

SISTEM KOMPUTER DI METERING SYSTEM

Oleh: Unggul Nugroho Edi, MT^{*})

ABSTRAK

Pengukuran dan perhitungan flow rate dan Total flow untuk aplikasi Metering atau Custody Transfer melibatkan proses pengukuran, perhitungan dan penerapan Faktor Koreksi untuk flow terhitung terhadap kondisi referensi, juga kebutuhan akan jaminan safety, realibility, dan security data (terhadap manipulasi yang tidak diinginkan, perubahan terhadap kalibrasi, perubahan terhadap prosedur perhitungan, dan lain-lain). Pada Makalah ini dijelaskan tentang Prinsip Kerja dan Fitur sebuah Flow Computer serta Sistem Komputer untuk sebuah Metering System.

Keyword: Flow Computer, Metering System

1. PENDAHULUAN

Flow Computer didefinisikan sebagai peralatan yang secara elektrik mengubah sinyal dari sistem pengukuran flow fluida menjadi sinyal yang mewakili flowrate fluida tersebut. Firmware Flow Computer memiliki kemampuan melakukan perhitungan Orifice Flow AGA 3 atau Perhitungan Pulse Flow AGA 7 menggunakan compressibilitas AGA 8. Juga melakukan perhitungan flow ISO 5167. Flow computer me-maintain arsip yang compliant historical API Chapter 21.1, dan juga event-event dan alarm-alarmnya. Flow Computer memiliki kemampuan berintegrasi dengan Sistem Telemetry, SCADA, DCS dan PLC. Flow computer memonitor dan merecord hitungan per-jam, per-hari atau per-bulan. Data flow dapat tersedia secara eksternal melalui interface electronic sehingga computer lain dapat mendownload informasi untuk tujuan Supervisi, Akunting atau Auditing. Contoh flow computer adalah Daniel 2522 flow Computers:



Gambar 1. Flow Computer (Produk Daniel)

2. PERHITUNGAN FLOW RATE LIQUID

Perhitungan Flow Rate untuk produk petroleum Liquid tergantung jenis Primary Metering Device (Flow Meter) yang digunakan. Umumnya Flow Meter yang digunakan untuk mengukur Flow Rate Minyak adalah Turbine Flow Meter (TFM) dan Positive Displacement Flowmeter (PD meter). Meter jenis Pulse output (TFM dan PDmeter) menghitung flow didasarkan pada Meter Factor dan berbagai Faktor Koreksi.

Meter Factor (MF)

Didefinisikan sebagai harga untuk mengkoreksi/mengubah harga terindikasi di meter, agar diperoleh harga volume atau mass flow

sesungguhnya. Meter Factor dapat berupa satu harga MF untuk keseluruhan range pengukuran atau dapat berupa lebih dari satu MF untuk keseluruhan range. Meter Factor berganda membantu Linierisasi dan memungkinkan penggunaan meter pada range span yang jauh lebih lebar dengan akurasi yang meningkat. MF dapat tergantung pada range. MF dapat juga dipengaruhi oleh viskositas liquid.

Faktor Koreksi

Agar dapat menghitung flow pada base temperature dan Pressure yang telah ditentukan, Faktor koreksi atau adjustment factor perlu dikenakan pada flow yang terukur pada kondisi temperatur dan pressure aktual. Faktor koreksi juga mengakomodasi koreksi-koreksi yang perlu dihitung pada kondisi flow aktual untuk efek-efeknya pada meter. Karena bagian internal, geometri meter, dan lain-lain dapat terpengaruh. Hal ini biasanya disediakan oleh pembuat meter dan juga ini perlu dipertimbangkan material konstruksi dari meter.

Koreksi karena efek Temperatur

Effect pada Meter , (CTS)
Effect pada Liquid, (CTL)

Koreksi karena efek Pressure

Efek pada meter (CPS)
Efek Pada Liquid, (CPL)

Algoritma Perhitungan untuk fluid flow dengan Turbine Meter sebagai berikut:

- Flow Computer mengumpulkan data proses (Flow, Temperature dan Pressure) terkini dari instrumentasi field mounted.
- Melakukan koreksi dan perhitungan menggunakan API Standard Pressure Correction Table 11.2.1M dan Temperature Correction Table 54A/54B/54LPG/24A/24B.

3. PERHITUNGAN FLOW RATE GAS

Perhitungan gas flow berbeda untuk instrumentasi flow meter jenis yang berbeda. Masing-masing jenis komputasi flow mengikuti standard yang berbeda.

• Differential Head Meter (Orifice Plate, Nozzle, Venturi Tube)

Di U.S.A dan Canada standard yang paling umum digunakan untuk menghitung pengukuran gas flow adalah A.G.A (American Gas Association) Report No. 3, juga dikenal sebagai ANSI/API 2530. Standard utama lainnya, ISO (international Standard Organization)-5167, digunakan di Eropa. Meskipun kedua standard dikembangkan dari data yang sama, mereka menggunakan persamaan-persamaan yang berbeda dan akan memberikan hasil yang sedikit berbeda. Aplikasi yang sesuai untuk kedua standard menghasilkan hasil akhir dalam akurasi yang diharapkan.

Rumus dasar Flow A.G.A Report No. 3 adalah:

$$Q_h = C' h_w P_f$$

Dimana:

Q_h = Hourly rate of Flow, SCFH

C' = Konstanta Orifice Plate

h_w = Differential Pressure, Inches of Water

P_f = Tekanan Statik Absolut, PSIA

Keuntungan penggunaan Digital Flow Computer adalah kemampuan menghitung dan mengenakan factor C' secara kontinyu. C' terdiri dari sejumlah pengali yang juga dapat terus berubah tergantung parameter input/kondisi flow. Flow Computer paling akurat ketika harga harga ini secara kontinyu diukur dan diupdate untuk perhitungan flow.

Beberapa pengali adalah sebagai berikut:

$$C' = F_b \cdot F_r \cdot Y \cdot F_{pb} \cdot F_{tb} \cdot F_{tf} \cdot F_g \cdot F_{pv} \cdot F_a \cdot F_e$$

dimana:

F_b = Basic Orifice Factor

F_r = Faktor Reynold Number

Y = expansion Factor

F_{pb} = Pressure Base Factor

F_{tb} = temperature Base Factor

F_{tf} = Flowing Temperature Factor

F_g = Specific Gravity Factor

F_{pv} = Supercompressibility Factor

F_a = Orifice Thermal Expansion Factor

F_e = Gage Locaton Factor (hanya digunakan dengan mercury gages)

- **Pulse Output Meter**

Flow Computer yang digunakan dengan Pulse output meter (Turbine, Positive Displacement, Vortex shedding, dan lain-lain) menggunakan rumus yang berbeda untuk perhitungan flow, sebagai berikut:

$$Q_s = Q_a \times F_p \times F_t \times F_c$$

= Corrected volume standard cubic feet

dimana:

$Q_a = Q_d \times MF$ (Meter Factor ditentukan melalui Kalibrasi)

= Volume Aktual (Cubif ft.)

$$Q_d = \frac{\text{Pulses (output meter)}}{\text{pulses/cubicft(output meter)}}$$

= displaced Volume (cubic ft)

$$F_p = \frac{\text{gage+atmospheric pressure}}{\text{base pressure}}$$

= Pressure Correction Factor

$$F_t = \frac{459.67 + \text{base temperature deg.F}}{459.57 + \text{Flowing tempertaure deg.F}}$$

= Temperature Correction Factor

$$F_c = (F_{pv})^2$$

= Kuadrat Supercompressibility factor

Perhitungan Gas Kondisi Standard dalam Flow Computer

Penentuan harga custody transfer untuk natural gas adalah fixed pada Standard Volume pada Temperatur dan Pressure Base. Hubungan Pressure-Temperature-Volume (didasarkan pada hukum termodinamika Charles dan Boyle) sering dinyatakan sebagai:

$$PV = nRT,$$

dimana P,T, V, n dan R adalah Tekanan, Temperatur, Volume, jumlah mol gas, konstanta gas universal.

Untuk Natural Gas, Formula yang digunakan lumayan menyimpang dari hukum gas General seperti terlihat berikut:

$$PV = ZnRT,$$

dimana Z adalah Compressibility Factor. Hal ini karena Natural gas adalah campuran Hydrocarbon, Carbon-dioxide, Nitrogen, dan campuran lainnya. Compressibility ini dihitung menurut AGA/NX-19 atau menurut AGA-8. Aplikasi Metode AGA/NX-19 dapat dilakukan untuk Natural gas yang tidak melebihi 0.750 specific Gravity dan/atau kandungan diluents 15 persen mol Carbon-dioxide, dan/atau 15 persen mol Nitrogen.

Pressure Adjusting Factor, F_p , dan Temperatur adjusting Factor, F_t , dihitung berdasarkan pada harga-harga flow pressure, flow temperature, specific gravity, kandungan Carbon-dioxide dan kandungan Nitrogen. Faktor Super-compressibility, F_{pv} , kemudian dihitung menggunakan adjusted pressure ($F_p \times P$) dan adjusted Temperature ($F_t \times T - 460$).

Sebagian besar Flow Computer menggunakan Tabel NX-19 untuk F_p , F_t , dan F_{pv} yang disimpan sebagai Look-up Table atau sebagai rumus empiris.

AGA-8 menghitung compressibility factor dengan satu dari tiga metode di bawah ini:

- Detailed Characterization method
- Gross Characterization Method-1
- Gross Characterization Method-2

Ketiga metoda dibedakan oleh parameter-parameter input yang dibutuhkan untuk perhitungan equation of state, yaitu supercompressibility, density dan lain lain. Pada Detailed Characterization Method, Detail pengetahuan komposisi gas diperlukan. Dia dapat diaplikasikan pada seluruh temperatur, pressure dan composition regime.

Gross Characterization Method menggunakan sebuah aggregate atau gross knowledge dari komposisi natural gas yang diberikan dengan heating value dan/atau relative density dan informasi kandungan diluents. Metode-metode ini untuk daerah Temperatur, Pressure terbatas.

4. DISPLAY DAN INDIKATOR

Flow rate sesaat dapat ditampilkan pada front panel computer. Display ini dapat berbentuk analog indicator seperti meter dengan pointer, atau berbentuk pembacaan numerik langsung dengan Liquid Emitting diodes atau Liquid Crystal Displays.

Flow terakumulasi dapat juga ditampilkan pada front panel computer. Display ini dapat berupa pembacaan langsung bacaan electronic atau sebuah electro-mechanical counter. Dalam kasus pembacaan electrical, memory diperlukan menjaga volume terakumulasi jika terjadi kegagalan daya. Electronic display ini dapat berupa display tersendiri terpisah dari display sesaat atau dapat berupa time-shared display. Electro-mechanical counter menjaga pembacaan terakhir

selama kegagalan daya namun rentan terhadap kegagalan mekanik.

Penentuan flow terakumulasi mensyaratkan bahwa pembacaan diambil pada awal dan akhir periode flow. Perbedaan antara dua bacaan adalah total flow.

Data lain mungkin ditampilkan pada front panel computer. Adalah praktik umum menswitch berbagai parameter menjadi display front panel tunggal untuk time-shared view. Digital computer biasanya sangat fleksibel dalam hal memungkinkan tipe data lebih banyak dapat ditampilkan. Display dari data ini membantu pekerjaan kalibrasi dan maintenance. Beberapa contoh data yang umumnya ditampilkan adalah:

- Input static pressure
- Input Temperature
- Input differential Pressure
- Uncorrected rate of flow
- Supercompressibility factor
- Gravity Factor
- Temperature Factor.

Indikator status memberikan bantuan pada operator sebagai quick check operational, dapat ditampilkan pada front panel computer. Umumnya display-display ini terdiri dari lampu indicator. Beberapa contohnya adalah:

- Power on
- Banyaknya meter run yang sedang service
- Jenis fungsi terdisplay dalam display numeric
- Kondisi alarm terkini
- Kondisi alarm yang telah dihapus.

Printer dapat menjadi bagian integral dari flow computer yang menyediakan hard copy dari data tertentu. Data dapat dicetak pada berbagai waktu sepanjang hari, minggu atau bulan, contoh data tercetak adalah:

- Flow rate perjam cf/h
- Flow rate harian cf/d
- Line Pressure dan Temperature
- Kondisi-kondisi alarm.

5. ELECTRICAL INTERFACE

Input ke flow computer tergantung dari elemen Primary metering. Input dari Orifice meter termasuk differensial pressure, static pressure dan gas flow temperatur. Input dari Rotary dan Turbine meter adalah sinyal pulsa bersama Static Pressure dan Flow Temperatur. Input lainnya yang tergantung pada model computer antara lain heating value, specific gravity, mole percent carbon dioxide dan nitrogen, dan lain lain. Untuk Natural gas, dan input-input dari densitometer, viscometer untuk liquid petroleum.

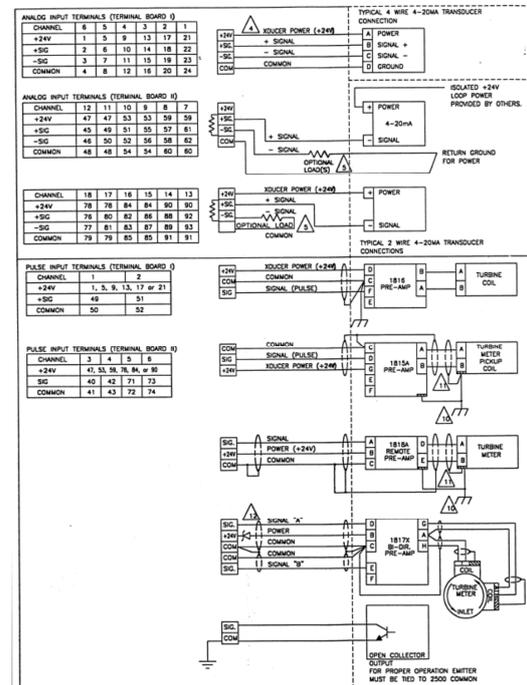
Banyak flow computer memiliki kemampuan menerima input dari berbagai banyak meter, menghitung dan melaporkan flow rate melalui masing-masing meter dan melaporkan Total untuk sebuah station.

Output electrical dari analog dan digital computer dapat mewakili volumetric atau mass flow terkoreksi. Sinyal elektrik yang umum digunakan adalah 0-10 Vdc, 1-5 Vdc, 0-1 mAdc, 4-20 mA dc, dan 10-50 mAdc. Saat lebih dari satu sinyal ditawarkan, flow maksimum yang diwakili oleh masing-masing bisa jadi tidak tergantung dari yang lainnya.

Analog dan digital computer dapat menyediakan output listrik yang mewakili gas flow terakumulasi. Hal ini dilakukan baik dengan dry-contact closure atau open-collector. Dalam kedua kasus, masing-masing sinyal mewakili kuantitas gas yang ditentukan sebelumnya. Banyaknya pulsa terakumulasi dalam periode waktu yang

diberikan dikalikan dengan banyaknya gas per pulsa sama dengan total flow terakumulasi.

Output digital ditampilkan oleh beberapa digital on-site flow computer. Output ini dapat digunakan oleh telemetering-terminal, teleprinter dan peralatan display lainnya. Output digital diberikan dari port serial RS232C dengan format ASCII umum digunakan. Peralatan penerima harus mampu mendecode sinyal untuk melengkapi transfer data. Representasi digital dari data lain dapat tersedia melalui port output digital pada computer untuk data serial dan paralel. Transfer data digital dapat dibuat efisien dan cepat dan, dengan coding dan checking yang memadai, dapat dibuat bebas dari error. Transfer data digital menghilangkan error kalibrasi terkait sinyal analog.



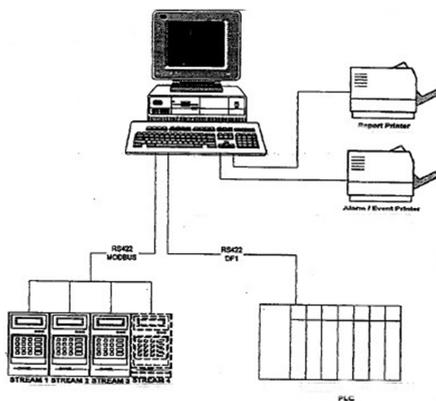
Gambar 2 Field Wiring Diagram Flow Computer

Indikasi-indikasi alarm untuk penggunaan eksternal tersedia baik

pada analog maupun digital computer. Biasanya hal ini berupa dry contact atau jenis pulsa digital dan dapat mengindikasikan kondisi-kondisi yang berbeda dalam computer atau untuk kondisi-kondisi parameter flow.

6. COMPUTER SYSTEM DI METERING SYSTEM

Computer System di Metering System mencakup pengintegrasian flow computer-flow computer yang berinterkoneksi dengan skid instrumentation (GC, Moisture analyzer, H₂S Analyzer) dan dengan Human Machine Interface (HMI), atau sistem Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) yang menyediakan platform bagi informasi yang direcord oleh flow computer agar dapat disajikan dalam format yang jelas dan ringkas untuk tujuan custody transfer, pengoperasian dan Maintenance Metering system.



Gambar 3 diagram Supervisory System pada Metering Station

Computer system tipikal di fasilitas Metering Station terdiri dari:

- Flow Computer untuk beberapa stream
- PLC untuk sampling dan valve control
- PC based Metering Supervisory Computer

- Printer untuk Alarm/event dan Report

Fungsi dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

Stream Flow Computer:

- Menerima dan memproses I/O dari field
- Menghitung flow rate sesuai standard (AGA, ISO dan lain lain)
- Menghitung Gross Volume dan flow rate Standard Volume dan mass total.
- Berkomunikasi dengan Metering Supervisory Computer menyediakan data proses dan Totalisasi,

Programmable Logic Controller (PLC)

- Menerima status valve inlet dan outlet
- Mengontrol stream outlet valve.
- Melakukan automatic stream switching
- Melakukan sampling control untuk sampler
- Berkomunikasi dengan Metering Supervisory Computer untuk menerima informasi valve dan sampling control.

Metering Supervisory Computer

- Berkomunikasi dengan Stream Flow Computer untuk menerima data Proses dan Totalisasi.
- Berkomunikasi dengan PLC untuk melakukan sampling dan valve control.
- Menghitung flow rate dan Total untuk Station.
- Menampilkan data Metering dengan display grafik dan alfanumerik.
- Menyediakan Report baik otomatis maupun atas permintaan operator

7. KESIMPULAN

- Flow Computer adalah Peralatan vital yang harus ada pada sebuah Metering System karena dengan

- Flow Computer Perhitungan Flow Rate lebih Efisien dan akurat.
- Metering System yang dilengkapi dengan Flow Computer akan dapat mengukur sekaligus menghitung Flow Rate beserta factor koreksinya dengan cepat.
- Untuk mempermudah pengoperasian sebuah Metering System, Flow Computer dilengkapi dengan sejumlah fitur-fitur penunjang Opearasional.

DAFTAR PUSTAKA

- AGA Part No. 8, "Electronic Flow Computer and Transducers," AGA gas measurement Manual – Transmission Measurement Committee of the Operating Section, USA; 1998
- AGA NX-19, "Manual for Determination of Supercompressibility Factors for Natural Gas", 1962
- "Compressibility Factors for Natural Gas and other related Hydrocarbon gases", AGA transmission measurement committee Report-8 .Nov 1992
- Gopinath Swamy, "Gas Meering Terminal & Meter Prover in System", national Seminar on Flow Measurement & Control , FCRI; 1989
- Irvin Schwartzenburg, "Considerations for Flow Computer Selection", Fisher Controls International, Inc.

*/ Widyaiswara Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia (PPSDM) Migas