

**TUGAS AKHIR TF145565**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN  
ON-OFF *LEVEL OIL* PADA *MINI PLANT*  
*HORIZONTAL SEPARATOR 3 FASA*  
DI WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**ANANDA RINTO WIDYO PRADANA  
NRP 2413 031 020**

**PEMBIMBING  
Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI  
JURUSAN TEKNIK FISIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER SURABAYA 2016**



**FINAL PROJECT TF 145565**

**DESIGN OF ON-OFF LEVEL CONTROL  
SYSTEM IN THREE PHASE HORIZONTAL  
SEPARATOR MINI PLANT AT  
WORKSHOP INSTRUMENTATION**

**ANANDA RINTO WIDYO PRADANA  
NRP 2413 031 020**

**Advisor Lecture  
Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes**

**DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION  
ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT  
INDUSTRIAL FACULTY OF TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER SURABAYA 2016**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN  
ON-OFF LEVEL OIL PADA MINI PLANT  
HORIZONTAL SEPARATOR 3 FASA  
DI WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :  
**ANANDA RINTO WIDYO PRADA**  
NRP. 2413 031 020

**Surabaya, 2 Agustus 2016**  
**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**



**Ir. Ronny Dwi Noriyanti, M.Kes**  
NIP. 1957126 198403 2 002



**Agus Muhamad Hatta, ST, MSi, Ph.D**  
NIP. 19780902 200312 1 002

**Ketua Program Studi  
D3 Metrologi dan Instrumentasi**



**Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.**  
NIP. 19620822 198803 1 001

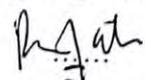
## TUGAS AKHIR

# RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN ON-OFF *LEVEL OIL* PADA *MINI PLANT* *HORIZONTAL SEPARATOR 3 FASA* DI WORKSHOP INSTRUMENTASI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi  
Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**ANANDA RINTO WIDYO PRADANA**  
NRP. 2413 031 020

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir.Ronny Dwi Noriyati, M.Kes  Pembimbing
2. Dyah S, S.T., M.T.  Ketua Penguji
3. Totok Ruki Biyanto, S.T., M.T., PhD  Dosen Penguji I
4. Arief Abdurrakhman, S.T., M.T.  Dosen Penguji II
5. Herry Sufyan Hadi ST, MT  Dosen Penguji III

**SURABAYA**  
**JULI, 2016**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN ON-OFF  
LEVEL OIL PADA MINI PLANT HORIZONTAL  
SEPARATOR 3 FASA  
DI WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**Nama** : Ananda Rinto Widyo Pradana  
**NRP** : 2413 031 020  
**Program Studi** : D3 Metrologi dan Instrumentasi  
**Jurusan** : Teknik Fisika FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes

**Abstrak**

Sistem pengendalian *level oil* banyak dibutuhkan dalam dunia industri, seperti industri *oil and gas* dan merupakan salah satu sistem yang berguna untuk kelancaran produksi. Pengendali *level oil* yang dibuat dengan menerapkan sensor *Differensial Pressure Transmitter* untuk mengontrol *level oil* pada *mini plant horizontal* separator 3 fasa. Dalam tugas akhir ini dilakukan perancangan dan pembuatan kontrol *level* agar ketinggian minyak sesuai dengan *set point* dengan menggunakan sensor *D/P Transmitter*. Sistem pengendalian yang digunakan yaitu mode kontrol on-off (digital) dengan metode *feedback*. Adapun instrumen yang digunakan yaitu mikrokontroler arduino mega 2560, *final control element* berupa *solenoid valve* 2WB-15, dan sensor *D/P Transmitter*. Dari hasil pengambilan data tugas akhir ini, dilakukan uji sensor pada *D/P Transmitter*. Selain itu juga didapat nilai output sensor *D/P Transmitter* pada *set point* 14 cm sebesar 20,8 mA dengan persentase *error* sebesar 0,65% dan persentase akurasi sebesar 99,35% dengan nilai ketidakpastian (UA1) dari range 3 cm – 14 cm sebesar 0,0357. Dari hasil perhitungan UA1 dapat disimpulkan bahwa kerja dari sistem dan sensor bekerja dengan baik, sehingga perbandingan antara kenaikan *level* dengan *output* sensor berbanding lurus.

**Kata kunci** : pengendalian *level*, separator 3 fasa, ketidakpastian.

**DESIGN OF ON-OFF OIL LEVEL CONTROL SYSTEM IN  
THREE PHASE HORIZONTAL SEPARATOR MINI PLANT  
AT WORKSHOP INSTRUMENTATION**

**Student's Name** : Ananda Rinto Widyo Pradana  
**NRP** : 2413 031 020  
**Study Program** : Diploma of Instrumentation and  
Metrology Engineering  
**Department** : Engineering Physics of FTI-ITS  
**Advisor Lecturer** : Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes

**Abstract**

*Oil level control system is much needed in the industry, such as oil and gas industry and is one useful system for smooth production. Control of oil level made to implement the Differential Pressure Transmitter for setting the oil level in the three phase horizontal separator. In this final project to design and manufacture so that the height of the oil level control in accordance with the set point by using D/P Transmitter sensor. Control system which use is on-off control mode (digital) in feedback ways. The instrument which used are microcontroller arduino mega 2560, final control element as solenoid valve 2WB-15, and D/P Transmitter sensor. From result of collecting data to this final project, do test the sensor of D/P Transmitter. Beside, also got the output value of D/P Transmitter sensor at the set point 14 cm at 20,8 mA with a percentage of error at 0,65% and an accuracy percentage at 99,35% to the value of uncertainty (UAI) of level range 3 cm – 14 cm by 0,0357. From the result it can be concluded that the calculation UAI working of the system and the sensor can work well, so that the comparison between the level increase is directly proportional to the sensor output.*

**Keywords** : level control, three phase separator, uncertainly

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi kesehatan dan berkat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN ON-OFF *LEVEL OIL* PADA *MINI PLANT HORIZONTAL* SEPARATOR 3 FASA DI WORKSHOP INSTRUMENTASI” tepat pada waktunya.

Selain itu tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Agus Muhammad Hatta, ST,Msi,Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika – ITS
2. Bapak Ir. Purwadi Agus Darwito, Msc selaku Ketua Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi – ITS
3. Bapak Ir. Tutug Dhanardono,MT selaku dosen wali kami
4. Ibu Ir. Ronny Dwi Noriyati,M.Kes selaku dosen pembimbing kami
5. Bapak Dr.Ir. Totok Soehartanto,DEA selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi
6. Orang tua dan Rut Permata Agsampin yang telah mendukung, mendoakan, dan memotivasi sampai selesainya tugas akhir ini.
7. Kawan-kawan TEAM SEPARATOR TW-114 yang telah bersama-sama berjuang mengerjakan tugas akhir *mini plant* ini.
8. Keluarga REAL SPAIN Workshop Instrumentasi 2013 yang telah mendukung tugas akhir dan berjuang selama ini.
9. Pengurus dan staf Workshop Instrumentasi 2016/2017
10. Para alumni yang telah memberi banyak saran, motivasi, pengalaman, dan bantuan selama proses pengerjaan.
11. Rekan-rekan D3 Metrologi dan Instrumentasi dan Teknik Fisika – ITS angkatan 2013.
12. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini sampai selesai.

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, 12 Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL I</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL II</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN I</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN II</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Sistematika Laporan .....	2
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b>	
2.1 Sistem Pengendalian Proses .....	5
2.2 Mode Kontrol <i>ON-OFF</i> .....	6
2.3 Separator .....	7
2.4 Sensor Level ( <i>D/P Transmitter</i> ) .....	9
2.5 <i>Solenoid Valve</i> .....	10
2.6 Arduino .....	11
<b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b>	
3.1 Blok Diagram Perancangan Alat .....	13
3.2 Sistem <i>Mini Plant Horizontal Separator</i> 3 Fasa .....	14
3.3 Perancangan <i>Level Control System Oil</i> pada Separator ....	15
3.4 Perancangan <i>Local Control Unit</i> .....	17
3.5 Perancangan <i>Hardware</i> .....	17
3.5.1 Perancangan <i>power supply</i> .....	17
3.5.2 Perancangan <i>Differential Pressure Transmitter</i> .....	18
3.5.3 Perancangan <i>Solenoid Valve</i> .....	19
3.5.4 Kompresor .....	20
3.5.5 Pressure Regulator .....	20

3.5.6 Pompa.....	21
3.5.7 Perancangan inisialisasi ADC pada <i>microcontroller</i> .....	21
3.5.8 Perancangan <i>Display</i> LCD.....	22
3.5.9 Perancangan <i>Software</i> .....	22
<b>BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA DATA</b>	
4.1 Pengujian <i>Power Supply</i> .....	26
4.2 Pengujian Sensor <i>D/P Transmitter</i> .....	27
4.3 Pengujian Sistem Pengendalian <i>Level</i> .....	32
4.4 Perbandingan <i>Level</i> dan Arus dengan <i>Set Point</i> .....	34
4.5 Pembahasan.....	35
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Blok diagram aliran proses pengendalian .....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Grafik pengendalian ON-OFF .....	7
<b>Gambar 2.3</b>	Separator 3 Fasa.....	8
<b>Gambar 2.4</b>	<i>Differensial Pressure Transmitter</i> .....	9
<b>Gambar 2.5</b>	<i>Solenoid Valve</i> .....	10
<b>Gambar 2.6</b>	Papan Arduino Mega 2560.....	11
<b>Gambar 2.7</b>	Tampilan <i>Software</i> Arduino .....	11
<b>Gambar 3.1</b>	<i>Flowchart</i> pengerjaan Tugas Akhir.....	13
<b>Gambar 3.2</b>	Diagram Blok <i>Mini Plant Horizontal Separator</i> .....	14
<b>Gambar 3.3</b>	Rancangan <i>mini plant control level oil</i> .....	15
<b>Gambar 3.4</b>	P&ID <i>horizontal separator 3 fasa</i> .....	16
<b>Gambar 3.5</b>	Diagram Blok <i>Feedback Control</i> .....	16
<b>Gambar 3.6</b>	Rangkaian <i>power supply 12 volt</i> .....	17
<b>Gambar 3.7</b>	Rangkaian <i>power supply 24 volt</i> .....	18
<b>Gambar 3.8</b>	Instalasi sensor D/P Transmitter .....	18
<b>Gambar 3.9</b>	Pemasangan solenoid valve.....	19
<b>Gambar 3.10</b>	Kompresor.....	19
<b>Gambar 3.11</b>	<i>Pressure Regulator</i> .....	20
<b>Gambar 3.12</b>	Pompa Air Sentrifugal .....	20
<b>Gambar 3.13</b>	<i>Listing Program</i> pada arduino.....	22
<b>Gambar 4.1</b>	<i>Horizontal Separator 3 fasa</i> yang dibuat .....	23
<b>Gambar 4.2</b>	Sensor Level Separator .....	25
<b>Gambar 4.3</b>	Karakteristik Respon Dinamik .....	33
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik Kenaikan <i>Level Oil</i> terhadap <i>Output D/P Transmitter</i> .....	34

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Pengujian <i>Power Supply</i> 12 Volt .....	24
<b>Tabel 4.2</b> Pengujian <i>Power Supply</i> 24 Volt .....	24
<b>Tabel 4.3</b> Pengukuran <i>D/P Transmitter</i> pada <i>level</i> 3 cm .....	26
<b>Tabel 4.4</b> Pengukuran <i>D/P Transmitter</i> pada <i>level</i> 14 cm .....	28
<b>Tabel 4.5</b> Pengujian Sistem Pengendalian <i>Level</i> .....	30
<b>Tabel 4.6</b> Respon Solenoid Valve Pada Sistem .....	31
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengujian Kenaikan <i>Level Oil</i> .....	32

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Minyak bumi merupakan salah satu sumber daya energi yang cukup penting dalam kehidupan. Minyak bumi sebagai sumber daya alam dapat berperan sebagai penggerak pembangunan (“*prime mover*”), sekaligus sebagai sumber energi juga dapat berperan sebagai mesin pertumbuhan ekonomi (“*engine of economic growth*”). Seperti yang diketahui, konsumsi minyak dunia pada tahun 2015 berada pada level tertinggi sejak tahun 2010. Permintaan minyak dunia meningkat menjadi 94,1 juta barel per hari, meningkat 1,5% dari tahun sebelumnya.

Perkembangan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi sangatlah pesat, begitu juga dengan persaingan untuk memasuki dunia kerja pada industri *oil and gas*. Wawasan dalam dunia industri sangatlah penting untuk menjadi modal awal memasuki dunia industri. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah media pembelajaran sebagai gambaran dari dunia industri *oil and gas* sebagai aplikasi dari teori di lapangan.

Salah satu aplikasi di dunia industri *oil and gas* adalah separator. Separator adalah sebuah vessel (bejana tekan) yang digunakan di perusahaan-perusahaan minyak dan gas untuk memisahkan air, minyak, dan gas yang terkandung pada crude oil yang baru di ambil dari perut bumi. Proses pemisahan adalah bagian yang penting dalam rangkaian proses produksi, dimana terdapat beberapa variable kontrol yang harus di perhatikan seperti ketinggian *oil*. *Oil* pada separator perlu di jaga ketinggiannya agar proses separasi ini berlangsung dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu perancangan sistem yang terdiri dari sensor *Differential Pressure Transmitter* (D/P Transmitter) yang berfungsi sebagai sensor ketinggian yang memanfaatkan

*pressure*, Mikrokontroler Arduino mega 2560 sebagai *Controller*, dan *Servo Operated Valve* sebagai aktuator dari proses ini.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada pelaksanaan tugas akhir ini terdapat permasalahan

yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membuat *system control level oil* yang ada pada separator ?
2. Bagaimana mengetahui range pengukuran yang digunakan pada sensor ?
3. Bagaimana respon uji sensor pada sistem pengendalian *level oil* pada separator ?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:.

Dalam perancangan tugas akhir ini, digunakan campuran air dan minyak (pertalite) sebagai inlet separator yang merepresentasikan *crude oil*.

Pada tugas akhir ini, sensor yang digunakan adalah sensor

*Differensial Pressure Transmitter* yang memanfaatkan perbedaan tekanan pada *level oil*.

Sistem pengendalian *level oil* pada separator ini menggunakan Arduino mega 2560 sebagai *controller*

Aktuator yang digunakan pada *system control level oil* ini adalah *Servo Operated Valve* (SOV) dengan *ball valve* sebagai *plug*.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu :

1. Mengetahui cara merancang dan membuat *system control level oil* yang ada pada separator.
2. Mengetahui range pengukuran yang digunakan pada sensor.
3. Mengetahui hasil respon uji sensor pada sistem.

## 1.5 Sistematika Laporan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika laporan akan disusun secara sistematis yang terbagi dalam beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut:

### **BAB I**

#### **Pendahuluan**

Bab ini berisi tentang penjelasan latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, dan sistematika laporan. **BAB II**

#### **Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir, antara lain teori tentang sistem pengendalian proses, mode kontroler *on-off*, rancang bangun separator, sensor *Differensial Pressure Transmitter* yang memanfaatkan perbedaan tekanan, microcontroller Arduino mega 2560, dan *Servo Operated Valve*.

### **BAB III**

#### **Metode Penelitian**

Dalam bab ini akan dijelaskan secara detail mengenai langkah-langkah yang harus dilalui untuk mencapai tujuan dan simpulan akhir dari penelitian. Produk akhir dari tahap ini adalah prancangan dan model yang siap untuk dibuat, diuji, dan dianalisa

### **BAB IV**

#### **Analisa Data dan Pembahasan**

Pada bab ini merupakan tindak lanjut dari Bab III, dimana pengujian yang telah dilakukan dan akan didapatkan data, baik data berupa grafik maupun tabulasi, kemudian akan dilakukan analisa dan pembahasan.

## **BAB V**

### **Kesimpulan dan Saran**

Dalam bab ini adalah berisi mengenai kesimpulan pokok dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan rekomendasi sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Sistem Pengendalian Proses

Hampir semua proses di industri membutuhkan peralatan – peralatan otomatis untuk mengendalikan parameter – parameter prosesnya. Otomatisasi tidak hanya diperlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi maupun mutu produk, tetapi lebih merupakan kebutuhan pokok. Suatu proses industri tidak akan dapat dijalankan tanpa bantuan sistem pengendalian. Parameter – parameter yang umum dikendalikan dalam suatu proses adalah

**Proses** : tatanan peralatan yang mempunyai suatu fungsi tertentu, contohnya *level* tangki.

**Controlled Variable** : besaran atau variabel yang dikendalikan. Besaran ini pada diagram kotak disebut juga dengan output proses atau *level* tangki.

**Manipulated Variable** : input dari suatu proses yang dapat di manipulasi agar *controlled variable* sesuai dengan set point-nya.

**Disturbance** : besaran lain (selain *manipulated variable*) yang dapat menyebabkan berubahnya *level* tangki diatas dari tangki yang dikendalikan

**Sensing Element** : bagian paling ujung suatu sistem pengukuran, seperti *sensor level*.

**Transmitter** : untuk membaca sinyal sensing element dan mengubah sinyal yang dapat dipahami oleh kontroller seperti *signal conditioning* (SC).

**Tranducer** : unit pengalih sinyal.

**Measurement Variable** : sinyal yang keluar dari transmitter. Jika dalam pengendalian *level*, sinyal yang keluar adalah berupa *level*.

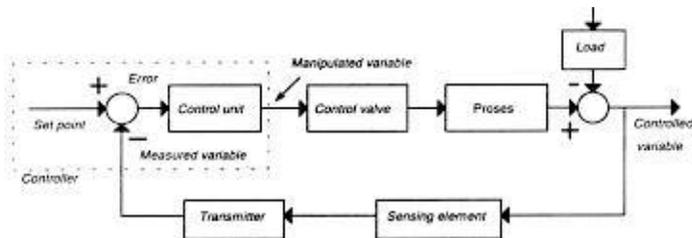
**Set Point** : besar *process variable (level)* yang dikehendaki.

**Controller** : Merupakan elemen yang melakukan kegiatan membandingkan dan menghitung. Salah satu contoh *controller* yaitu PLC, DCS, *Micocontroller*

**Final Control Element** : bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian yang berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan cara *manipulated variable*, berdasarkan perintah pengendali. Salah satu *final control element* yang digunakan dalam pengendalian *level* adalah

*motorized valve*.

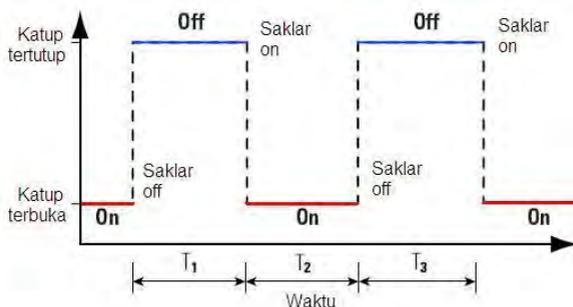
Secara garis besar suatu rangkaian pengendalian proses dibagi menjadi 4 langkah, yaitu : mengukur – membandingkan - menghitung – mengkoreksi. Langkah pertama yaitu mengukur , merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa yang dikehendaki. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara *set point* dengan hasil pengukuran maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan aksi apa yang dilakukan supaya sesuai dengan *set point* yang diinginkan. Pada langkah kedua dan ketiga ini adalah tugas dari pengendali. Langkah terakhir adalah melakukan pengkoreksian yang merupakan tugas dari aktuatur.



**Gambar 2.1** Blok diagram aliran proses pengendalian<sup>[1]</sup>

## 2.2 Mode Kontrol *ON-OFF*

Pada perancangan sebuah proses pengendalian dibutuhkan adanya suatu penetapan proses mode pengendalian proses terlebih dahulu, hal tersebut dikarenakan mode pengendalian proses merupakan hal yang paling utama dalam perancangan suatu proses pengendalian. Mode proses pengendalian yang digunakan dalam pengerjaan proses pengendalian adalah mode pengendalian proses secara *ON-OFF*. Aksi pengendalian dari *controller* ini hanya mempunyai dua kedudukan, maksimum atau minimum, tergantung dari variable terkontrolnya, apakah lebih besar atau lebih kecil dari set poin.



**Gambar 2.2** Grafik pengendalian *ON-OFF* <sup>[2]</sup>

Pada gambar 2.2 terlihat jika error sering naik turun dengan cepat, maka variabel termanipulasi ( $m$ ) akan sering sekali berubah dari maksimum ke minimum atau sebaliknya, hal ini dalam prakteknya tidak disesuaikan, untuk itu pada pengendalian diberi gap. Pengendalian proses merupakan sebuah *loop* aliran sinyal-sinyal dari masing-masing instrument pendukungnya. Sinyal sinyal yang mengalir melalui instrument ini membawa informasi

### 2.3 Separator

Separator merupakan tabung bertekanan yang digunakan untuk memisahkan fluida sumur (*crude oil*) menjadi fasa cair ringan, fasa cair berat, dan fasa gas (tiga fasa). Pada *separator* terdapat tekanan (*pressure*) dan ketinggian *oil* yang harus dijaga, karena pada separator yang digunakan ini tekanan maksimalnya 6 bar. Dan untuk ketinggian *oil* harus dijaga agar tekanan pada separator tidak banyak yang hilang terbuang.

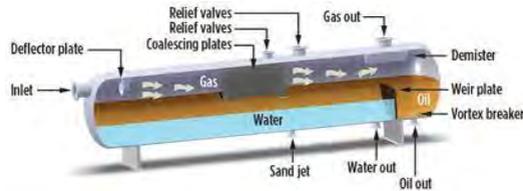
Separator memiliki dua buah macam tipe, yang pertama adalah separator 2 fasa yang berfungsi untuk mensimulasikan pemisahan fasa gas dan fasa cair. Kedua adalah separator 3 fasa yang berfungsi untuk mensimulasikan pemisahan fasa gas, fasa cair “ringan” dan fasa cair “berat”. Contoh untuk fasa cair “ringan” adalah air dan untuk fasa cair “berat” adalah minyak.

Mengikuti hukum alam tentang pemisahan berdasarkan densitas, maka gas sudah pasti berada di atas cairan. Dan pada umumnya, minyak atau kondensat akan berada di atas air. Glycol akan berada di bawah air, dan seterusnya. Ini berarti, densitas gas < densitas minyak/kondensat < densitas air < densitas glycol. Kriteria pemisahan yang baik di dalam separator sedikit membutuhkan pengetahuan rancang bangun separator. Prinsip dasar yang penting adalah:

1. Kecepatan aktual gas di dalam badan separator harus lebih kecil dari kecepatan minimum butiran cairan yang jatuh secara gravitasi ke bagian bawah separator. Jika ini

dilanggar, maka konsekuensinya adalah cairan dapat terbawa ke aliran gas. Ini dikenal sebagai *liquid carry over*. Umumnya besaran separator bukan ditentukan oleh kriteria ini, melainkan waktu tinggal cairan di dalam separator.

2. Waktu tinggal cairan. Jika hanya memisahkan gas dan cairan, angka ini lebih kecil dibandingkan dengan pemisahan cair-cair, yaitu antara minyak/kondensat dan air. Umumnya waktu tinggal untuk industri minyak dan gas bumi berkisar antara 1 sampai dengan 3 menit. Untuk separator horizontal yang mempunyai diameter tertentu, semakin panjang separator, biasanya kapasitas pemisahan cairannya besar, sehingga dapat memisahkan laju alir fluida cair yang lebih besar. Diameter vessel tentunya juga menjadi pertimbangan meskipun tidak se-kritis dibandingkan dengan separator jenis vertikal.



**Gambar 2.3** separator 3 fasa [3]

## 2.4 Sensor Level ( D/P Transmitter )

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mengubah besaran fisis (variabel proses) yang diukur menjadi besaran fisis lainnya. Level adalah suatu besaran fisika yang disebut variabel proses yang dapat diukur dengan jenis sensor fisika. Sensor yang digunakan adalah *D/P Transmitter*.

*Differential Pressure Transmitter* merupakan alat *instrument* yang bertindak sebagai pembaca nilai tekanan dari

materi gas maupun cairan. Dari perbedaan nilai pressure yang diukur akan diketahui nilai ketinggian permukaan isi tangki. Sensor ini bersentuhan langsung dengan *plant* yang di deteksi sehingga menghasilkan sinyal. Sinyal yang dihasilkan oleh sensor ini sebanding dengan besarnya tekanan yang di deteksi oleh sensor.

*D/P Transmitter* ini menggunakan prinsip tekanan hidrostatis. Instalasi *D/P Transmitter* pada tangki berbeda-beda. Untuk tangki yang terbuka, kita bisa menggunakan flanged *D/P Transmitter* dengan *L side* dibiarkan ke atmosfer. Ini lebih efisien karena tidak perlu *tubing* untuk *hook-up*. Untuk tangki tertutup, kita bisa menggunakan *D/P Transmitter* dengan *hook-up tubing*, yaitu *Dry leg* dan *Wet leg*. Selain *Dry leg* dan *Wet leg*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada instalasi *D/P Transmitter* seperti *zero suppression* sebagai kompensasi dari jarak pemasangan *D/P Transmitter* dan *zero suppression* sebagai kompensasi dari instalasi *Wet leg* (dimana *Plow* bisa mendapat *pressure* lebih besar dari *Phigh*, karena tinggi *Wet leg* sama atau lebih tinggi dari level tangki yang diukur sehingga hasil sensor menjadi negatif).

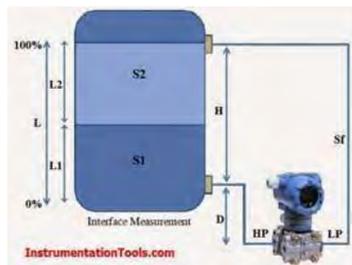
Tangki yang akan diukur dihubungkan masing-masing pada *connector pin D/P Transmitter*. Input yang masuk ini di-*sensing* oleh sensor *pressure* yang kemudian diteruskan ke *Amplifier Board* dan kemudian diterjemahkan atau diubah keluarannya menjadi sinyal standar 4-20 mA. Sensor ini juga memiliki *ZERO* dan *SPAN* untuk meng-*adjust* (menambah atau mengurangi) jika mengalami perubahan besaran angka yang dibandingkan dengan hasil pengukuran saat kalibrasi.

Berikut adalah gambaran singkat mengenai instalasi *D/P Transmitter* :

*Low Pressure* dihubungkan pada tangki bagian atas sebagai tekanan referensi.

*High Pressure* dihubungkan pada tangki bagian bawah sebagai tekanan yang diukur.

Pada *Low Pressure* berisi tekanan uap atau gas. Karena cairan / fluida tidak boleh dijadikan *input connector pin low pressure*.



**Gambar 2.4** *Differensial Pressure Transmitter* <sup>[4]</sup>

## 2.5 Solenoid Valve

*Solenoid valve* adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat cairan masuk atau *supply*, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* bekerja.

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup (*valve*) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan

piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve* akan keluar cairan yang berasal dari *supply*, pada umumnya *solenoid valve* mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



**Gambar 2.5** *Solenoid Valve*<sup>[5]</sup>

## 2.6 Arduino

Arduino adalah sebuah papan kontroler yang berbasis mikrokontroler. Produk ini merupakan buatan Italia. Terdapat banyak macam jenis arduino, seperti Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Nano, Arduino Esplora, Arduino Leonardo, dan lain-lain.

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana,

anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.



**Gambar 2.6** Papan Arduino mega 2560<sup>[6]</sup>

Arduino Mega 2560 adalah hardware open source. Arduino ini dapat menggunakan *supply* yang diperoleh dari koneksi kabel USB atau *power supply eksternal*. Board ini dapat beroperasi dengan tegangan antara 6VDC sampai 20 VDC.

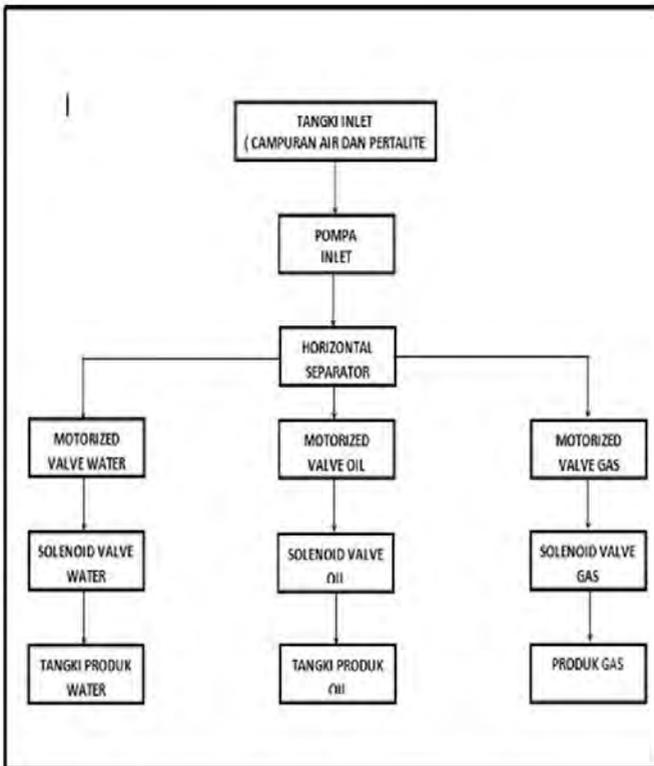
**Gambar 2.7** Tampilan *Software* Arduino<sup>[7]</sup>

Selain itu, arduino juga memiliki sebuah perangkat lunak sebagai media *interface* terhadap *hardware* papan arduino. Pada *software* ini pula dibuat *code* untuk di-*upload* pada papan arduino sehingga dapat menjalankan eksekusi sesuai dengan *code* tersebut.



### 3.2 Sistem *Mini Plant Horizontal Separator* 3 Fasa

Pada tugas akhir ini adalah merancang sebuah sistem kontrol *level oil* di unit *horizontal separator* yang terintegrasi dengan *Microcontroller* Arduino Mega 2560. Perancangan sistem kontrol *level* ini di aplikasikan pada *mini plant horizontal separator*.



**Gambar 3.2** Diagram Blok *Mini Plant Horizontal Separator*

Pada *mini plant horizontal separator* ini terdapat beberapa bagian penting, yaitu :

**Tangki Inlet** adalah tangki yang berfungsi sebagai penampung bahan pengganti *crude oil* yaitu pertalite dan air.

**Horizontal Separator** adalah bagian yang berfungsi sebagai tempat pemisahan antara air , pertalite, dan gas.

**Tangki Outlet ( Produk )** adalah tangki yang berfungsi sebagai tempat tampung dari produk air, pertalite , dan gas.

### 3.3 Perancangan *Level Control System Oil Pada Separator*

Pada perancangan sistem kontrol pada *mini plant horizontal separator* 3 fasa berbasis mikrokontroler di workshop instrumentasi, dimana terdapat *separator* yang dikendalikan ketinggiannya agar tidak terjadi pengurangan tekanan. Sensor yang digunakan dalam sistem *control level* ini adalah *Differensial Pressure Transmitter*. Untuk memudahkan proses kontrol ini, digunakan *microcontroller* Arduino mega 2560. Dengan adanya sistem kontrol otomatis ini apabila *level* minyak pada *set point* maka secara otomatis akan menyalakan atau mengaktifkan motor servo sebagai aksi dari aktuator dan apabila *level* minyak berada di bawah *set point* maka motor servo akan mati secara otomatis. Sehingga dengan adanya sistem kontrol *level* secara otomatis ini *level* minyak tetap terjaga.



**Gambar 3.3** Rancangan *mini plant control level oil*

## BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA DATA

Setelah dilakukan pembuatan sistem pengendalian *level separator* pada *mini power plant* maka perlu dilakukan pengujian terhadap *hardware*, *controller* dan *software* yang sudah dibuat serta melakukan analisa secara menyeluruh terhadap hasil pengujian. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui performansi alat secara keseluruhan. Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

Mekanisme kerja pada rancang bangun sistem kontrol *level* minyak pada *mini plant horizontal separator* ini adalah menjaga ketinggian minyak pada *separator* dengan tujuan agar volume minyak pada *separator* tidak mencapai ketinggian yang sama dengan ketinggian air, serta menjaga tekanan yang ada pada *separator* agar tidak terjadi *liquid carry over*. Pada pengendalian *level* minyak *separator* berdasarkan pengukuran *D/P Transmitter* sebagai sensor, keluaran dari sensor ini berupa arus listrik. Oleh karena itu, digunakan rangkaian resistor  $250\Omega$  agar merubah variasi nilai arus listrik yang kemudian diubah menjadi nilai tegangan yang masuk ke ADC untuk dikonversi menjadi data digital yaitu 0-255 (8bit). Setelah data digital hasil konversi dari ADC dimasukkan ke mikrokontroler maka hasil pengukuran tersebut akan memberikan perintah berupa eksekusi sistem pengendalian melalui rangkaian *Servo Operated Valve*.



**Gambar 4.1** *Horizontal Separator* 3 fasa yang dibuat

#### 4.1 Pengujian *Power Supply*

Rangkaian *power supply* ini terdiri dari rangkaian *power supply* dengan *output* 5 Volt, dan 24 Volt. Dalam pengujiannya rangkaian ini disambungkan ke tegangan pusat atau PLN 220 volt AC (bolak-balik).

**Tabel 4.1** Pengujian *Power Supply* 12 Volt

Pengujian ke-n	Tegangan Output (Volt)
1	12,01
2	12,02
3	12,01
4	12,01
5	12,02
Rata-rata	$\pm 12,014$

Pada **Tabel 4.1** terlihat bahwa pengujian *power supply* yang digunakan mengeluarkan tegangan rata-rata sebesar  $\pm 12,014$  Volt dari 5 kali pengambilan data. Dari setiap pengambilan data, selisih tegangan keluarannya tidak terlalu besar. Data ini nilainya tidak tepat 12 volt, yang dikarenakan hanya menggunakan rangkaian *power supply* sederhana, namun masih dapat digunakan untuk mengaktifkan atau menyalakan rangkaian *Microcontroller* Atmega Mega 2560.

**Tabel 4.2** Pengujian *Power Supply* 24 Volt

Pengujian ke-n	Tegangan Output (Volt)
1	23,99
2	23,99
3	24,02
4	24,01
5	24,01
Rata-rata	$\pm 24,004$

Pada **Tabel 4.2** terlihat bahwa pengujian *power supply* yang digunakan mengeluarkan tegangan rata-rata sebesar  $\pm 24,004$  Volt dari 5 kali pengambilan data. Dari setiap pengambilan data, selisih tegangan keluarannya tidak terlalu besar. Data ini nilainya tidak tepat dengan 24 volt, yang dikarenakan hanya menggunakan rangkaian *power supply* sederhana, namun masih dapat digunakan untuk mengaktifkan *D/P Transmitter*.

#### **4.2 Pengujian Sensor *D/P Transmitter***

Pengujian sensor dilakukan dengan menghubungkan *power supply* yang memiliki keluaran 24 Volt DC ke pin connector *D/P Transmitter*.



**Gambar 4.2** Sensor Level Separator

Pengukuran arus dengan menggunakan *set point* 14cm dengan range 4-20 mA. Ketika pada posisi *low* dengan ketinggian 3 cm, maka arus pada pengukuran sebesar 4mA. Ketika pada posisi *high/set point* dengan ketinggian 14cm, maka arus pada pengukuran sebesar 20 mA. Berikut hasil pengujian dari arus *output* dengan *set point* 3 cm :

**Tabel 4.3** Pengukuran *D/P Transmitter* pada level 3 cm

No	Set Point Arus (mA)	Pengukuran Arus (mA)	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
1	4	4,44	0,188	0,035344
2	4	4,23	-0,022	0,000484
3	4	4,14	-0,112	0,012544
4	4	4,12	-0,132	0,017424
5	4	4,16	-0,092	0,008464
6	4	4,03	-0,222	0,049284
7	4	4,38	0,128	0,016384
8	4	4,42	0,168	0,028224
9	4	4,20	-0,052	0,002704
10	4	4,40	0,148	0,021904
<b>Jumlah Arus (<math>\Sigma x</math>)</b>		42,52		$\Sigma(x - \bar{x})^2$
<b>Rata-rata Arus (<math>\bar{x}</math>)</b>		4,252		= 0,19276

Dari **Tabel 4.3** dapat dihitung standar deviasi ( $\delta$ ) dan nilai ketidakpastian ( $UA_1$ ) sebagai berikut :

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots \quad 4.1$$

$$\delta = \sqrt{0,192769}$$

$$\delta = \sqrt{0,0245655} = 0,1463$$

Setelah diketahui standar deviasi untuk nilai ketidakpastian ( $U_{A1}$ ) adalah sebagai berikut :

$$U_{A1} = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \tag{4.2}$$

Dimana :

$\delta$  = standar deviasi

$n$  = banyak data

$U_{A1} = \sqrt{10 \cdot 0,0003}$

Perhitungan *error* dan akurasi dari data pengukuran arus 4-20 mA dengan *low set point* 4 cm yang dihasilkan, maka *error* rata-rata dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$= \frac{\overline{X_{low}}}{X_{low}} \tag{4.3}$$

Dimana :

$\overline{X_{low}}$  = rata-rata arus pada level 3cm atau *low set point*

= *set point* arus pada level 3 cm

$$= \frac{0,0593}{0,1186} = 0,0593$$

Sehingga menyatakan *Error* dalam persentase, seperti dalam persamaan berikut :

$$Presentase Error : = \frac{\overline{X_{low}}}{X_{low}} \times 100\% \tag{4.4}$$

$$= 0,0593 \times 100\%$$

$$= 5,93\%$$

$$= 5,93\%$$

Nilai dari persen akurasi dari akurasi rata-rata dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Persen Akurasi} &= 100\% - \text{Persentase Error Low Set Point} \dots\dots 4.5 \\ &= 100\% - 5,93\% \\ &= 94,07\% \end{aligned}$$

Dari data arus *output* yang dihasilkan dengan *low set point* pada level, yaitu 3 cm diperoleh arus rata-rata 4,252 mA. Sedangkan pada *high set point* tangki yaitu 14 cm, dihasilkan arus rata-rata sebesar 19,871 mA dengan pengambilan data dilakukan sebanyak sepuluh kali .

**Tabel 4.4** Pengukuran *D/P Transmitter* pada level 14 cm

No	Set Point Arus (mA)	Pengukuran Arus (mA)	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
1	20	20,02	0,149	0,022201
2	20	19,94	0,069	0,004761
3	20	19,87	-0,001	0,000001
4	20	19,94	0,069	0,004761
5	20	19,90	0,029	0,000841
6	20	19,87	-0,001	0,000001
7	20	19,85	-0,021	0,000441
8	20	19,63	-0,241	0,058081
9	20	19,74	-0,131	0,017161
10	20	19,95	0,079	0,006241
<b>Jumlah Arus (<math>\Sigma x</math>)</b>		198,71		$\Sigma (x - \bar{x})^2$
<b>Rata-rata Arus (<math>\bar{x}</math>)</b>		19,871		= 0,11449

Dari **Tabel 4.4** dapat dihitung standar deviasi ( $\delta$ ) dan nilai ketidakpastian ( $U_{A1}$ ) sebagai berikut :

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 4.6$$

$$\delta = \sqrt{0,114499}$$

$$\delta = \sqrt{0,0127} = 0,1128$$

Setelah diketahui standar deviasi untuk nilai ketidakpastian ( $U_{A1}$ ) adalah sebagai berikut :

$$U_{A1} = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad 4.7$$

Dimana :

$\delta$  = standar deviasi

$n$  = banyak data

$$U_{A1} = \frac{0,1128}{\sqrt{10} \cdot 0,037}$$

Perhitungan *error* dan akurasi dari data pengukuran arus 4-20 mA dengan *high set point* 4 cm yang dihasilkan, maka *error* rata-rata dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$= \frac{\delta_{high}}{X_{high}} \dots\dots\dots 4.8$$

Dimana :

$X_{high}$  = rata-rata arus pada level 14 cm atau *high set point*

= *set point* arus pada level 14 cm

$$= \frac{0,0065}{0,1128} = -0,0065 = 0,0065$$

Sehingga menyatakan *Error* dalam persentase, seperti dalam persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Presentase Error} &: = \frac{\overline{X} - X_{high}}{X_{high}} \times 100\% \dots\dots\dots 4.9 \\
 &= \frac{-}{\dots\dots\dots} \times 100\% \\
 &= 0,0065 \times 100\% \\
 &= 0,65\%
 \end{aligned}$$

Nilai dari persen akurasi dari akurasi rata-rata dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persen Akurasi} &= 100\% - \text{Persentase Error High Set Point} \dots\dots 4.10 \\
 &= 100\% - 0,65\% \\
 &= 99,35\%
 \end{aligned}$$

### 4.3 Pengujian Sistem Pengendalian Level

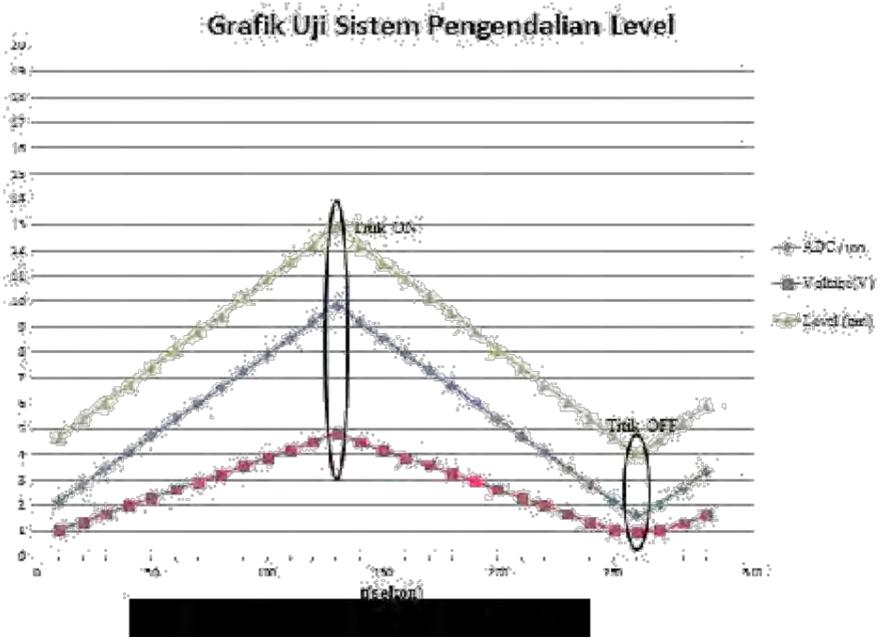
Diperoleh data respon dari *final control element* solenoid valve berupa bukaan 0% sampai 100%. Data yang diambil pada saat running. Berikut respon dari solenoid valve :

**Tabel 4.6** Respon Solenoid Valve Pada Sistem

<b>Level (cm)</b>	<b>Respon Valve (%)</b>
12,91	0%
12,91	0%
12,96	0%
13,02	100%
13,02	100%

Berikut merupakan grafik data pengujian sistem pengendalian *level oil* pada *mini plant horizontal* separator 3 fasa. Data yang diambil terdiri dari nilai adc, tegangan, dan *level oil* yang diambil setiap 10 detik. Tabel hasil uji sistem pengendalian *level* dapat dilihat pada **Lampiran E**.





*Gambar 4.3 Karakteristik respok dinamik*

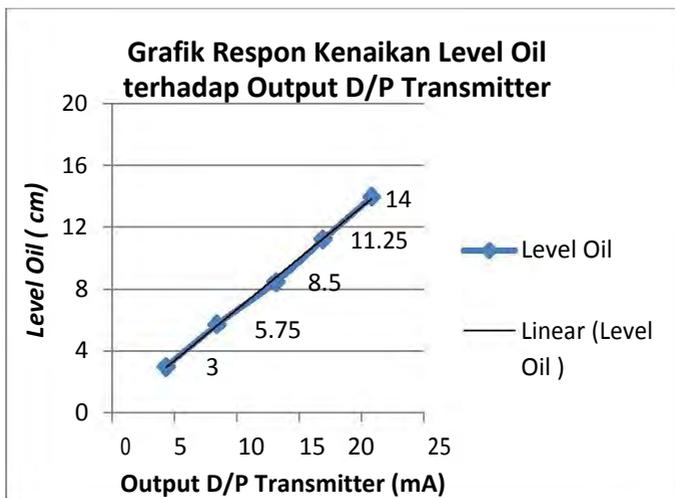
Dari **Gambar 4.7** diperoleh data dari uji sistem pengendalian level yaitu titik ON terletak ketika t(sekon) menunjukkan 130 detik , ADC 983, *level* sebesar 12,91 cm, dan *voltage* sebesar 4,80 volt. Titik OFF terletak ketika t(sekon) menunjukkan 260 detik, ADC 162, *level* sebesar 4,09 cm, dan *voltage* sebesar 1,01 volt.

#### 4.4 Perbandingan *Level* dan Arus dengan *Set Point*

Pengujian alat dilakukan dengan nilai *set point* pada 40 cm. Ketika *level* dari dasar sampai mencapai 14 cm terjadi pula perubahan arus terukur.

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian Kenaikan *Level Oil*

No	Level (cm)	Arus (I.out)
1	3	4,328
2	5,75	8,408
3	8,5	13,148
4	11,25	16,908
5	14	20,8



**Gambar 4.4** Grafik Kenaikan *Level Oil* terhadap Output D/P Transmitter

Persamaan Linear pada **Grafik 4.3** yaitu

$$: y = 0,6625x + b$$

(1)  $x = 4,328 ; y = 3$

$$3 = (0,6625 * 4,328) + b$$

$$b = 0,1327$$

(2)  $x = 8,408 ; y = 5,75$

$$5,75 = (0,6625 * 8,408) + b$$

$$b = 0,1797$$

(3)  $x = 13,148 ; y = 8,5$

$$8,5 = (0,6625 * 13,148) + b$$

$$b = 0,21055$$

(4)  $x = 16,908 ; y = 11,25$

$$11,25 = (0,6625 * 16,908) + b$$

$$b = 0,04845$$

(5)  $x = 20,8 ; y = 14$

$$14 = (0,6625 * 20,8) + b$$

$$b = 0,22$$

#### 4.5 Pembahasan

Pada tugas akhir sistem pengendalian *level oil* pada tangki separator ini didapat data mengenai pembacaan sensor *D/P Transmitter*.

Sensor *D/P Transmitter* memiliki keluaran sinyal analog dan dikonversikan menjadi data digital 10 bit. Jadi sinyal analog 4-20 mA diubah menjadi 1-5 volt oleh elemen pengkondisian sinyal berupa resistor 250 $\Omega$  yang kemudian di konversikan menjadi data digital 0-1023. Untuk sensor *D/P Transmitter* ketika diaktifkan *power supply* 24 volt, *level* 3 cm, akan bernilai ADC 218 dan tegangan 1,082 V. Yang berarti sensor *D/P Transmitter* mengeluarkan sinyal 4 mA. Sedangkan ketika data digital bernilai 1023, *level* telah mencapai batas maksimal yaitu 14 cm dan *output* sensor *D/P Transmitter* sebesar 20 mA. Sehingga, ketika *level oil* pada tangki separator mengalami kenaikan, maka nilai ADC dari *outputan* sensor akan meningkat sesuai dengan data yang telah diperoleh.

Setelah dilakukan pengambilan data, maka dapat diketahui bahwa *error* dari pembacaan sensor *D/P Transmitter* pada *low set point* 3 cm sebesar 5,93%. Sedangkan pada *high set point* 14 cm, *error* pembacaan sebesar 0,65%. *Range* kenaikan *level oil* pada tangki separator adalah 3 cm – 14 cm. Hal ini dikarenakan batas minimum dan maksimum terdapat pada *safety instrument system* (SIS), maka *low set point* harus lebih tinggi dari *low* SIS dan *high set point* harus lebih rendah dari *high* SIS.

Berdasarkan **Grafik 4.3**, dapat diketahui persamaan linier dari grafik kenaikan *Level Oil* terhadap *Output D/P Transmitter* yaitu  $y = 0,6625x + b$ . Dimana akan dicari nilai konstanta (b) untuk mengetahui persamaan garis lurus tiap titik yang diketahui. Dari perhitungan tersebut, garis yang didapatkan linier atau sebanding antara *level oil* (cm) dengan *Output D/P Transmitter* (mA).

Dengan adanya perhitungan ketidakpastian maka diketahui bahwa sensor *D/P Transmitter* dari *range level* 3 cm – 14 cm adalah 0,0357. Maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya *error* yang kecil maka menunjukkan bahwa alat masih bekerja dengan baik. Dilihat dari hasil perhitungan  $U_{AI}$ , dapat disimpulkan sistem pengendalian *level oil* pada tangki separator dapat berjalan dengan baik.

# DATASHEET ROSEMOUNT 3051CD

**Product Data Sheet**  
00813-0100-4001, Rev MA  
May 2012

Rosemount 3051

## Rosemount 3051C Coplanar Pressure Transmitter



3051C Coplanar Pressure Transmitter

This ordering table contains the following Rosemount 3051C configurations:

Configuration	Transmitter Output Code
4-20 mA HART -3051 -Enhanced 3051 <sup>(1)</sup>	A
FOUNDATION™ fieldbus	F
PROFIBUS® PA	W

<sup>(1)</sup> The enhanced 4-20 mA HART device can be ordered with Transmitter Output option code A plus any of the following new option codes: DA0, M4, Q7, DZ, CR, CS, CT, HRS, HRT.

See Specifications and Options for more details on each configuration.

### Additional Information

Specifications: page 38

Certifications: page 47

Dimensional Drawings: page 53

Table 1. 3051C Coplanar Pressure Transmitters Ordering Information

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery.  
The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

Model	Transmitter Type			
3051C	Coplanar Pressure Transmitter			
<b>Measurement Type</b>				
Standard				Standard
D	Differential			★
G	Gage			★
<b>Expanded</b>				
A	Absolute			
<b>Pressure Range</b>				
	3051CD	3051CG	3051CA	
Standard				Standard
1	-25 to 25 inH <sub>2</sub> O (-62.2 to 62.2 mbar)	-25 to 25 inH <sub>2</sub> O (-62.1 to 62.2 mbar)	0 to 30 psia (0 to 2.1 bar)	★
2	-250 to 250 inH <sub>2</sub> O (-623 to 623 mbar)	-250 to 250 inH <sub>2</sub> O (-621 to 623 mbar)	0 to 150 psia (0 to 10.3 bar)	★
3	-1000 to 1000 inH <sub>2</sub> O (-2.5 to 2.5 bar)	-993 to 1000 inH <sub>2</sub> O (-0.98 to 2.5 bar)	0 to 800 psia (0 to 55.2 bar)	★
4	-300 to 300 psi (-20.7 to 20.7 bar)	-14.2 to 300 psi (-0.98 to 20.7 bar)	0 to 4000 psia (0 to 275.8 bar)	★
5	-2000 to 2000 psi (-137.9 to 137.9 bar)	-14.2 to 2000 psi (-0.98 to 137.9 bar)	Not Applicable	★
<b>Expanded</b>				
0 <sup>(1)</sup>	-3 to 3 inH <sub>2</sub> O (-7.5 to 7.5 mbar)	Not Applicable	Not Applicable	
<b>Transmitter Output</b>				
Standard				Standard
A <sup>(2)</sup>	4-20 mA with Digital Signal Based on HART Protocol			★
F	FOUNDATION fieldbus Protocol			★
W <sup>(3)</sup>	PROFIBUS PA Protocol			★

# Rosemount 3051

## Specifications

### PERFORMANCE SPECIFICATIONS

This product data sheet covers HART, FOUNDATION fieldbus and PROFIBUS PA protocols unless specified.

### Conformance To Specification ( $\pm 3\sigma$ (Sigma))

Technology leadership, advanced manufacturing techniques and statistical process control ensure specification conformance to at least  $\pm 3\sigma$ .

### Reference Accuracy

Stated reference accuracy equations include terminal based linearity, hysteresis, and repeatability.

For FOUNDATION fieldbus and PROFIBUS PA devices, use calibrated range in place of span.

Models	Standard	3051	High Accuracy Option <sup>(1)</sup>	Enhanced 3051
3051C Ranges 2-5	$\pm 0.065\%$ of span For spans less than 10:1, accuracy = $\pm \left[ 0.015 + 0.005 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$	Ranges 2-5 High Accuracy Option, P8 $\pm 0.04\%$ of span For spans less than 5:1, accuracy = $\pm \left[ 0.015 + 0.005 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$		$\pm 0.04\%$ of span For spans less than 10:1 accuracy = $\pm \left[ 0.015 + 0.005 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$
Range 1	$\pm 0.10\%$ of span For spans less than 15:1, accuracy = $\pm \left[ 0.025 + 0.005 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$	NA		$\pm 0.10\%$ of span For spans less than 15:1 accuracy = $\pm \left[ 0.025 + 0.005 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$
Range 0 (CD)	$\pm 0.10\%$ of span For spans less than 2:1, accuracy = $\pm 0.05\%$ of URL	NA		$\pm 0.10\%$ of span For spans less than 2:1 accuracy = $\pm 0.05\%$ of URL
3051CA Ranges 1-4	$\pm 0.065\%$ of span For spans less than 10:1, accuracy = $\pm \left[ 0.0075 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$	Ranges 2-4: High Accuracy Option, P8 $\pm 0.04\%$ of span For spans less than 5:1, accuracy = $\pm \left[ 0.0075 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$		$\pm 0.04\%$ of span For spans less than 10:1 accuracy = $\pm \left[ 0.0075 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$
3051T Ranges 1-4	$\pm 0.065\%$ of span For spans less than 5:1, accuracy = $\pm \left[ 0.0075 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$	Ranges 2-4 High Accuracy Option, P8 $\pm 0.04\%$ of span For spans less than 5:1, accuracy = $\pm \left[ 0.0075 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$		$\pm 0.04\%$ of span For spans less than 10:1 accuracy = $\pm \left[ 0.0075 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$
Range 5	$\pm 0.075\%$ of span For spans less than 10:1, accuracy = $\pm \left[ 0.0075 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$	NA		$\pm 0.075\%$ of span For spans less than 10:1 accuracy = $\pm \left[ 0.0075 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$
3051L Ranges 2-4	$\pm 0.075\%$ of span For spans less than 10:1, accuracy = $\pm \left[ 0.025 + 0.005 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$	NA		$\pm 0.075\%$ of span For spans less than 10:1 accuracy = $\pm \left[ 0.025 + 0.005 \left( \frac{URL}{Span} \right) \right] \% \text{ of Span}$

(1) High accuracy option P8 is not required for the Enhanced 3051.

### Flow Performance - Flow Reference Accuracy

3051CFA Annubar Flowmeter (for 3051 and enhanced 3051)		
Ranges 2-3		±1.60% of Flow Rate at 8:1 flow turndown
3051CFC Compact Orifice Flowmeter - Conditioning Option C		
Ranges 2-3	$\beta = 0.4$	±1.75% of Flow Rate at 8:1 flow turndown
	$\beta = 0.65$	±1.95% of Flow Rate at 8:1 flow turndown
3051CFC Compact Orifice Flowmeter - Orifice Type Option P <sup>(1)</sup>		
Ranges 2-3	$\beta = 0.4$	±2.00% of Flow Rate at 8:1 flow turndown
	$\beta = 0.65$	±2.00% of Flow Rate at 8:1 flow turndown
3051CFP Integral Orifice Flowmeter		
Ranges 2-3	$\beta < 0.1$	±3.00% of Flow Rate at 8:1 flow turndown
	$0.1 < \beta < 0.2$	±1.55% of Flow Rate at 8:1 flow turndown
	$0.2 < \beta < 0.6$	±1.75% of Flow Rate at 8:1 flow turndown
	$0.6 < \beta < 0.8$	±2.15% of Flow Rate at 8:1 flow turndown

(1) For smaller line sizes, see Rosemount Compact Orifice

### Total Performance

Total Performance is based on combined errors of reference accuracy, ambient temperature effect, and static pressure effect.

For ±50 °F (28 °C) temperature changes, up to 1000 psi (6.9 MPa) line pressure (CD only), from 1:1 to 5:1 rangedown.		
Models	3051 Standard	Enhanced 3051
3051C Ranges 2-5	±0.15% of span	+ 0.12% of span
3051T Ranges 1-4	±0.15% of span	+ 0.12% of span

### Long Term Stability

Models	Long Term Stability (for 3051 and enhanced 3051)
3051C Ranges 2-5	±0.125% of URL for 5 years; ±50 °F (28 °C) temperature changes, and up to 1000 psi (6.9 MPa) line pressure.
3051CD, 3051CG Low/Draft Range Ranges 0-1	±0.2% of URL for 1 year
3051CA Low Range Range 1	±0.125% of URL for 5 years; ±50 °F (28 °C) temperature changes, and up to 1000 psi (6.9 MPa) line pressure.
3051T Ranges 1-3	±0.125% of URL for 5 years; ±50 °F (28 °C) temperature changes, and up to 1000 psi (6.9 MPa) line pressure.

## Dynamic Performance

	4 - 20 mA HART <sup>(1)</sup>	FOUNDATION fieldbus and PROFIBUS PA protocols <sup>(2)</sup>	Typical HART Transmitter Response Time
<b>Total Response Time (<math>T_d + T_c</math>)<sup>(3)</sup></b>			<p><b>Transmitter Output vs. Time</b></p> <p>Pressure Released</p> <p>100%</p> <p>93.3%</p> <p>0%</p> <p>Time</p> <p><math>T_d = \text{Delay Time}</math> <math>T_c = \text{Time Constant}</math> Response Time = <math>T_d + T_c</math></p> <p>93.3% of Total Step Change</p>
3051C: Ranges 2-5	100 ms	152 ms	
Range 1	255 ms	307 ms	
Range 0	700 ms	N/A	
3051T:	100 ms	152 ms	
3051L:	See Instrument Toolkit <sup>(4)</sup>	See Instrument Toolkit	
<b>Dead Time (<math>T_d</math>)</b>	45 ms (nominal)	97 ms	
<b>Update Rate</b>	22 times per second	22 times per second	
<p>(1) Dead time and update rate apply to all models and ranges; analog output only                  (2) Nominal total response time at 75 °F (24 °C) reference conditions                  (3) Transducer block response time; Analog input block resolution time not included.</p>			

## Line Pressure Effect per 1000 psi (6.9 MPa)

For line pressures above 2000 psi (13.7 MPa) and Ranges 4-5, see user manual.  
 (Document number 00809-0100-4007 for enhanced 3051 HART, 00809-0100-4001 for HART, 00809-0100-4774 for FOUNDATION<sup>SM</sup> fieldbus, and 00809-0100-4797 for PROFIBUS PA)

Models	Line Pressure Effect (for 3051 and enhanced 3051)
3051CD, 3051CF	Zero Error
Ranges 2-3	$\pm 0.05\%$ of URL/1000 psi (68.9 bar) for line pressures from 0 to 2000 psi (0 to 13.7 MPa)
Range 1	$\pm 0.25\%$ of URL/1000 psi (68.9 bar)
Range 0	$\pm 0.125\%$ of URL/1000 psi (68.9 bar)
	Span Error
Ranges 2-3	$\pm 0.1\%$ of reading/1000 psi (68.9 bar)
Range 1	$\pm 0.4\%$ of reading/1000 psi (68.9 bar)
Range 0	$\pm 0.15\%$ of reading/100 psi (6.89 bar)

## Ambient Temperature Effect per 50 °F (28 °C)

Models	Ambient Temperature Effect (for 3051 and enhanced 3051)
3051C	<p>    Ranges 2-3 <math>\pm(0.0125\% \text{ URL} + 0.0625\% \text{ span})</math> from 1:1 to 5:1</p> <p>    Range 1 <math>\pm(0.025\% \text{ URL} + 0.125\% \text{ span})</math> from 5:1 to 150:1</p> <p>    Range 0 <math>\pm(0.1\% \text{ URL} + 0.25\% \text{ span})</math> from 1:1 to 30:1</p> <p>    Range 0 <math>\pm(0.25\% \text{ URL} + 0.05\% \text{ span})</math> from 1:1 to 30:1</p>
3051CA	<p>    Ranges 1-4 <math>\pm(0.025\% \text{ URL} + 0.125\% \text{ span})</math> from 1:1 to 30:1</p> <p>    Range 0 <math>\pm(0.035\% \text{ URL} + 0.125\% \text{ span})</math> from 30:1 to 150:1</p>
3051T	<p>    Range 2-4 <math>\pm(0.025\% \text{ URL} + 0.125\% \text{ span})</math> from 1:1 to 30:1</p> <p>    Range 1 <math>\pm(0.035\% \text{ URL} + 0.125\% \text{ span})</math> from 30:1 to 150:1</p> <p>    Range 1 <math>\pm(0.025\% \text{ URL} + 0.125\% \text{ span})</math> from 1:1 to 10:1</p> <p>    Range 5 <math>\pm(0.05\% \text{ URL} + 0.125\% \text{ span})</math> from 10:1 to 150:1</p> <p>    Range 5 <math>\pm(0.1\% \text{ URL} + 0.15\% \text{ span})</math></p>
3051L	See Instrument Toolkit software.

## Mounting Position Effects

Models	Mounting Position Effects (for 3051 and enhanced 3051)
3051C	Zero shifts up to $\pm 1.25 \text{ inH}_2\text{O}$ (3.11 mbar), which can be calibrated out. No span effect.
3051CA, 3051T	Zero shifts up to $2.5 \text{ inH}_2\text{O}$ (6.22 mbar), which can be calibrated out. No span effect.
3051L	With liquid level diaphragm in vertical plane, zero shift of up to $1 \text{ inH}_2\text{O}$ (2.49 mbar). With diaphragm in horizontal plane, zero shift of up to $5 \text{ inH}_2\text{O}$ (12.43 mbar) plus extension length on extended units. All zero shifts can be calibrated out. No span effect.

**Vibration Effect**

Less than ±0.1% of URL when tested per the requirements of IEC60779-1: 1999 field or pipeline with high vibration level (10-60 Hz @ 21 mm displacement peak amplitude / 60-2000 Hz @g).

**Electromagnetic Compatibility (EMC)**

Meets all relevant requirements of EN 61326 and Namur NE21.

**Power Supply Effect**

Less than ±0.005% of calibrated span per volt.

**Transient Protection (Option Code T1)**

Meets IEEE C62.41, Category/Location B  
6 kV crest (0.5 µs - 100 kHz)  
3 mA crest (8 × 20 microseconds)  
6 kV crest (7.2 × 50 microseconds)

**FUNCTIONAL SPECIFICATIONS**

**Service**

Liquid, gas, and vapor applications

**Range and Sensor Limits**

Table 7. 3051CD, 3051CG, 3051CF, and 3051L Range and Sensor Limits

Range	Range and Sensor Limits					
	Minimum Span 3051CD (1), 3051CG, 3051CF, 3051L	Upper (URL)	Lower (LRL)			
			3051CD Differential/ 3051CF Flowmeters	3051CG Gage	3051L Differential	3051L Gage
0	0.1 inH <sub>2</sub> O (0.25 mbar)	3.0 inH <sub>2</sub> O (7.47 mbar)	-3.0 inH <sub>2</sub> O (-7.47 mbar)	NA	NA	NA
1	0.5 inH <sub>2</sub> O (1.2 mbar)	25 inH <sub>2</sub> O (62.3 mbar)	-25 inH <sub>2</sub> O (-62.1 mbar)	-25 inH <sub>2</sub> O (-62.1 mbar)	NA	NA
2	1.6 inH <sub>2</sub> O (4.1 mbar)	250 inH <sub>2</sub> O (62 bar)	-250 inH <sub>2</sub> O (-62 bar)	-250 inH <sub>2</sub> O (-62 bar)	-250 inH <sub>2</sub> O (-62 bar)	-250 inH <sub>2</sub> O (-62 bar)
3	6.6 inH <sub>2</sub> O (16.6 mbar)	1000 inH <sub>2</sub> O (2.49 bar)	-1000 inH <sub>2</sub> O (-2.49 bar)	0.5 psia (34.5 mbar abs)	-1000 inH <sub>2</sub> O (-2.49 bar)	0.5 psia (34.5 mbar abs)
4	2 psi (0.14 bar)	300 psi (20.6 bar)	-300 psi (-20.6 bar)	0.5 psia (34.5 mbar abs)	-300 psi (-20.6 bar)	0.5 psia (34.5 mbar abs)
5	13.3 psi (0.91 bar)	2000 psi (137.9 bar)	-2000 psi (-137.9 bar)	0.5 psia (34.5 mbar abs)	NA	NA

(1) Range 0 only available with 3051CD. Range 1 only available with 3051CD, 3051CG, or 3051CF. Range 5 not available with 3051L. Differential and 3051 Gage.

Table 8. 3051CA and 3051T Range and Sensor Limits

Range	3051CA			Z-Range	3051T				
	Minimum Span	Range and Sensor Limits			Minimum Span	Range and Sensor Limits			Lower (1) (LRL) (Gage)
		Upper (URL)	Lower (LRL)			Upper (URL)	Lower (LRL)		
1	0.3 psia (20.6 mbar)	30 psia (2.07 bar)	0 psia (0 bar)	1	0.3 psia (20.6 mbar)	30 psia (2.07 bar)	0 psia (0 bar)	-14.7 psia (-1.01 bar)	
2	1 psia (0.068 bar)	150 psia (10.3 bar)	0 psia (0 bar)	2	1 psia (0.068 bar)	150 psia (10.3 bar)	0 psia (0 bar)	-14.7 psia (-1.01 bar)	
3	5.3 psia (0.36 bar)	800 psia (55.2 bar)	0 psia (0 bar)	3	5.3 psia (0.36 bar)	800 psia (55.2 bar)	0 psia (0 bar)	-14.7 psia (-1.01 bar)	
4	26.6 psia (1.83 bar)	4000 psia (275.9 bar)	0 psia (0 bar)	4	26.6 psia (1.83 bar)	4000 psia (275.9 bar)	0 psia (0 bar)	-14.7 psia (-1.01 bar)	
				5	2000 psia (137.9 bar)	10000 psia (689.4 bar)	0 psia (0 bar)	-14.7 psia (-1.01 bar)	

(1) Assumes atmospheric pressure of 14.7 psia.

# Rosemount 3051

## 4-20 mA HART (Output Code A)

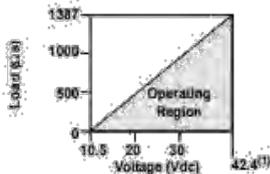
### Power Supply

External power supply required. Standard transmitter (4-20mA) operates on 10.5-42.4 Vdc with no load.

### Load Limitations

Maximum loop resistance is determined by the voltage level of the external power supply described by:

$$\text{Max. Loop Resistance} = 43.5 (\text{Power Supply Voltage} - 10.5)$$



Communication requires a minimum loop resistance of 250 ohms.

(†) For CSA approval, power supply must not exceed 42.4 V.

### Indication

Optional two line LCD/LOI Display

### Zero and Span Adjustment Requirements

Zero and span values can be set anywhere within the range limits stated in Table 7 and Table 8.

Span must be greater than or equal to the minimum span stated in Table 7 and Table 8.

### Output

Two-wire 4-20mA, user selectable for linear or square root output. Digital process variable superimposed on 4-20 mA signal, available to any host that conforms to HART protocol.

### 3051

Digital communications based on HART Revision 5 protocol.

### Enhanced 3051

The enhanced 3051 comes with Selectable HART Revisions. Digital communications based on HART Revision 5 (default) or Revision 7 (option code HR7) protocol can be selected. The HART revision can be switched in the field using any HART based configuration tool or the optional local operator interface (LOI).

### Enhanced 3051 Features

#### Power Advisory Diagnostics

Power Advisory Diagnostics proactively detect and notify you of degraded electrical loop integrity before it can affect your process operation. Example loop problems that can be

detected include water in the terminal compartment, corrosion of terminals, improper grounding, and unstable power supplies.

The Device Dashboard presents the diagnostics in a graphical, task-based interface that provides single-click access to critical process/device information and descriptive graphical troubleshooting.

### Local Operator Interface

The LOI utilizes a 2 button menu with internal and external configuration buttons. Internal buttons are always configured for Local Operator Interface. External Buttons can be configured for either LOI (option code M4), Analog Zero and Span (option code D4) or Digital Zero Trim (option code D2). See enhanced 3051 product manual (00809-0100-4007) for LOI configuration menu.

## FOUNDATION fieldbus (Output code F)

### Power Supply

External power supply required; transmitters operate on 9.0 to 32.0 V dc transmitter terminal voltage.

### Current Draw

17.5 mA for all configurations (including LCD display option)

### Indication

Optional two line LCD display

### FOUNDATION fieldbus Function Block

#### Execution Times

Block	Execution Time
Resource	-
Transducer	+
LCD Block	-
Analog Input 1, 2	30 milliseconds
PID	45 milliseconds
Input Selector	30 milliseconds
Arithmetic	35 milliseconds
Signal Characterizer	40 milliseconds
Integrator	35 milliseconds

### FOUNDATION fieldbus Parameters

Schedule Entries	7 (max.)
Links	20 (max.)
Virtual Communications Relationships (VCR)	12 (max.)

### Standard Function Blocks

#### Resource Block

Contains hardware, electronics, and diagnostic information.

#### Transducer Block

Contains actual sensor measurement data including the sensor diagnostics and the ability to trim the pressure sensor or recall factory defaults.

#### LCD Block

Configures the local display.

#### 2 Analog Input Blocks

Processes the measurements for input into other function blocks. The output value is in engineering units or custom and contains a status indicating measurement quality.

#### PID Block

Contains all logic to perform PID control in the field including cascade and feedforward.

#### Backup Link Active Scheduler (LAS)

The transmitter can function as a Link Active Scheduler if the current link master device fails or is removed from the segment.

#### Advanced Control Function Block Suite (Option Code A01)

##### Input Selector Block

Selects between inputs and generates an output using specific selection strategies such as minimum, maximum, midpoint, average or first "good."

##### Arithmetic Block

Provides pre-defined application-based equations including flow with partial density compensation, electronic remote seals, hydrostatic tank gauging, ratio control and others.

##### Signal Characterizer Block

Characterizes or approximates any function that defines an input/output relationship by configuring up to twenty X, Y coordinates. The block interpolates an output value for a given input value using the curve defined by the configured coordinates.

##### Integrator Block

Compares the integrated or accumulated value from one or two variables to pre-trip and trip limits and generates discrete output signals when the limits are reached. This block is useful for calculating total flow, total mass, or volume over time.

#### FOUNDATION fieldbus Diagnostics Suite (Option Code D01)

The 3051C FOUNDATION fieldbus Diagnostics provide Abnormal Situation Prevention (ASP) application. The integral statistical process monitoring (SPM) technology calculates the mean and standard deviation of the process variable 22 times per second. The 3051C ASP algorithm uses these values and highly flexible configuration options for customization to many user-defined or application specific abnormal situations. The detection of plugged impulse lines is the first available predefined application.

#### PROFIBUS PA (Output Code W)

##### Profile Version

3.02

##### Power Supply

External power supply required; transmitters operate on 9.0 to 32.0 V dc transmitter terminal voltage.

##### Current Draw

17.5 mA for all configurations (including LCD display option).

##### Output Update Rate

Four times per second

#### Standard Function Blocks

##### Analog Input (AI Block)

The AI function block processes the measurements and makes them available to the host device. The output value from the AI block is in engineering units and contains a status indicating the quality of the measurement.

##### Physical Block

The physical block defines the physical resources of the device including type of memory, hardware, electronics, and diagnostic information.

##### Transducer Block

Contains actual sensor measurement data including the sensor diagnostics and the ability to trim the pressure sensor or recall factory defaults.

#### Indication

Optional two line LCD display

#### Local Operator Interface

The LOI utilizes a 2 button menu with external configuration buttons.

#### Overpressure Limits

##### Rosemount 3051CD/CG/CF

- Range 0: 750 psi (51.7 bar)
- Range 1: 2000 psig (137.9 bar)
- Range 2-6: 3926 psig (259 bar)  
4500 psig (310.3 bar) for option code P9

##### Rosemount 3051CA

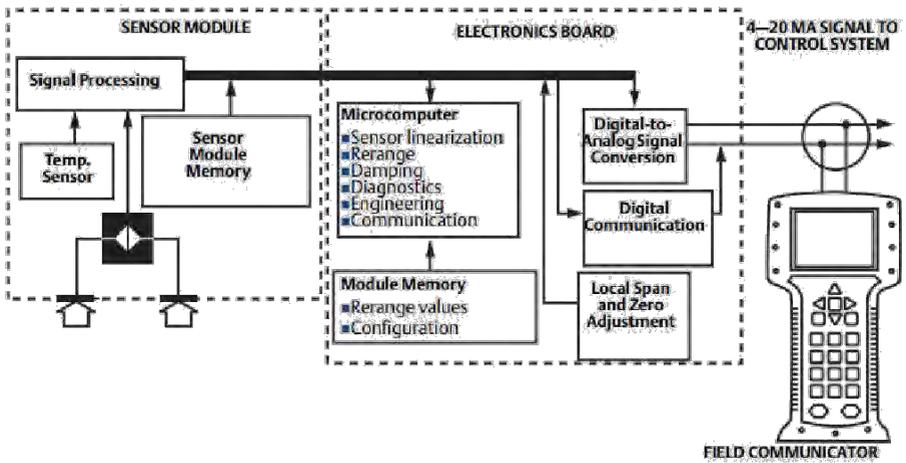
- Range 1: 750 psia (51.7 bar)
- Range 2: 1500 psia (103.4 bar)
- Range 3: 1600 psia (110.3 bar)
- Range 4: 6000 psia (413.7 bar)

##### Rosemount 3051TG/TA

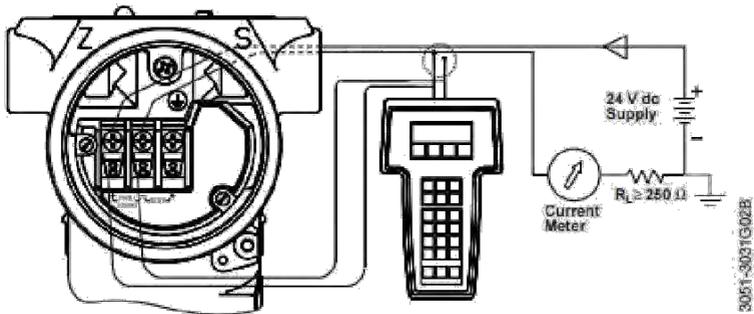
- Range 1: 750 psi (51.7 bar)
- Range 2: 1500 psi (103.4 bar)
- Range 3: 1600 psi (110.3 bar)
- Range 4: 6000 psi (413.7 bar)
- Range 5: 15000 psi (1034.2 bar)

For 3051L or Level Flange Option Codes FK, FS, FC, FD, FE, and FG, limit is 0 psia to the range rating or sensor rating, whichever is lower.

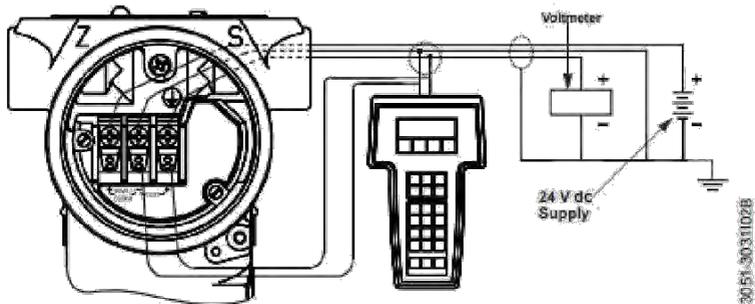
Figure 1-1. Block diagram of operation



**WIRING ON THE BENCH**

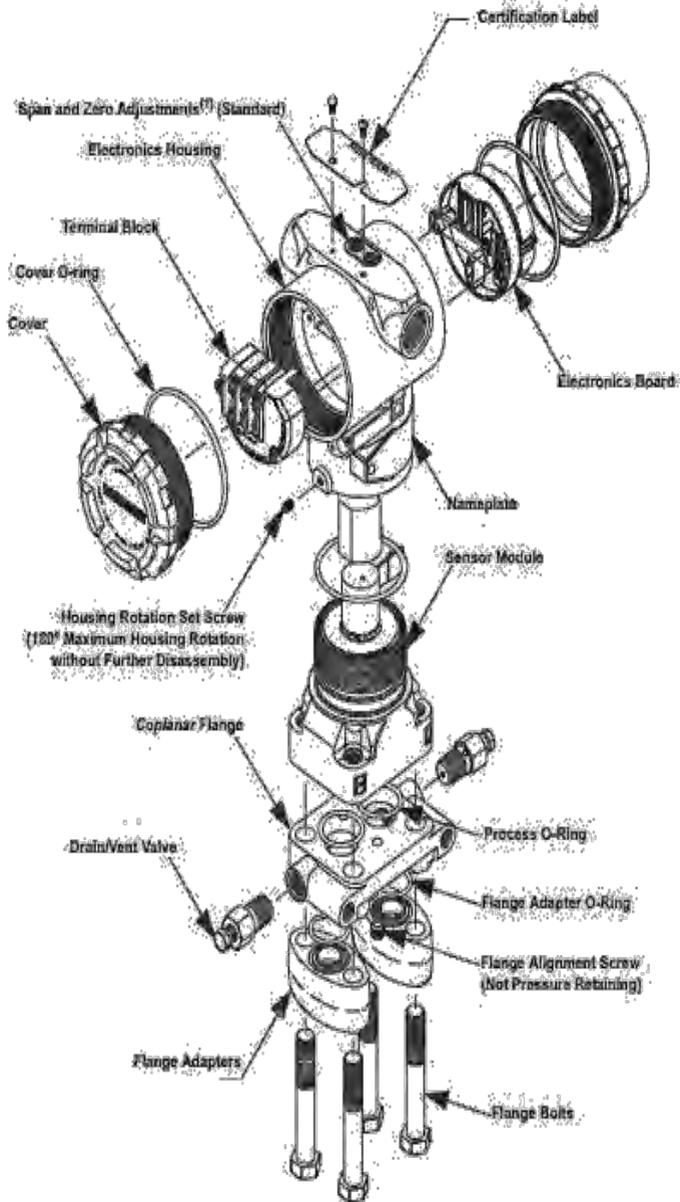


**WIRING IN THE FIELD**



# Dimensional Drawings

## 3051 Exploded View



<sup>1)</sup> Span and Zero Adjustments are not available with HARTbus or Profibus protocols.

## LAMPIRAN B

### Arsitektur Arduino Mega 2560

1. Saluran I/O sebanyak 54 digital pin input / output
2. ADC 10 bit sebanyak 16 pin
3. Enam buah pin *counter*
4. PWM 8-bit sebanyak 14 pin
5. SPI sebanyak 4 pin
6. 4 pin sebagai UART
7. Osilator crystal internal 16 Mhz
8. SRAM sebanyak 8 KB dan EEPROM sebanyak 4 KB
9. Input tegangan sebesar 7-12 VDC dengan tegangan kerja 5VDC
10. Komparator Analog

### Keterangan :

**RAM** (*Random Access Memory*) merupakan memori yang membantu CPU untuk penyimpanan data sementara dan pengolahan data ketika program sedang berjalan.

**EEPROM** (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) adalah memori untuk penyimpanan data secara permanen oleh program yang sedang berjalan.

**Saluran I/O** adalah kaki untuk jalur keluar atau masuk sinyal sebagai hasil keluaran ataupun masukan bagi program

**UART** (*Universal Asynchronous Receive transmit*) adalah jalur komunikasi data khusus secara serial *asynchronous*.

**PWM** (*Pulse Width Modulation*) adalah fasilitas untuk membuat modulasi pulsa

**ADC** (*Analog to Digital Converter*) adalah fasilitas untuk dapat menerima sinyal analog dalam range tertentu untuk kemudian dikonversi menjadi suatu nilai digital dalam range tertentu.

## LAMPIRAN B

*SPI (Serial Peripheral Interface)* adalah jalur komunikasi data khusus secara *serial synchronous*.

### ***CODE PROGRAM***

```
#include <LiquidCrystal.h>

#define awal 218.125
#define tombolMenu 3
#define tombolUp 4
#define tombolDown 5

LiquidCrystal lcd(42,44,46,48,50,52);

int adc;
int sensorValue;
int PV;
int volt;
int tombolCounter =
0; int stateMenu = 0;
int stateUp = 0;
int stateDown = 0;

int SV1, SV2;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("TUGAS AKHIR");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("D3 MENSI 2013");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PLEASE WAIT...");
  delay(2000);
```

## LAMPIRAN C

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("ANANDA RINTO W.P");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("2413031020");
delay(3000);
lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("CONTROL SYSTEM");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("LEVEL OIL");
delay(2000);
lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("MINI PLANT");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("3 FASA SEPARATOR");
delay(2500);
lcd.clear();

pinMode(tombolMenu, INPUT_PULLUP);
pinMode(tombolUp, INPUT_PULLUP);
pinMode(tombolDown, INPUT_PULLUP);
pinMode(10, OUTPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  stateMenu = digitalRead(tombolMenu);
  stateUp = digitalRead(tombolUp);
  stateDown = digitalRead(tombolDown);

  //sensor
  adc = analogRead(0);
  sensorValue = adc-awal; volt
  = (sensorValue/1023)*5;
```

## LAMPIRAN C

```
PV = sensorValue*0.01564;
Serial.print(" ADC =");
Serial.print(sensorValue);
Serial.print(" PV =");
Serial.print(PV);
Serial.print(" volt =");
Serial.print(volt);
```

```
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("PV=");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print(PV);
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print("cm");
delay(500);
```

```
if(stateMenu == LOW){
  tombolCounter++;
  delayMicroseconds(0.02);
  if(tombolCounter == 1)
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SV1 =");
  }
  else
  {
    lcd.clear();}
  if(tombolCounter == 2)
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SV2 =");
  }
  if(tombolCounter == 3)
  {
    lcd.setCursor(0,0);
```

## LAMPIRAN C

```
    lcd.print("Proses Running");
}
if(tombolCounter == 4)
{
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Back");
    tombolCounter =
    0; delay(2000);
    lcd.clear();
}
}
//setting SV1
if(tombolCounter == 1 && stateUp == LOW)
{
    SV1++;
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print(SV1);
    delayMicroseconds(2);
}
if(tombolCounter == 1 && stateDown == LOW)
{
    SV1--;
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print(SV1);
    if(SV1<10){
        lcd.clear();
        delay(5);
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("SV1 =");
        lcd.setCursor(6,0);
        lcd.print(SV1);
    }
    delayMicroseconds(2);
}
//setting SV2
```

## LAMPIRAN C

```
if(tombolCounter == 2 && stateUp == LOW)
{
    SV2++;
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print(SV2);
    delayMicroseconds(2);
}
if(tombolCounter == 2 && stateDown == LOW)
{
    SV2--;
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print(SV2);
    if(SV2<10){
        lcd.clear();
        delay(5);
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("SV2 =");
        lcd.setCursor(6,0);
        lcd.print(SV2);
    }
    delayMicroseconds(2);
}
if(tombolCounter == 3)
{
    if(PV<=SV1 && PV<=SV2)
    {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(8,1);
        lcd.print("BUKA= 0%");
        digitalWrite(10,LOW);
    }
    if(PV>=SV1 && PV>=SV2)
    {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(8,1
```

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dalam tugas akhir ini telah berhasil dilakukan tahap perencanaan dan pembuatan yang kemudian dilakukan analisa dari sistem pengendalian *level oil* pada *mini plant horizontal separator*. Adapun data yang dapat disimpulkan :

- Telah tercipta rancang bangun sistem pengendalian *level oil* pada *mini plant horizontal separator* 3 fasa di workshop instrumentasi.
- *Range* pengukuran yang digunakan yaitu 3cm – 14cm dengan nilai pengukuran span *DP Transmitter* 1cm – 16cm. Persentase perhitungan *error* untuk *high set point* 14cm sebesar 0,65% dengan nilai akurasi sebesar 99,35%.
- Dengan adanya perhitungan untuk menemukan ketidakpastian dan *error* dari sensor maupun sistem, dapat disimpulkan bahwa kerja dari sistem dan sensor bekerja dengan baik mengacu pada nilai  $U_{A1}$  sebesar 0,035 , sehingga perbandingan antara kenaikan *level oil* dengan output sensor berbanding lurus.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu :

- Untuk pembuatan tangki separator perlu ditinjau kembali terkait spesifikasi dari tangki separator.
- Untuk pengaplikasian pengendalian *level oil* ini lebih baik digunakan *final control element* berupa analog output agar mempermudah menuju *steady* dan mengurangi osilasi.
- Untuk pembuatan sistem kontrol dari suatu *plant* perlu di tinjau kembali terkait arus yang digunakan dan memastikan untuk meminimalisir adanya *loss* arus.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Frans Gunterus. 1997. Falsafah dasar:sistem pengendalian proses. Jakarta : PT.Elex Media Komputindo
- [2] <https://industri3604.wordpress.com/tag/jenis-jenis-pengendalian/> (diakses pada 26 Juni 2016)
- [3] [www.gasprocessingnews.com/features/201406/examine-inlet-separation-technologies-for-increased-reliability.aspx](http://www.gasprocessingnews.com/features/201406/examine-inlet-separation-technologies-for-increased-reliability.aspx) ( diakses pada 23 Juni 2016 )
- [4] General Specifications “Differential Pressure Transmitter Rosemount 3051CD”. 2000, Emerson Process Management
- [5] <http://meriwardana.blogspot.com/2011/11/solenoid-valve.html> ( diakses pada 24 Juni 2016 )
- [6] Evan Taruna Setiawan. Tanpa Tahun. Pengendalian Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan Smartphone Android. Kepulauan Babel : Jurusan Teknik Informatika STMIK ATMA LUHUR Pangkalpinang
- [7] [www.rustamaji.net/id/arduino/belajar-program-arduino](http://www.rustamaji.net/id/arduino/belajar-program-arduino) ( diakses pada 24 Juni 2016 )

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Surabaya, Indonesia pada tanggal 7 Agustus 1995. Penulis menempuh pendidikan formal di SMA Negeri 4 Surabaya pada tahun 2010. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA, pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS Surabaya dan lulus pada tahun 2016. Apabila ada pertanyaan tentang

tugas akhir ini, dapat menghubungi email [nandarinto@gmail.com](mailto:nandarinto@gmail.com).