

## ABSTRAK

### **Optimalisasi Kinerja Alat Ukur Gas Orifice Meter Pada Laju Aliran Gas Rendah Menggunakan Metode *Multi Differential Pressure Transmitter***

Ada beberapa jenis Alat ukur laju aliran gas yang dapat dipakai, Dari beberapa jenis alat ukur laju alir gas *orifice meter* adalah yang banyak digunakan di PT. Pertamina Gas mengingat *cost* serta kehandalan *orifice meter*, namun ada beberapa hal yang menjadi keterbatasan pada *orifice meter* salah satunya tidak dapatnya mengukur pada laju aliran gas rendah dan tingginya nilai penyimpangan alat ukur pada saat laju aliran gas rendah.

Permasalahan ini juga terjadi pada gas orifice meter yang digunakan sebagai meter custody (serah – terima gas) antara PT. Pertamina Gas dengan PT. Krakatau Steel, sehingga dilakukan evaluasi untuk mengetahui penyebab permasalahan tidak terukurnya laju aliran gas dan tingginya nilai penyimpangan saat laju aliran gas rendah.

Setelah diadakan penelitian terkait penyebab masalah, ditentukan metode optimalisasi yaitu menggunakan metode *multi differential pressure transmitter*. Lalu diadakan evaluasi dan sertifikasi terhadap optimalisasi yang telah dilakukan. Hasil kinerja alat ukur gas orifice meter dapat meningkat, baik dalam hal batas bawah ukur maupun menurunnya nilai penyimpangan pada laju aliran gas rendah

Kata kunci: Orifice Meter, Custody, Multi Differential Pressure Transmitter

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Optimalisasi Kinerja Alat Ukur Gas Orifice Meter Pada Laju Aliran Gas Rendah Menggunakan Metode *Multi Differential Pressure Transmitter*”**.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak terutama kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya.
2. Bapak Ir. Yudhi Gunardi ,MT. selaku Ketua Prodi Teknik Elektro.
3. Bapak Dr. Andi Adriansyah M. Eng. selaku pembimbing Tugas Akhir.
4. Kedua orang tua, istri tercinta Ruly Rahmatillah dan anak tercinta Bintang Atarahman Alteza atas segala dukungan serta kesabarannya.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam bentuk apapun yang tidak bisa disebut satu persatu.

Namun secara keseluruhan penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna sehingga segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Tangerang, Mei 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| Halaman Pernyataan.....                        | i    |
| Halaman Pengesahan.....                        | ii   |
| Abstrak.....                                   | iii  |
| Kata Pengantar.....                            | iv   |
| Daftar Isi.....                                | v    |
| Daftar Tabel.....                              | ix   |
| Daftar Gambar.....                             | xi   |
| Daftar Lampiran.....                           | xiii |
| <br><b>BAB I. PENDAHULUAN</b>                  |      |
| 1.1. Latar Belakang.....                       | 1    |
| 1.2. Perumusan Masalah.....                    | 3    |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                    | 4    |
| 1.4. Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian..... | 4    |
| 1.5. Maksud.....                               | 5    |
| 1.6. Metode Penelitian.....                    | 5    |
| 1.7. Sistematika Penulisan.....                | 6    |
| <br><b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>              |      |
| 2.1. Pengertian Orifice.....                   | 7    |
| 2.2. Prinsip Kerja Orifice.....                | 8    |
| 2.3. Macam-macam Orifice.....                  | 9    |

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1. Concentric Orifice.....                                                        | 9  |
| 2.3.2. Counter Bore Orifice .....                                                     | 10 |
| 2.3.3. Eccentric Orifice.....                                                         | 11 |
| 2.3.4. Quadrant Bore Orifice.....                                                     | 12 |
| 2.3.5. Segmental Orifice.....                                                         | 12 |
| 2.3.6. Restriction Orifice.....                                                       | 13 |
| 2.4. Peralatan Utama Orifice Meter.....                                               | 15 |
| 2.4.1. Orifice Fitting / Holding Device.....                                          | 16 |
| 2.4.2. <i>Static Pressure Transmitter dan Differential Pressure Transmitter</i> ..... | 16 |
| 2.4.3. RTD PT 100 dan Temperature Transmitter.....                                    | 18 |
| 2.4.4. Gas Flow Computer.....                                                         | 19 |
| 2.4.5. Software / Referensi Standart (AGA Report No. 3).....                          | 21 |
| <b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>                                                     |    |
| 3.1. Lokasi Penelitian.....                                                           | 22 |
| 3.2. Alur Penelitian.....                                                             | 23 |
| 3.3. Jenis Penelitian.....                                                            | 24 |
| 3.4. Pengamatan Pendahuluan.....                                                      | 25 |
| 3.5. Metode Pengumpulan Data.....                                                     | 25 |
| 3.6. Uji Pengamatan dan Kalibrasi Gas Orifice Meter.....                              | 26 |
| 3.6.1. Prosedur Uji Pengamatan Dinamis.....                                           | 27 |
| 3.6.2. Prosedur Uji Pengamatan Statis.....                                            | 29 |
| 3.6.3. Prosedur Kalibrasi Differential Pressure Transmitter.....                      | 31 |

|                                                           |                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6.4.                                                    | Prosedur Kalibrasi Static Pressure Transmitter.....                                                 | 34 |
| 3.6.5.                                                    | Prosedur kalibrasi Temperature Transmitter.....                                                     | 38 |
| 3.7.                                                      | Analisa Penyebab Permasalahan.....                                                                  | 41 |
| 3.7.1.                                                    | Analisa Tidak Terukurnya Gas Pada Laju Aliran Gas<br>Rendah.....                                    | 42 |
| 3.7.2.                                                    | Analisa Tingginya Nilai Error Pengukuran Pada Laju<br>Aliran Rendah.....                            | 48 |
| 3.8.                                                      | Perancangan Optimalisasi.....                                                                       | 49 |
| 3.8.1.                                                    | Pengujian Rerange Differential Pressure Transmitter.....                                            | 51 |
| 3.8.2.                                                    | Perencanaan Software Flowcom Menggunakan Program<br>Control Wave Designer.....                      | 53 |
| <b>BAB IV. PELAKSANAAN DAN ANALISA HASIL OPTIMALISASI</b> |                                                                                                     |    |
| 4.1.                                                      | Instalasi Multi Differential Pressure Transmitter.....                                              | 55 |
| 4.2.                                                      | Pembuatan Program Tambahan.....                                                                     | 56 |
| 4.2.1.                                                    | Inisialisasi Komponen Tambahan Pada Alamat Modbus<br>Flowcomp.....                                  | 56 |
| 4.2.2.                                                    | Penambahan Port Program Untuk Input DP Low dan<br>DP High.....                                      | 57 |
| 4.2.3.                                                    | Penambahan Program Switching Input DP <i>High</i> dan <i>Low</i> .                                  | 58 |
| 4.2.4.                                                    | Penggantian Nilai Cut-Off dari 0.4 ke 0.04.....                                                     | 59 |
| 4.3.                                                      | Kalibrasi dan Uji Pengamatan Gas Orifice Meter Tipe Multi<br>Differential Pressure Transmitter..... | 60 |
| 4.3.1.                                                    | Kalibrasi static Pressure Transmitter.....                                                          | 61 |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.2. Kalibrasi Temperature Transmitter.....                                           | 62 |
| 4.3.3. Kalibrasi Differential Pressure Transmitter High.....                            | 62 |
| 4.3.4. Kalibrasi Differential Pressure Transmitter Low.....                             | 63 |
| 4.3.5. Uji Pengamatan Statis Saat Kalibrasi.....                                        | 64 |
| 4.3.6. Uji Pengamatan Dinamis Saat Kalibrasi.....                                       | 64 |
| 4.3.7. Legalitas Sistem Alat Ukur.....                                                  | 65 |
| 4.4. Analisa Hasil Optimalisasi.....                                                    | 66 |
| 4.4.1. Analisa Hasil Optimalisasi Tidak Terukurnya Gas Pada<br>Laju Aliran Rendah.....  | 66 |
| 4.4.2. Analisa Hasil Optimalisasi Tingginya Nilai Error Pada<br>Laju Aliran Rendah..... | 69 |
| <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>                                                      |    |
| 5.1. Simpulan.....                                                                      | 70 |
| 5.2. Saran.....                                                                         | 71 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                                                     | 73 |
| DAFTAR ISTILAH .....                                                                    | 74 |
| <b>LAMPIRAN</b>                                                                         |    |

## DAFTAR TABEL

|             |                                                                              |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1.  | Form uji Differential Pressure Transmitter.....                              | 32 |
| Tabel 3.2.  | Form uji Differential Pressure Transmitter sesudah input<br>Nilai Arus.....  | 32 |
| Tabel 3.3.  | Contoh hasil uji differential presuure transmitter sebelum<br>Kalibrasi..... | 33 |
| Tabel 3.4.  | Contoh hasil uji differential presuure transmitter sesudah<br>Kalibrasi..... | 33 |
| Tabel 3.5.  | Form Uji Static Pressure Transmitter .....                                   | 35 |
| Tabel 3.6.  | Form uji Static Pressure Transmitter sesudah input<br>Nilai Arus.....        | 36 |
| Tabel 3.7.  | Contoh hasil uji static presuure transmitter sebelum Kalibrasi....           | 36 |
| Tabel 3.8.  | Contoh hasil uji static presuure transmitter sesudah Kalibrasi....           | 37 |
| Tabel 3.9.  | Form Uji Temperature Transmitter.....                                        | 39 |
| Tabel 3.10. | Form uji Temperature Transmitter sesudah input Nilai Arus .....              | 40 |
| Tabel 3.11. | Contoh hasil uji Temperature transmitter sebelum Kalibrasi .....             | 40 |
| Tabel 3.12. | Contoh hasil uji Temperature transmitter sesudah Kalibrasi .....             | 41 |
| Tabel 3.13. | Spesifikasi gas orifice meter PT. KS sebelum optimalisasi .....              | 42 |
| Tabel 3.14. | Data Harian PT. KS tanggal 4 November 2015.....                              | 43 |
| Tabel 3.15. | Data Harian PT. KS tanggal 5 November 2015.....                              | 44 |
| Tabel 3.16. | Hasil pengamatan dinamis PT. KS tanggal 22 April 2014.....                   | 48 |
| Tabel 3.17. | Hasil pengamatan dinamis PT. KS tanggal 15 Juli 2014.....                    | 48 |
| Tabel 3.18. | Uji DP transmitter rerange 0 to 50 InH <sub>2</sub> O.....                   | 52 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.19. Uji DP transmitter rerange 0 to 40 InH <sub>2</sub> O.....               | 52 |
| Tabel 3.20. Uji DP transmitter rerange 0 to 30 InH <sub>2</sub> O.....               | 52 |
| Tabel 4.1. Daftar Komponen Gas Orifice Meter PT. KS Sesudah Optimalisasi...          | 55 |
| Tabel 4.2. Tabel Hasil Kalibrasi <i>Static Pressure Transmitter</i> .....            | 61 |
| Tabel 4.3. Tabel Hasil Kalibrasi <i>Temperature Transmitter</i> .....                | 62 |
| Tabel 4.4. Tabel Hasil Kalibrasi <i>Differential Pressure Transmitter High</i> ..... | 62 |
| Tabel 4.5. Tabel Hasil Kalibrasi <i>Differential Pressure Transmitter Low</i> .....  | 63 |
| Tabel 4.6. Hasil Uji Pengamatan Statis Kalibrasi 16 Januari 2015.....                | 64 |
| Tabel 4.7. Hasil Uji Pengamatan Dinamis Kalibrasi 16 Januari 2015.....               | 65 |
| Tabel 4.8. Data harian PT. Krakatau Steel tanggal 7 Februari 2015.....               | 67 |
| Tabel 4.9. Data harian PT. Krakatau Steel tanggal 8 Februari 2015.....               | 68 |
| Tabel 4.10. Hasil uji pengamatan dinamis PT. KS 18 Februari 2015.....                | 69 |



## DAFTAR GAMBAR

|              |                                                                        |    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1.  | <i>Orifice Meter</i> .....                                             | 2  |
| Gambar 1.2.  | <i>Turbine Flow Meter</i> .....                                        | 2  |
| Gambar 1.3.  | <i>Ultra Sonic Meter</i> .....                                         | 3  |
| Gambar 2.1.  | <i>Geometri Orifice Plate</i> secara umum.....                         | 7  |
| Gambar 2.2.  | Prinsip Kerja Orifice.....                                             | 8  |
| Gambar 2.3.  | Standart concentric orifice.....                                       | 10 |
| Gambar 2.4.  | Counter bored orifice.....                                             | 11 |
| Gambar 2.5.  | Eccentric orifice.....                                                 | 11 |
| Gambar 2.6.  | Quadrant bore orifice.....                                             | 12 |
| Gambar 2.7.  | Segmental orifice.....                                                 | 13 |
| Gambar 2.8.  | Restriction orifice.....                                               | 14 |
| Gambar 2.9.  | Perbandingan Pressure loss orifice flowmeter dan restriction.....      | 14 |
| Gambar 2.10. | Instalasi peralatan utama orifice meter.....                           | 15 |
| Gambar 2.11. | Orifice fitting.....                                                   | 16 |
| Gambar 2.12. | Pressure transmitter dan differential pressure transmitter.....        | 17 |
| Gambar 2.13. | Instalasi pressure transmitter dan differential pressure transmitter.. | 18 |
| Gambar 2.14. | RTD PT 100 dan Temperature Transmitter.....                            | 19 |
| Gambar 2.15. | Software / referensi standart (AGA Report No.3).....                   | 21 |
| Gambar 3.1.  | Peta wilayah penelitian metering station cilegon.....                  | 22 |
| Gambar 3.2.  | Diagram alur penelitian.....                                           | 23 |
| Gambar 3.3.  | Diagram Pelaksanaan Pengamatan Dinamis.....                            | 28 |
| Gambar 3.4.  | Diagram Pengamatan statis.....                                         | 29 |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.5. Diagram Kalibrasi DP Transmitter.....                                          | 31 |
| Gambar 3.6. Diagram Kalibrasi Pressure Transmitter.....                                    | 34 |
| Gambar 3.7. Diagram Kalibrasi Temp Transmitter.....                                        | 38 |
| Gambar 3.8. Sample detail data tanggal 4 November 2014<br>Jam 00:00 s/d 01:36.....         | 44 |
| Gambar 3.9. Block program cut-off pada Flowcom.....                                        | 46 |
| Gambar 3.10. Program cut-off pada Flowcom.....                                             | 46 |
| Gambar 3.11. Simulasi pada nilai cut-off sebesar 0.4 InH <sub>2</sub> O.....               | 47 |
| Gambar 3.12. Komponen gas orifice meter PT. KS Sebelum optimalisasi.....                   | 50 |
| Gambar 3.13. Komponen gas orifice meter PT. KS sesudah optimalisasi.....                   | 51 |
| Gambar 4.1. Inisialisasi komponen tambahan pada alamat <i>modbus flowcomp</i> .....        | 56 |
| Gambar 4.2. Penambahan <i>Port</i> program untuk input <i>DP High</i> dan <i>Low</i> ..... | 57 |
| Gambar 4.3. Penambahan program <i>switching</i> input <i>DP High</i> dan <i>Low</i> .....  | 58 |
| Gambar 4.4. Penggantian nilai <i>cut-off</i> dari 0.4 ke 0.04.....                         | 59 |
| Gambar 4.5. simulasi AGA 3 menggunakan <i>cut-off</i> 0.04.....                            | 60 |

## DAFTAR LAMPIRAN

- 1) Bukti Print Out Flowcomp Penyaluran Gas PT. Krakatau Steel
- 2) Dokumen Pengamatan Dinamis PT. Krakatau Steel Sebelum Optimalisasi.
- 3) Berita Acara Kalibrasi Ulang Meter Gas Orifice 17 Oktober 2014
- 4) Berita Acara Kalibrasi Meter Gas Orifice Multi Differential Pressure Transmitter  
16 Januari 2015
- 5) Dokumen Pengamatan Dinamis PT. Krakatau Steel sesudah Optimalisasi
- 6) Keterangan Hasil Pengujian Direktorat Metrologi Kementerian Perdagangan  
No:399/SPK.5.8.4/KHP/DL/10/2014
- 7) Izin Penggunaan Sistem Alat Ukur Meter Gas Direktorat Jendral Minyak dan Gas  
Bumi Kementerian ESDM No: 586/47-4/SMG/18.06/DJM.T/2014
- 8) Keterangan Hasil Pengujian Direktorat Metrologi Kementerian Perdagangan  
No:03/SPK.5.8.4/KHP/DL/01/2015
- 9) Izin Penggunaan Sistem Alat Ukur Meter Gas Direktorat Jendral Minyak dan Gas  
Bumi Kementerian ESDM No: 052/47-4/SMG/18.06/DJM.T/2015