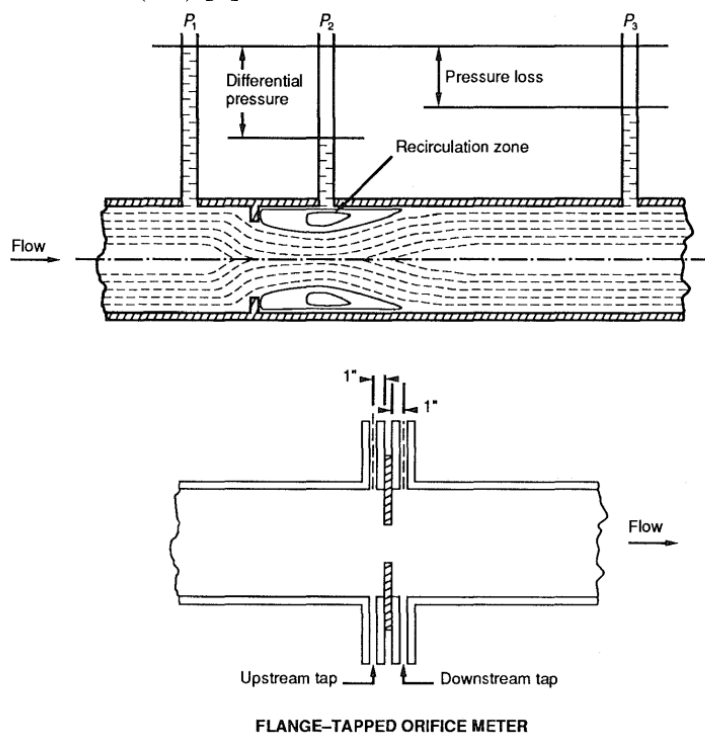
*Energy Equity Epic* (Sengkang) Pty. Ltd. merupakan perusahaan pengelolah sumber gas alam dengan kontrak bagi hasil dengan Satuan Kerja Khusus Pelaksana Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas) untuk menyuplai gas ke Energi Sengkang atau sekarang PLN Nusantara Power untuk kebutuhan *power plant* yang berlokasi di Desa Patila, Kec. Pammana, Kab. Wajo yang pengoprasiaannya dimulai tanggal 14 Agustus 1997 [1]. Saat ini *Energy Equity Epic* (Sengkang). Pty. Ltd memiliki 2 lapangan gas produksi yaitu lapangan Kampung baru dan Wasambo. Untuk Lapangan Gas Kampung Baru terdapat 3 sumur produksi gas masing-masing di Desa Poleonro, Lamata, dan Kelurahan Macanang dengan *Central Gas Processing Plant (CPP)* berkapasitas 2x35 MMscfd yang berlokasi di Dusun Kampung Baru, Desa Poleonro, Kecamatan Gilireng.

Untuk mengetahui *rate* dari gas yang dihasilkan dari masing masing sumur pada kedua lapangan tersebut maka dilakukan pengukuran *gas flowrate* menggunakan *orifice mater* yang dipasang pada *pipeline* setelah *header manifold* pada CPP adalah jenis *Senior Daniel Orifice*. Pengukuran *gas flowrate* bertujuan untuk memastikan kualitas dan kuantitas gas, efisiensi dari proses produksi, *monitoring and control* untuk mencegah terjadinya *overpressure* atau kebocoran pada *equipment* yang ada, selain itu juga digunakan untuk menganalisa kinerja dari sistem serta peralatan pada CPP [2].

*Orifice* merupakan salah satu instrumen pengukur laju aliran fluida yang menggunakan prinsip *differensial pressure* [3]. Untuk menghitung *flowrate gas* dengan *orifice*, ada tiga parameter yang diukur sebagai berikut: *differential pressure*, *static pressure*, dan juga *temperature* dari fluida yang mengalir [4].

Menghitung *flowrate gas* dilakukan untuk monitoring dan kontrol aliran agar tidak terjadi *overpressure*. Yang mana dapat diukur dengan menggunakan *orifice mater* yang terdiri atas

dua komponen utama yaitu *primary element* yang terdiri dari *orifice flanges* dan *meter tube*. *Secondary element* terdiri dari *differential pressure transmitter (DP)*, *pressure transmitter (PT)*, dan *temperature transmitter (TT)* [5].



**Gambar 1 Orifice Taping Location [6]**

*Orifice flanges* adalah satu set peralatan yang pasang di suatu pipa dengan *flange to flange* ataupun untuk menghambat aliran fluida dan menimbulkan *pressure drop* seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Pengukuran laju alir (*flow rate*)

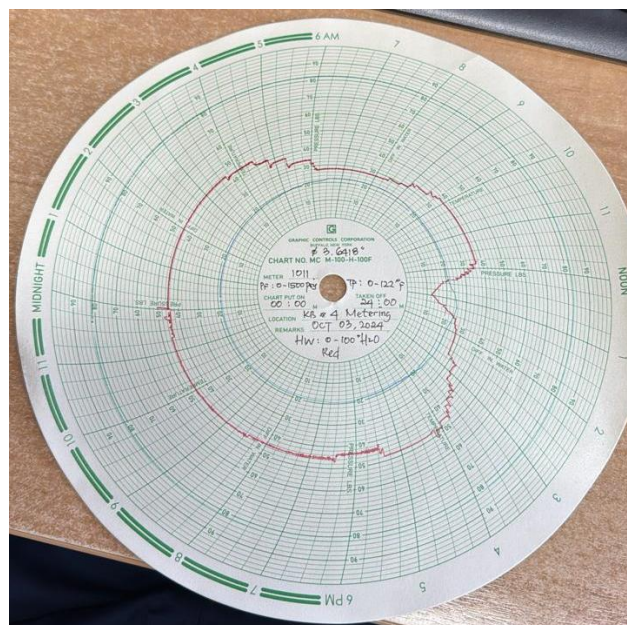
didapat dari perbedaan tekanan karena adanya *pressure drop* tersebut. Metode pengukuran ini disebut inferential flow rate meter dimana meter orifice tidak langsung mengukur jumlah fluida. Namun mengukur parameter – parameter yang ada, kemudian dikonversi menjadi laju alir fluida. Dengan mengikuti konstruksi mekanis yang standar, tidak diperlukan kalibrasi kembali. Sebuah *orifice plate* yang terpasang di *line*. Area jet yang mengecil sesaat fluida melalui lubang orifice (*orifice bore*) disebut “*vena contracta*” [7].

*Chart recorder* umumnya memiliki masing-masing unit alat ukur menggunakan *chart* yang berbeda-beda skalanya, ini merupakan spesifikasi khusus dari pada alat ukur gas tersebut. *Chart driver* untuk mencatat *differential pressure*, *static pressure* maupun temperatur mempunyai waktu perputaran umumnya 24 jam, namun ada *chart driver* dengan jangka waktu putaran 48 jam, 72 jam, dan 168 jam. Pembacaan *chart* untuk menghitung total *flow rate* gas, yang biasa dilaksanakan adalah dengan prosedur manual yaitu dengan cara membaca nilai dari *differential pressure* dan *static pressure*.

## 2. METODE

Berikut merupakan contoh hasil pengukuran *gas flowrate* yang tercatat pada *chart recorder* jenis *Linier Chart*. Yang memiliki ukuran 11.125” dengan *time rotation* 24 jam dan *range* pengukuran 1-100. Pada *chart* tersebut *static pressure* merupakan tekanan dalam Psia atau Psig pada *upstream orifice* tinta penulisan berwarna biru atau hitam. *Differential pressure (DP)*, perbedaan tekanan *upstream* dan *downstream Orifice Plate* dalam satuan inchi H<sub>2</sub>O (“WC). Tinta penulisan warna merah. Waktu, menunjukkan hari dan jam saat *static pressure* dan

*differential pressure* dicatat. *Temperature*, untuk mengukur *temperatur flowing gas* biasa digunakan *temperature gauge*. Apabila menggunakan *recording chart*, seperti pada Gambar 2, maka tinta penulisan berwarna hijau.

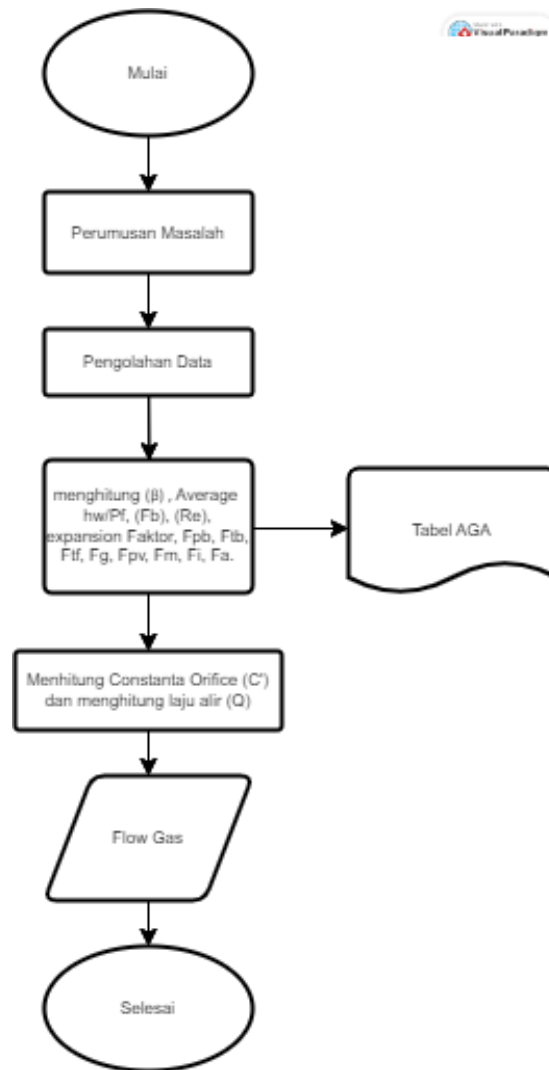


**Gambar 2 Barton Chart**

Pembacaan *chart* secara manual goresan dibaca dengan mengambil rata-rata 2 jam kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah penggabungan. Kalkulasi volume gas menggunakan *Linier Chart* dapat dihitung dengan persamaan yang mengacu pada standard AGA-3 yang memiliki prosedur untuk natural gas, *hydrocarbons*, dan aliran fluida terkait dengan menggunakan *flange tap* dan *pipe tap meter orifice* [8].Tabel 1 merupakan data Lapangan Sengkang.

**Tabel 1. Data Lapangan Sengkang**

LAPANGAN SENKANG		
PARAMETER	NILAI	SATUAN
PIPA ID (d)	6.065	Inch
INSIDE ORIFACE (D)	3.625	Inch
STATIC RANGE	1000	Psi
DIFF RANGE	200	IN H2O
FLOWING TEMP	65	F
	525	R
FLOWING PRESS	450	PSI
SG	0.5858	
PRESSURE BASE	14.73	Psia
TEMPERATUR BASE	60	F
	520	R
Mn	1.74	%
Mc	0.14	%
Hw	44	IN H2O
Pf2	300	Psig
avg. base pressure	14.7	Psi
Pf2	314.7	Psia
DIFF PRESS ACT	44	IN H2O
STATIC PRESS ACT	300	Psia



Gambar 3 Diagram Alir Langkah Perhitungan AGA

### 3. PEMBAHASAN

Perhitungan laju alir gas sangat penting untuk dilakukan agar mengetahui seberapa besar laju volume gas yang di hasilkan oleh suatu sumur. Perhitungan untuk laju alir gas telah tersedia pada American Gas Asosiasi (AGA). Untuk melakukan perhitungan aliran gas dengan menggunakan AGA, yang harus dilakukan pertama kali adalah menghitung beta ratio ( $\beta$ )

$$\text{Beta ratio } (\beta) = d/D \tag{1}$$

$$(\beta) = d/D$$

$$(\beta) = 6/3.64 = 0.60$$

Beta ratio dihasilkan dari pembagian antara diameter pipa dengan diameter orifice. Selanjutnya dilakukan perhitungan *Average*  $\sqrt{hw \cdot Pf2}$  dan *Average*  $\frac{hw}{Pf2}$

$$\text{Average} = \sqrt{hw \cdot Pf2} \tag{2}$$

$$\sqrt{44 \times 314.7} = 117.67$$

$$\text{Average} \frac{hw}{Pf2} = \frac{44}{314.7} = 0.139$$

Selanjutnya menghitung *basic orifice factor* (Fb). Nilai Fb didapatkan dari tabel Fb pada AGA. Nilai Fb ini dipengaruhi oleh diameter orifice dengan internal diameter pipa. Hasil dari tabel menunjukkan Fb sebesar 2876 [9].

Setelah  $F_b$  didapatkan, selanjutnya melakukan perhitungan *Reynold number factor* ( $F_r$ ). Untuk mendapatkan nilai  $Re$ , dibutuhkan nilai  $b$  pada tabel AGA. Nilai  $b$  pada tabel AGA adalah  $b = 0.60$ , nilai ini dipengaruhi oleh diameter orifice dengan internal diameter pipa. Langkah selanjutnya menghitung *reynold number factor* dengan  $b$  sebesar 0.60 [9].

$$F_r = 1 + \frac{b}{\sqrt{hw.Pf^2}} \quad (3)$$

$$1 + \frac{0.60}{\sqrt{44 \times 314.7}} = 1.000384$$

Proses perhitungan selanjutnya adalah *Expansion Factor* ( $Y$ )[10]. Nilai  $Y$  didapatkan dari korelasi nilai ( $\beta$ ) dengan  $\frac{hw}{Pf^2}$ . Pada tabel AGA untuk *flange type static pressure* di *down stream* didapatkan nilai  $Y$  1.00068. Selanjutnya menghitung *pressure base factor* ( $F_{pb}$ ), *temperature base factor* ( $F_{tb}$ ), *factor flowing temperature* ( $F_{tf}$ ) dan dengan perhitungan *factor specific gravity* ( $F_g$ ).

$$F_{pb} = \frac{14.73}{\text{Contract Pressure}} \quad (4)$$

$$F_{pb} = \frac{14.73}{14.73} = 1$$

$$F_{tb} = \frac{(\text{Base of } +460)}{(60+460)} [8]$$

$$F_{tb} = \frac{(60+460)}{(60+460)} = 1$$

$$F_{tf} = \sqrt{\frac{(60+460)}{Tf+460}} \quad (5)$$

$$F_{tf} = \sqrt{\frac{(60+460)}{65+460}} = 0.9952$$

$$(F_g) = \sqrt{\frac{1}{G}} \quad (6)$$

$$(F_g) = \sqrt{\frac{1}{0.5858}} = 1.3065$$

Selanjutnya menghitung *super-compressibility Factor* ( $F_{pv}$ ) menggunakan tabel AGA, sebelum membaca table perlu dilakukan *pressure adjusted* dan *temperature adjusted* berdasarkan kandungan *impurity* gas  $M_c$  dan  $M_n$  dengan rumus sebagai berikut :

**a. Pressure Adjustment Factor**

$$F_p = \frac{156.47}{160.8 - 7.22.G + K_p} \quad (7)$$

dimana  $K_p = M_c - 0.392 \times M_n$ , *Adjusted pressure AP* =  $P_f \times F_p$

$$K_p = 0.14 - 0.392 \times 1.74 = -0.54208$$

$$F_p = \frac{156.47}{160.8 - 7.22.G + (-0.54208)} = 1.002829$$

$$\text{Adjusted pressure AP} = 450 \times 1.002829 = 451.27 \text{ psig}$$

**b. Temperatur Adjustment Factor**

$$F_t = \frac{226.297}{99.15 + 211.9.G - K_t'} \quad (8)$$

dimana  $K_t = M_c + 1.681 \times M_n$ ,

$$\text{Adjusted Temperature (AT)} = (T_f + 460) \times F_t - 460$$

$$K_t = 0.14 + 1.681 \times 1.74 = 2.172494$$

$$F_t = \frac{226.297}{99.15 + 211.9 \times 0.5858 - 2.172494} = 1.02343$$

$$\text{Adjusted Temperature (AT)} = (65 + 460) \times 1.02343 - 460 = 77.3 \text{ F}$$

Diketahui nilai adjusted temperature = 77.3 F

Diketahui nilai adjusted pressure = 451.27 psig

Baca di tabel AGA, nilai  $F_{pv}$  perpotongan antara AP dan AT, karena tidak ada yang cocok akan dilakukan interpolasi [8] seperti tampak pada tabel 2. Tabel 2 merupakan data interpolasi antara pressure dan temperatur, pada pressure 440 psi dan temperature 70° F adalah 1.0336 dan pada pressure 460 psi sebesar 1.0352. pada pressure 440 dan 460 pada 80° F sebesar 1.0313 dan 1.0328.

**Tabel 2. Interpolasi Pressure [8]**

Pressure	Temperature	
	70 °F	80 °F
440	1.0336	1.0313
460	1.0352	1.0328

**Tabel 3. Hasil Interpolasi Temperature [8]**

Pressure	Temperature	
	70 °F	80 °F
451.27	1.034496	1.03214

Tabel 3 merupakan hasil interpolasi untuk mengetahui nilai  $F_{pv}$  pada pressure 451.27 psi. Hasil interpolasi pada temperature 70° F dan 80° F sebesar 1.034496 dan 1.03214. selanjutnya dilakukan interpolasi kembali untuk mendapatkan hasil pada temperature 77.3° F. Hasil interpolasi didapatkan hasil untuk  $F_{pv}$  pada pressure 451.21 psig dan temperature 77.3 F adalah  $F_{pv} = 1.032$  [8]

Selanjutnya menghitung *manometer factor* ( $F_m$ ), *Gauge location factor* ( $F_i$ ) dengan tabel AGA. Nilai  $F_i$  dianggap 1 dan nilai  $F_m$  harus dilakukan interpolasi sehingga nilai  $F_m$  sebesar 0.997857. [8]

Proses selanjutnya menghitung *Orifice thermal factor* ( $F_a$ ) menggunakan *orifice* berbahan SST 304

$$F_a = 1 + \{(0.0000185 (o F-68))\} \tag{9}$$

$$F_a = 1 + \{(0.0000185 (65-68))\} = 0.9999$$

Selanjutnya menghitung *Costanta Orifice* ( $C'$ )

$$C' = F_b \times F_r \times Y \times F_{tb} \times F_{pb} \times F_{tf} \times F_g \times F_{pv} \times F_m \times F_a \times F_i \tag{10}$$

$$C' = 2876 \times 1.000384 \times 1.00068 \times 1 \times 1 \times 0.995227 \times 1.3065 \times 1.032 \times 0.997857 \times 0.9999 \times 1 = 3854.808429$$

Proses terakhir adalah menghitung *flow rate* per jam pada kondisi base

$$Q = C' \sqrt{H_w \cdot P f^2} \tag{11}$$

$$Q = 3854.808429 \sqrt{44 \times 314.73} = 453604.6622 \text{ scf/ hour}$$

$$Q = 453604.6622 \times 24 / 1000000 = 10.88 \text{ mmscf/day}$$

Berdasarkan hasil perhitungan laju alir gas dengan menggunakan metode AGA, hasil yang didapatkan untuk *flowing gas* sebesar 10.88 mmscf/day. Perhitungan dengan metode AGA lebih akurat karena menambahkan faktor  $F_m$ ,  $F_i$ ,  $F_a$  dan  $Y$ . Nilai ini dapat mempengaruhi dari laju alir gas. Hasil laju alir gas juga dipengaruhi terhadap diameter orifice dan diameter dalam pipa.

#### 4. KESIMPULAN

Perhitungan laju alir gas sangat penting dilakukan yang bertujuan untuk mengetahui jumlah gas yang terproduksi dari sumur. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *American Gas Assosiation* (AGA). Perhitungan menggunakan AGA lebih akurat karena menambahkan beberapa *factor* seperti  $F_m$ ,  $F_i$ ,  $F_a$  dan  $Y$ . Laju alir gas

dipengaruhi oleh tekanan sumur dan diameter pipa. Hasil perhitungan didapatkan produksi gas Sumur X sebesar 10.88 MMSCF/day.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahmadani, Suci and Serly. Laporan Kerja Praktik Perusahaan Energy Equity Epic (Sengkang) PTY.LTD. Makassar. 2024.
- [2] Wiryawan, Aryadharma, Sistem Instrumentasi Pengukuran Gas Dengan Metode Orifice Meter Di PT.Pertamina Ep Asset 4 Field Cepu Central Processing Plant Gundih, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2016.
- [3] Sondi Taringan, Benyamin. Studi Sistem Pemeteran Gas (*Gas Metering System*) Orifice Meter. Universitas Brawijaya. 2011.
- [4] Pertamina EP. (2008). Pengukuran & Perhitungan Laju Aliran Gas dengan Orifice Meter. Indonesia.
- [5] Tianyi Zhao, Jili Zhang and Liangdong Ma, Journal of Mechanical Science and Technology 25, 2237 (2011).
- [6] American Gas Association, 2003, AGA Report No.3 Orifice Metering Of Natural Gas And Other Related Hydrocarbon Fluids Part 1 General Equations and Uncertainty Guidelines (3th ed), USA: Author.
- [7] Gerald L. Morrison, Dwayne Terracina, Carl Brewer and K. R. Hall, Flow Measurement and Instrument 12, 2001, pp. 175-180.
- [8] Jarits Sinamur, Gabriel. Pertimbangan Hasil Pengukuran Laju Alir pada Orifice Meter 071 yang Berfungsi untuk Custody Transfer Di X Metering Station (Xms) Pty.Ltd. PEM Akamigas. Cepu. 2022.
- [9] "AGA 3 (Orifice Metering Of Natural Gas).pdf."
- [10] Ukpaka C. Peter and Ukpaka Chinedu, "Model prediction for constant area, variable pressure drop in orifice plate characteristics in flow system," Chem. Int., vol. 2, no. 2, pp. 80–88, 2016, [Online]. Available: <http://bosajournals.com/chemint/images/pdffiles/29.pdf>

### Daftar Simbol

C'	= Constanta Orifice
Mf	= Meter Factor (L-10 Chart)
hu	= Differential Pressure Reading (L-10)
Pu	= Static Pressure Reading (L-10)
hw	= Pressure, Inch H <sub>2</sub> O
Pf	= Static Pressure, Psia
C'h	= Coefficient Factor per Hour
Pb	= Contract pressure base, Ambient temp
D	= Actual inside diameter (inch)
d	= Ukuran Orifice
Fb	= basic orifice factor
Fr	= Reynold number factor
Fpb	= Pressure Base Factor
Ftb	= Temperature Base Factor
Ftf	= Factor Flowing Temperature
Fg	= Factor Specific Gravity
Fpv	= Super-Compressibility Factor
Fm	= Manometer Factor
Fl	= Gauge location factor
Fa	= Orifice thermal factor
AP	= Adjusted pressure
AT	= Adjusted Temperature
Tb	= Temperature base
G	= Specific gravity
Mn	= Mol percent Nitrogen content
Mc	= Mol percent CO <sub>2</sub> content
Hw	= Avg. Differential head

Pf2 = Avg. Downstream gauge static pressure, Avg.barometric pressure  
G = Specific gravity of flowing gas  
B = Beta ratio  
Q = Flow rate