



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *PRESSURE*
PADA SEPARATOR HORIZONTAL 3 FASA
DI WORKSHOP INSTRUMENTASI**

FATHUR ROZI
NRP 2413.031.004

Dosen Pembimbing:
Dr.Bambang L Widjiantoro ST,MT

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN PRESSURE
PADA SEPARATOR HORIZONTAL 3 FASA
DI WORKSHOP INSTRUMENTASI**

FATHUR ROZI
NRP 2413.031.004

Dosen Pembimbing:
Dr.Bambang L Widjiantoro ST,MT

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT TF 145565

**DESIGN AND BUILD CONTROL SYSTEM PRESSURE
ON 3 PHASE HORIZONTAL SEPARATOR
AT WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**FATHUR ROZI
NRP 2413.031.004**

**Advisor Lecture
Dr. Bambang L Widjiantoro, ST.MT**

**DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION
ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT
Industrial Faculty of Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

**RANCANG BANGUN SISTEM
PENGENDALIAN *PRESSURE* PADA
SEPARATOR HORIZONTAL 3 FASA DI
WORKSHOP INSTRUMENTASI**

TUGAS AKHIR

**Oleh :
FATHUR ROZI
NRP. 2413 031 004**

Surabaya, 25 Juli 2016
Mengetahui / Menyetujui

Ketua Program Studi
D3 Metrologi dan Instrumentasi

Dosen Pembimbing



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



Dr. Bambang L Widjiantoro, ST MT
NIPN. 19690507 199512 1 001

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI – ITS



Agus Muhammad Hatta, ST, MSi, Ph.D
NIPN. 19780902 200312 1 002

JURUSAN
TEKNIK FISIKA

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM
PENGENDALIAN *PRESSURE PADA*
SEPARATOR HORIZONTAL 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 :
FATHUR ROZI
NRP. 2413 031 004

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- | | | |
|------------------------------------|---|-------------------|
| 1. Dr. Bambang L widjiantoro ST.MT |  | Pembimbing |
| 2. Ir. Ronny Dwi N, MKes |  | Ketua Penguji |
| 3. Dr .Ir Purwadi A.D ,MSc |  | Dosen Penguji I |
| 4. Dyah S, ST.MT |  | Dosen Penguji II |
| 5. Arief Abdurrakhman, S.T., M.T. |  | Dosen Penguji III |
| 6. Herry Sufyan Hadi ST, MT |  | Dosen Penguji IV |

**SURABAYA
JULI, 2016**

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN PRESSURE SEPARATOR HORIZONTAL 3 FASA DI WORKSHOP INSTRUMENTASI

Nama : **Fathur Rozi**
NRP : **2413 031 004**
Program Studi : **D3 Metrologi dan Instrumentasi**
Jurusan : **Teknik Fisika**
Dosen Pembimbing : **Dr. Bambang L Widjiantoro ST, MT**

Abstrak

Dalam separator horizontal 3 fasa , proses pemisahan dari minyak mentah ke produk dipengaruhi beberapa faktor, salah satunya adalah tekanan, sehingga dibutuhkan pengendalian terhadap variabel tersebut. Oleh karena itu, dilakukan pembuatan tugas akhir ini mengenai rancang bangun sistem pengendalian *pressure separator* horizontal 3 fasa. Sistem pengendalian yang digunakan yaitu mode kontrol on-off (digital). Selain itu, sistem ini juga mengaplikasikan *coordinate control* pada *Separator* sehingga sistem ini saling terintegrasi. Adapun instrumen yang digunakan yaitu mikrokontroler arduino uno, *final control element* berupa *servo valve* dan elemen transmisi, *pressure trasmitter* TPS-20. Dari hasil pengambilan data tugas akhir ini, dilakukan uji sensor pada *pressure transmitter*. Selain itu juga didapat hasil *running* sistem dengan memperhatikan nilai yang dihasilkan seperti ADC, tegangan, *pressure* , dan respon *valve*. Dari hasil *running* sistem didapat nilai *Ts (settling time)* sebesar 10 psi, dan *maximum overshoot* sebesar 11.0158 psi. Sehingga dari tugas akhir ini, telah dihasilkan rancang bangun sistem pengendalian *pressure output* yang berjalan dengan normal.

Kata kunci: *Separator, Pressure, Mode kontrol on-off.*

**DESIGN AND BUILD
PRESSURE CONTROL SYSTEM ON 3 PHASE HORIZONTAL
SEPARATOR AT WORKSHOP INSTRUMENTASI**

Name : **Fathur Rozi**
NRP : **2413 031 004**
Study Program : **Diploma of Metrology and Instrumentation**
Department : **Engineering Physics**
Advisor Lecture : **Dr. Bambang Lelono Widjiantoro ST,MT**

Abstract

In 3 phase horizontal separator, separate process from crude oil to products have some factors, especially pressure , so require a control system to that process variable. So that , final project made about design and build pressure 3 phase horizontal separator control system. Control system which use is on-off control mode (digital), this system is also aplicate coordinate control on the Separator, so this system have integration each other. The instruments which used are microcontroller arduino uno, final control element as servo valve and transmittion element, pressure trasmitter TPS-20. From result of collecting data to this final project, ran testing sensor of pressure transmitter. Beside, also got system running result with looked a value produced like ADC, voltage, pressure, and respons of valve. From this system running got Ts (settling time) value is 10 psi, and maximum overshoot is 11,058 psi. So that from this final project, resulted design and build pressure output control system which ran normally.

Keywords: *Separator, Boiler, Pressure, control on-off mode.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberi kesehatan dan hidayah sehingga kami bisa menyelesaikan tugas akhir dan laporan ini. Salawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, semoga kita semua mendapat syafaatnya kelak di akhirat.

Selain itu tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Muhamad 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. Ibu Ir Apriani Kusuma wardhani Msc selaku dosen wali kami
4. Bapak Dr. Bambang L Widjiantoro ST,MT selaku dosen pembimbing kami
5. Bapak Dr. *Ir. Totok* Soehartanto, DEA selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi
6. Orang tua yang telah mendukung dan memotivasi sampai selesainya tugas akhir ini.
7. Kawan-kawan TEAM SEPARATOR TW-114 yang telah bersama-sama berjuang mengerjakan tugas akhir ini.
8. Keluarga REAL SPAIN Workshop Instrumentasi 2013 yang telah mendukung tugas akhir dan berjuang bersama selama ini.
9. Pengurus dan staff 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

Sekian yang bisa kami sampaikan. Semoga isi laporan dari hasil pengerjaan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua baik di masa kini maupun masa depan. Kami juga menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk kami memohon maaf atas segala kesalahan baik dalam pengajuan proposal, pengerjaan, hingga penyusunan laporan ini.

Surabaya, 23 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL I	i
HALAMAN JUDUL II	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB II TEORI PENUNJANG	
2.1 Separator	3
2.2 Sistem Pengendalian	9
2.3 Sensor dan Transmitter	12
2.4 Arduino	13
2.5 <i>Servo Valve</i>	15
2.6 LCD 16x2	16
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1 Perancangan Sistem	19
3.2 Perancangan Sistem Pengendalian	21
3.3 Pembuatan <i>Hardware</i>	22
3.4 Perancangan <i>Software</i>	28
BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS	
4.1 Pengujian Sensor <i>Pressure Transmitter</i>	31
4.2 Pengujian Sistem Pengendalian <i>Pressure</i>	34
4.3 Pembahasan	36
BAB V PENUTUP	

5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Separator</i>	3
Gambar 2.2	Pengaruh Masa Jenis Fluida.....	4
Gambar 2.3	Separator Horizontal	5
Gambar 2.4	Cara Kerja Separator Horizontal.....	6
Gambar 2.5	Skema Separator Vertical.....	7
Gambar 2.6	Cara Kerja Separator Vertical	8
Gambar 2.7	Cone.....	9
Gambar 2.8	Diagram Blok <i>Close Loop</i>	10
Gambar 2.9	Diagram Blok <i>Open Loop</i>	10
Gambar 2.10	Sinyal Digital	11
Gambar 2.11	Diagram Blok <i>Cascade Control</i>	12
Gambar 2.12	Papan Arduino Uno.....	14
Gambar 2.13	Tampilan <i>Software</i> Arduino.....	15
Gambar 2.14	Motor Servo	16
Gambar 2.17	LCD 16x2.....	16
Gambar 2.18	Pin-pin LCD 16x2.....	17
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Sistem	19
Gambar 3.2	Diagram Blok Sistem Pengendalian <i>Close Loop</i> <i>Pressure separator</i>	21
Gambar 3.3	<i>Separator</i>	22
Gambar 3.4	<i>P&ID control pressure</i>	23
Gambar 3.5	Rangkaian Resistor 250 Ω	25
Gambar 3.6	<i>Power Supply</i> 24 Volt	26
Gambar 3.7	Konfigurasi Pin Arduino Mega.....	27
Gambar 3.8	<i>Servo valve</i>	27
Gambar 3.10	<i>Code</i> pada Arduino 1.0.6	28
Gambar 3.11	<i>Serial Monitor</i> Arduino 1.0.6.....	29
Gambar 4.1	Grafik Uji Sensor Pembacaan Naik	32
Gambar 4.2	Grafik Uji Sensor Pembacaan Turun	33

Gambar 4.3 Grafik Hubungan P – T.....	34
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Respon <i>Valve – Pressure</i>	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pin <i>Pressure Transmitter</i> TPS-20.....	24
Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Arduino Mega	26
Tabel 4.1 Hasil Uji Sensor.....	31
Tabel 4.2 Respon <i>Valve</i> Terhadap Nilai <i>Pressure</i>	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fluida yang dihasilkan oleh industri migas tidak seluruhnya adalah hidrokarbon satu fasa kebanyakan dan hampir pasti fluida yang dihasilkan adalah campuran dari berbagai fasa, yang paling umum adalah minyak, air dan gas. Ketiga fasa tersebut mempunyai nilai ekonomi berbeda-beda, yang paling tinggi adalah minyak lalu gas sedangkan air formasi hampir bisa dikatakan tidak mempunyai nilai ekonomi, dan ketiga jenis fluida tersebut harus diolah secara terpisah, sehingga perlu untuk dilakukan pemisahan antara fasa-fasa tersebut. Oleh karena itu peralatan pemisah fasa itu mutlak diperlukan di dalam sebuah industri migas. Separator dalam industri migas adalah sebuah drum besar yang didesain untuk memisahkan fluida hasil produksi menjadi komponen konstituen yaitu minyak, air dan gas. Dalam separator terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi proses, diantaranya yaitu; laju aliran masukan fluida, tekanan, temperatur, ketinggian air-minyak, dan ketinggian minyak. Semua variabel tersebut memiliki sistem pengendalian masing-masing yang terintegrasi menjadi sistem pengendalian separator untuk mendapatkan hasil pemisahan yang sempurna.^[1]

Oleh karena itu diambil judul pada tugas akhir ini mengenai pembuatan rancang bangun terhadap tekanan gas pada *separator* Horizontal 3 fasa di Workshop Instrumentasi, agar sesuai dengan yang dikehendaki pada *separator* ini. Dari tugas akhir sebelumnya yang mengenai *separator*, belum ditemukan adanya separator horizontal sehingga tugas akhir ini merupakan inovasi baru dari separator.

1.2 Rumusan Permasalahan

Pada pelaksanaan tugas akhir ini, permasalahan yang diangkat adalah bagaimana merancang suatu pengendalian terhadap variabel proses *pressure gas output* separator di Workshop Instrumentasi?

1.3 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar pembahasan tidak menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahannya yaitu adalah:

1. Fokus tugas akhir ini membahas tentang *control system* pada *gas output separator*.
2. *Control system* yang dipakai yaitu hanya pada *pressure gas output*

1.4 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah merancang sistem pengendalian terhadap variabel proses *pressure gas output separator* di Workshop Instrumentasi

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu :

1. Tugas akhir ini dapat dijadikan untuk bekal bagi peserta untuk kedepannya dalam menghadapi dunia tentang industri yang terkait dengan sistem kontrol pada *separator*.
2. Tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai ajang menambah pengetahuan bagi adik tingkat di program studi D3 Metrologi dan Instrumentasi tentang sistem kontrol pada *separator*.

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Separator

Separator adalah penampung yang bertugas untuk memisahkan fluida (dari well, sumur) menjadi beberapa fase. Biasanya fase yang telah di pisahkan seperti minyaknya, tidak serta merta di pakai sebagai hasil produksi, tapi masih di murnikan oleh *separator* kedua sampai ketiga, tergantung kebutuhan permurniannya. Lihat ilustrasi di bawah yang membagi *separator* menjadi 3 tingkatan, *High pressure*, *intermediate pressure* dan *low pressure*.

Separator merupakan bagian yang penting dalam industri pengolahan (*refinery*), karena dalam suatu proses kimia dibutuhkan alat yang dapat memisahkan dan memurnikan fluida, dan *separator* inilah memegang peranan tersebut.



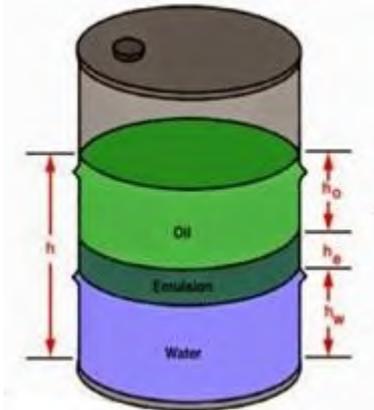
Gambar 2.1 Separator

Fungsi dari *separator* adalah untuk memisahkan fluida hasil dari pengeboran menjadi beberapa fase dengan memanfaatkan masa jenisnya. Proses pemisahannya pun ada yang sederhana yaitu

hanya dengan menggunakan Baffles sampai ada juga yang kompleks. *Separator* vessel, dapat dibedakan berdasarkan geometrikalnya mejadi dua bagian, yaitu *separator* horizontal dan *separator* vertical. *Separator* vessel juga dapat di klasifikasikan menurut fungsinya, kita mendapatkan 3 jenis yaitu dua phase, vapor-liquid, dan yang terakhir adalah 3 phase.

1.1.1 Horizontal *Separator* Vessel

Separator Horizontal memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah ia dapat memuat volume gas atau liquid lebih banyak, dapat memisahkan menjadi 3 phase, cocok untuk fluida yang memiliki GOR (gas oil ratio) medium sampai dengan tinggi. Karena permukaannya yang lebar dan panjang, hal tersebut menjadi keunggulan sekaligus kelemahan bagi horizontal *separator* vessel ini. Kelebihannya seperti disebutkan sebelumnya, memiliki kapasitas yang besar sekaligus waktu tunggu (residence time, untuk fluida) yang relative lebih lama. Disamping itu, kelemahannya justru ia jadi makan tempat.

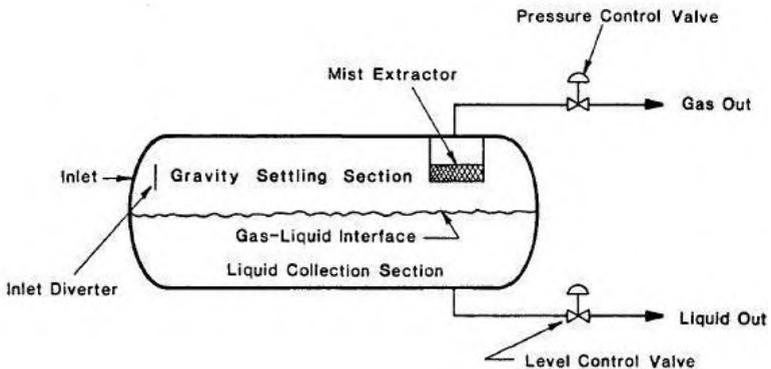


Gambar 2.2 Penaruh Masa Jenis Fluida

Pada dasarnya, semua fluida kalau di diamkan akan terpisah sendirinya melalui density nya, density paling berat berada di bawah sedangkan paling ringan akan berada di atas. Coba lihat minyak dan air, minyak akan terpisah di atas.

Tapi ketika fluida itu mengalir dari well atau sumur, fluida itu berbentuk campuran dan kita tidak bisa serta merta memisahkannya, bisa saja dengan di tuang dan kemudian di tunggu, tapi kan jadi prosesnya terputus. Supaya bisa tetap dipisahkan dan tetap mengalir, digunakan lah *separator* yang tentunya perlu juga waktu tunggu (*residence time*).

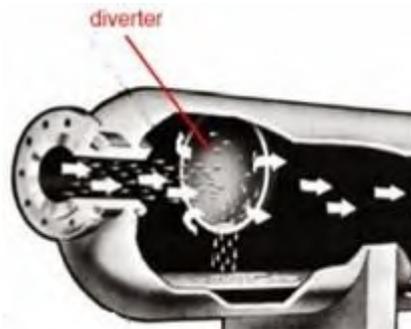
Kelebihan yang lain adalah type horizontal *separator* ini lebih murah di banding vertical, membutuhkan diameter yang lebih kecil dengan kapasitas gas yang sama, lebih mudah ketika di transportasikan karena bentuknya yang memang sudah tidur.



Gambar 2.3 Separator Horizontal

Horizontal *separator* vessel di bedakan menjadi dua bagian, satu tipe adalah horizontal *separator* konvensional seperti yang kita bahas di atas. Type yang lain, adalah horizontal *separator* double-barrel. Adapun *separator* horizontal double-barrel bentuknya adalah sebagaimana gambar disamping.

Perbedaan dua phase dan tiga phase dari *separator* adalah terletak dari phase yang dibentuknya sebagai keluaran. Dua pase biasanya hanya memisahkan liquid (cairan) dengan gas saja. Sedangkan untuk tiga phase *separator* vessel, liquid tersebut dipisahkan lagi menjadi oil and water, jadi phase yang di pisahkan keseluruhannya adalah liquid (cairan) oil, liquid water, dan gas.

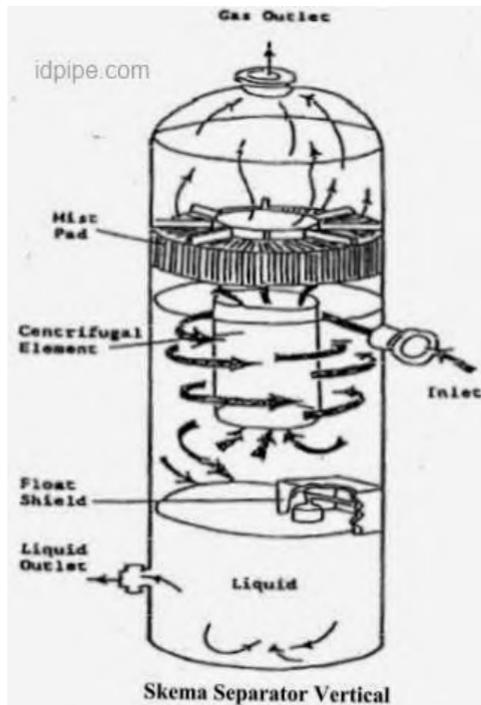


Gambar 2.4 Cara Kerja Separator Horizontal

Prinsip kerja *separator* horizontal yaitu ketika terjadi aliran, maka flow dari inlet akan menabrak diverter yang memisahkan sebagian besar gas dari fluida. Fluida tersebut nantinya akan menetes ke bawah sedangkan gas yang sifatnya memenuhi ruang, cenderung untuk di teruskan. Karena gas masih mengandung sedikit dari uap air, atau istilahnya droplet, maka fungsi dari mist eliminator akan mengambil peranan untuk memurnikan gas dan memisahkan liquid yang masih terkandung di dalam gas.

1.1.2 *Separator Vessel type Vertical*

Separator vertical memiliki kelebihan terutama ia mampu menghandle padatan yang dihasilkan, seperti pasir atau lumpur. Ia digunakan pula jika ruang terbatas, untuk GOR yang rendah dan level control yang mudah. *Keuntungan lainya dari vertical separator vessel* adalah ia memiliki drainage (saluran pembuangan) yang bagus berada di bawah, liquid-level control yang tidak terlalu critical, dapat di tempatkan pada posisi yang sempit. Penempatan yang tidak makan ruang ini juga menjadi boomerang, karena sifatnya yang tinggi, maka untuk penempatan dan pengoprasian instrument yang tinggi memerlukan platform atau ladder.

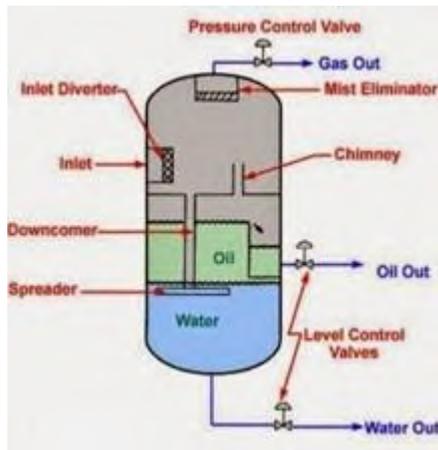


Gambar 2.5 Skema Separator Vertikal

Separator vertikal terkadang menggunakan prinsip centrifugal dalam pemisahannya, gaya centrifugal inilah yang nantinya mendorong si fluida ke dinding (shell), sehingga liquid nantinya tertumbuk dan jatuh ke bawah sementara si gas akan terlewatkan ke bagian ouletnya, sehingga terpisah Antara udara dan gasnya.

Lewat peran Mist Extractor, maka gas yang keluar dari *separator* ini lebih terjamin bebas dari liquid Karena fungsi dari Mist Extractor adalah untuk menyaring liquid. Ada kalanya *separator* tidak menggunakan prinsip centrifugal, namun mirip cara kerjanya dengan horizontal vessel hanya letaknya saja menjadi vertikal. Disinilah peran dari internal vessel, disamping peran Mist Extractor, yang akan menjamin gas terpisah dari liquid.

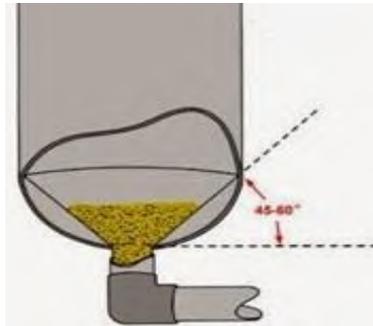
Prinsip kerja *separator* vertical adalah mirip dengan horizontal *separator* vessel, flow dari inlet akan menabrak diverter yang memisahkan sebagian besar gas dari fluida. Fluida tersebut nantinya akan mengalir melalui downcomer, dan ia nanti akan keluar melalui bagian paling bawah yaitu di spreader, sehingga instrument pembaca oil nantinya tidak terpengaruh terhadap aliran ini. chimney akan berfungsi sebagai penyeimbang tekanan gas Antara pengumpul liquid bagian bawah, dengan bagian atasnya.



Gambar 2.6 Cara Kerja Separator Vertical

Spreader berlokasi di bagian paling bawah berfungsi untuk menyebarkan fluida seperti yang telah di jelaskan sebelumnya. Minyak dan air yang keluar dari saluran ini akan terpisah, Ketika oil mengalir dari saluran ini, ia akan naik ke atas karena massanya lebih rendah daripada air dimana tempat spreader ini keluar.

Kadang kala, ketika fluida hasil dari sumur mengandung pasir. *Separator* vertical dilengkapi cone pada posisi bagian bawahnya, sehingga pasir dapat terkumpul. cone dibuat dengan sudut 45-60 derajat, karena di sudut kurang dari 45 derajat pasir akan cenderung terkumpul pada dinding dan tidak mau turun.^[2]



Gambar 2.7 Cone

2.2 Sistem Pengendalian

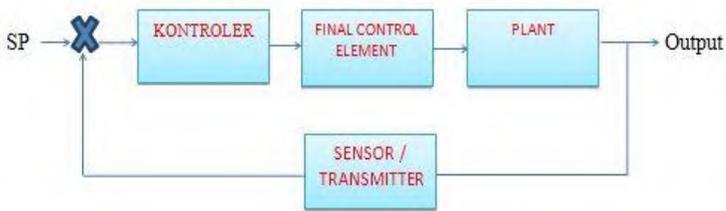
Sistem pengendalian merupakan sebuah sistem yang mempertahankan sebuah nilai keluaran dari suatu variabel proses sesuai dengan yang diinginkan (*set point*). Tujuan dari sistem pengendalian yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas suatu proses. Ada beberapa alasan sebuah industri memerlukan suatu sistem pengendalian. Pertama, karena sistem ini dapat mengurangi *human error* yang dihasilkan pada saat pengoperasian sistem dan meningkatkan tingkat keamanan bagi pekerja. Kedua, sistem otomatis dari sistem pengendalian mengurangi jumlah operator sehingga akan menekan biaya pengeluaran perusahaan. Ketiga, menerapkan sistem ini tentu akan lebih efisien karena dengan menggunakan kontrol, maka setiap perubahan akan direspon lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan operator manual.

Terdapat beberapa jenis sistem pengendalian. Dalam hal ini terdapat berbagai klasifikasi sistem pengendalian. Salah satunya yaitu *On-Off control system* dan *modulating control system*. Sistem pengendalian On-Off biasa dikenal sebagai sistem pengendalian digital, *binary*, diskrit, dan juga sekuensial. Sedangkan *modulating control system* meliputi seperti sistem pengendalian analog dan kontinyu^[3]. Ada pula sistem pengendalian bertingkat seperti *cascade*, *ratio*, *feedforward*, maupun *split range*. Selain itu terdapat pula beberapa sistem pengendalian yaitu prngrndalian *open loop* dan *close loop*.

Semua jenis sistem pengendalian tersebut memiliki ciri dan fungsi masing-masing. Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan adanya suatu sistem pengendalian, maka dapat diperoleh suatu nilai (kuantitas) dari variabel proses yang diinginkan secara otomatis sebagaimana sistem ini telah banyak digunakan di dunia industri seperti pada bidang *geothermal*, *oil and gas*, pabrik – pabrik, dan lain – lain.

2.2.1 Sistem Pengendalian *Close - Open Loop*

Secara umum sebuah sistem pengendalian divisualisasikan berupa diagram blok seperti gambar berikut untuk mengetahui *loop* dari sistem. Adapun contoh dari diagram blok yaitu pada sistem pengendalian *close loop* dan *open loop*.



Gambar 2.8 Diagram Blok *Close Loop*



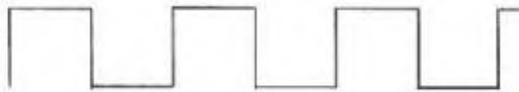
Gambar 2.9 Diagram Blok *Open Loop*

Dalam sistem pengendalian tertutup, sistem ini terdiri dari tiga elemen penting yaitu kontroler, *final control element*, dan sensor atau *transmitter*. Ketiga elemen tersebut saling berkaitan dengan sebuah *plant* yang merupakan tempat berlangsungnya fluida baik fluida cair atau gas yang sedang dikendalikan. Sensor

atau *transmitter* digunakan untuk mengukur kuantitas variabel proses pada sebuah *plant* dan kemudian akan mentransmisikannya ke kontroler. Apabila nilai yang diperoleh tidak memenuhi yang diinginkan (*set point*), maka *final control element* akan memanipulasi kuantitas variabel proses tersebut atas instruksi yang diberikan kontroler sehingga mencapai *set point* atau eror sama dengan nol. Proses ini akan berjalan terus menerus hingga *set point* tercapai. Sedangkan untuk pengendalian terbuka dapat dikatakan bila sistem pengendalian ini tidak membutuhkan sensor atau *transmitter*. Perbedaan antara keduanya adalah sistem *close loop* memerlukan *feedback* (umpan balik berupa sensor atau *transmitter*). Sedangkan pada sistem *open loop* tidak.

2.2.2 Sistem Pengendalian *On-Off*

Sistem pengendalian *on-off* merupakan sistem pengendalian yang hanya memiliki *final control element* dengan dua kondisi saja, yaitu nyala dan mati saja. Sistem ini biasa disebut dengan sistem digital, karena dapat digambarkan dalam bentuk biner (0 dan 1). Pada kondisi *active high*, 0 adalah kondisi mati dan 1 nyala. Sebaliknya pada *active low*, 0 adalah kondisi hidup dan 1 mati.



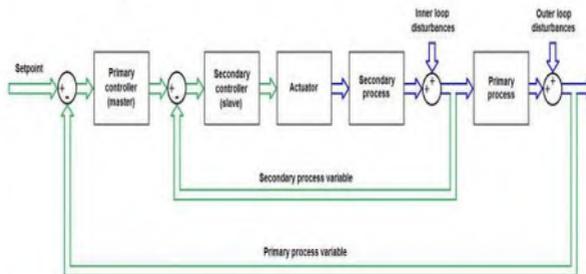
Gambar 2.10 Sinyal Digital

Sistem ini dapat berasal dari sensor analog maupun sesama digital. Pada umumnya aplikasi mode kontrol ini yaitu untuk keperluan *safety*. Namun juga dapat digunakan untuk proses. Bergantung pada cara pengkondisiannya. Kontroler yang digunakan dapat berupa PLC maupun mikrokontroler.

2.2.3 Sistem Pengendalian *Cascade*

Sistem *cascade* adalah suatu fungsi kontrol yang terdiri dari dua elemen kontrol dan keluaran dari salah satu kontroler akan menjadi *set point* bagi kontroler yang lain. Dalam hal ini kontroler pertama disebut dengan *primary controller (master)* dan kontroler kedua disebut dengan *secondary controller (slave)*. Keluaran dari *primary controller* akan menjadi *set point* bagi *secondary controller*.

Sistem ini digunakan ketika terdapat variabel yang saling terkait satu sama lain, yaitu ketika keluaran dari salah satu variabel mempengaruhi nilai dari variabel yang lain. Sehingga hal ini dapat mengganggu proses dan mengurangi efektivitas. Dengan adanya sistem *cascade* ini, maka sebuah sistem dengan kombinasi antar variabel dapat bekerja dengan efektif dan meningkatkan respon atas perubahan pada suatu proses.^[3]



Gambar 2.11 Diagram Blok *Cascade Control*

2.3 Sensor dan Transmitter

Setiap variabel proses memiliki elemen tersendiri untuk melakukan proses pengukuran dan transmisi. Pada umumnya untuk melakukan transmisi diperlukan sebuah sensor untuk mengubah suatu besaran fisis satu menjadi besaran lainnya yang dalam hal ini merupakan besaran standar yang dapat berupa tegangan (1 – 5 Volt), arus (4 – 20 mA), maupun tekanan (3-15 psi). Kemudian dari pengukuran dari sensor tersebut akan

ditransmisikan oleh sebuah *transmitter* ke kontroler yang akan dibaca sebagai eror. Pada dasarnya di dalam *transmitter* terdapat *transducer*. *Transducer* tersebut yang akan mengubah besaran-besaran yang di-*sensing* menjadi besaran standar. Sehingga, dengan ini dapat dikatakan bahwa *transducer* pada *transmitter* ini berupa sensor. Namun perlu diingat bahwa *transducer* tidak hanya berupa sensor. Banyak terdapat *transducer* selain sensor.

Dalam aplikasinya, pemilihan sensor ditentukan oleh spesifikasi dan karakteristik statik dari suatu jenis sensor. Karakteristik sensor tersebut seperti *range*, *span*, akurasi, presisi, sensitivitas, dan lain-lain. Adapun pengertian dari setiap karakteristik statik adalah sebagai berikut:

- a. *Range*
Adalah jangkauan nilai pengukuran terhadap suatu besaran atau variabel proses. Contoh *range* suatu pengukuran temperatur 0 – 100 °C
- b. *Span*
Adalah selisih dari nilai maksimum terhadap minimum. Contoh pada pengukuran tekanan memiliki range 10 – 50 psi, maka, span diperoleh sebesar 40. (50 psi – 10 psi)
- c. Akurasi
Adalah seberapa dekat suatu nilai hasil pengukuran terhadap nilai sebenarnya
- d. Presisi
Adalah seberapa konsisten suatu nilai hasil pengukuran pada satu waktu satu dengan waktu yang lain (pada saat waktu yang berbeda).
- e. Sensitivitas
Adalah seberapa kecil suatu perubahan suatu variabel proses yang dapat diukur sensor.
- f. Resolusi
Adalah nilai terkecil yang dapat dibaca suatu sensor. ^[4]

2.4 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. Setiap jenis arduino memiliki *chip* mikrokontroler tertentu sehingga I/O nya pun berbeda sesuai dengan chip yang ada, sehingga dapat dikatakan setiap jenis arduino memiliki fitur-fitur tersendiri. Salah satu jenis arduino yang umum dipakai dan mudah ditemui yaitu Arduino Mega 2560.

Arduino Uno memakai *chip* mikrokontroler ATmega 328. Memiliki 6 *input* analog yaitu A0, A1, ... hingga A5, 14 digital *input* dan *output*, yang 6 diantaranya merupakan *output* dengan fitur PWM (*Pulse Width Modulation*). Selain itu terdapat pula koneksi USB, osilator kristal 16 MHz, *header* ICSP, serta dilengkapi dengan tombol *reset*. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. [5]



Gambar 2.12 Papan Arduino Mega

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.



Gambar 2.13 Tampilan *Software* Arduino

2.5 *Servo valve*

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Disini motor servo akan di bentuk menjadi *Servo Operated Valve* sebagai aktuator. Dimana pada *plug* di pasang *ball valve*. Dengan kondisi bukaan valve sebesar 90 derajat sehingga valve akan terbuka 100 persen.^[6]



Gambar 2.16 Motor Servo

2.6 LCD 16x2

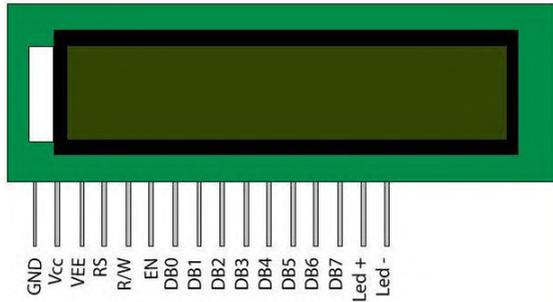
LCD (Liquid Crystal Display) ini merupakan suatu *device* untuk menampilkan data berupa tampilan (*display*). LCD yang ada di pasaran terdiri dari berbagai ukuran, seperti 16x2, 16x4, dan lain-lain.



Gambar 2.17 LCD 16x2

Gambar tersebut merupakan contoh dari LCD dengan ukuran 16 x 2, yang artinya terdiri dari 16 baris dan 2 kolom. Masing-masing baris memiliki alamat memori tersendiri. Kolom

pertama 16 segmen \$80H - \$8FH, sedangkan kolom kedua memiliki alamat memori \$0C0H - \$0CFH. LCD membutuhkan tegangan sebagai *power* yaitu sebesar 0 – 5 Volt DC. Tegangan tersebut masuk ke dalam pin 2 (VSS) sebagai GND dan pin 2 (VDD sebagai VCC).



Gambar 2.18 Pin-pin LCD 16x2

Ada pula pin 3 (VEE) untuk mengatur tingkat keterangan cahaya *backlight* yang biasa dilakukan dengan pengaturan resistansi menggunakan potensiometer. Pada rangkaian LCD 16x2 biasanya diberi dioda yang berguna untuk kepentingan *safety*. Selain itu juga terdapat pin RW, RS dan E (*Enable*), pin D0,D1,D2 hingga D7 yang terletak pada pin 7 - 14^[7].

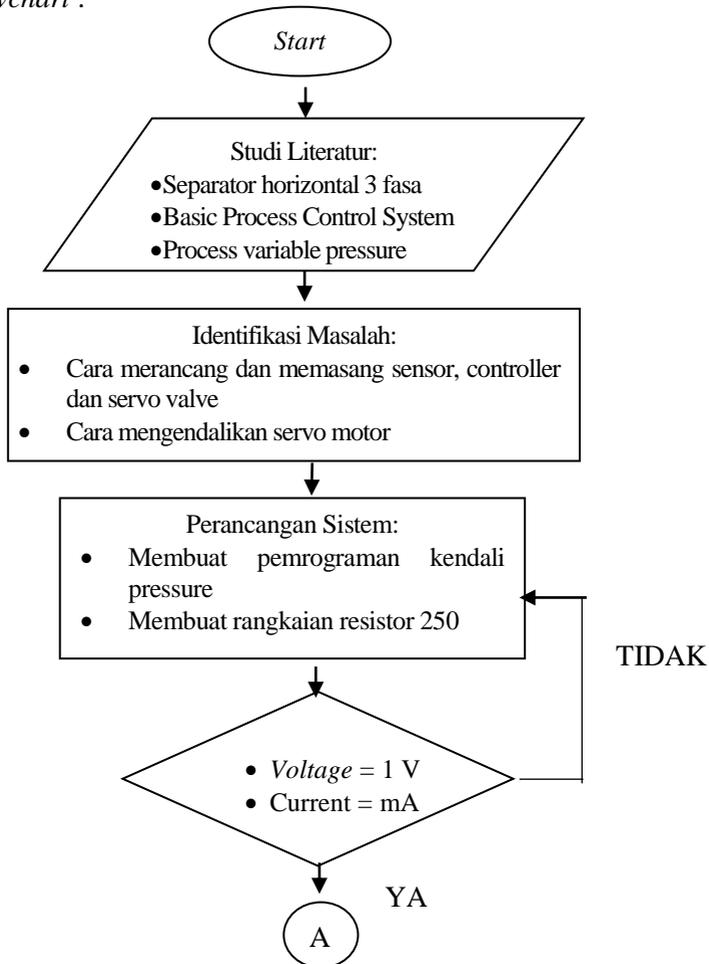
(halaman ini sengaja dikosongkan)

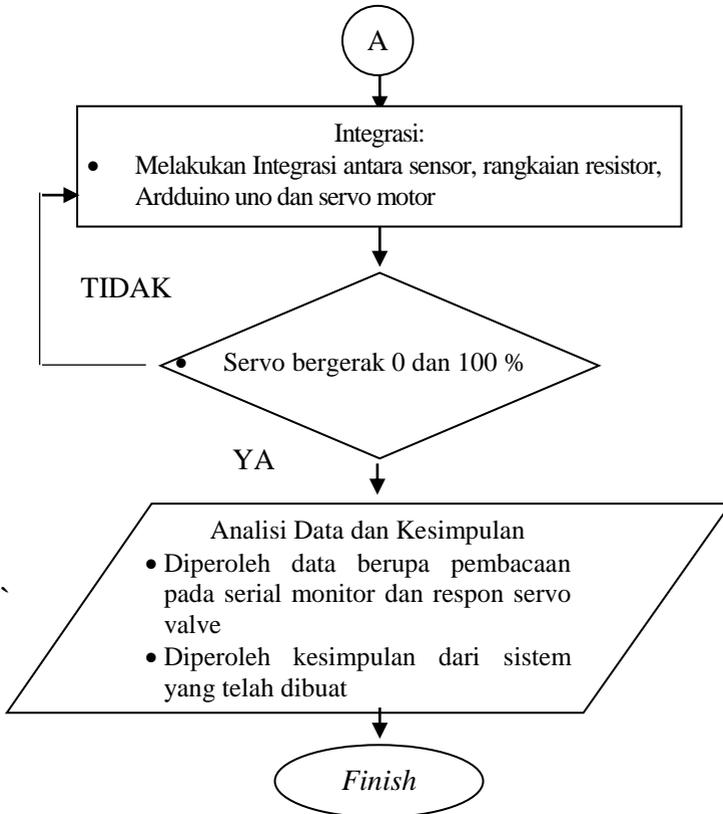
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem pada tugas akhir ini memiliki langkah-langkah sebagai berikut ini yang dibuat dalam bentuk *flowchart* :





Gambar 3.1 *Flowchart* Sistem

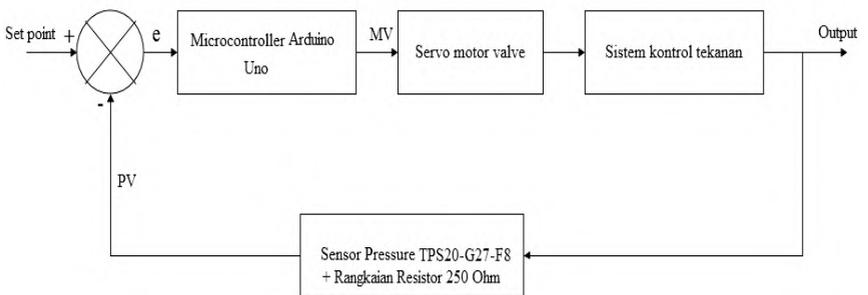
Adapun penjelasan dari langkah-langkah *flowchart* ini yaitu:

1. Studi literatur lapangan yaitu untuk mencari teori-teori yang akan digunakan yaitu separator horizontal 3 fasa, basic process control system dan karakteristik pressure.
2. Identifikasi masalah yaitu untuk mengidentifikasi bagaimana merancang dan memasang *transmitter*, *servo valve*, serta kontroler yang digunakan agar sistem pengendalian *pressure* dapat ideal
3. Tujuan pembuatan yaitu untuk menjawab dari permasalahan yang ada yaitu untuk merancang dan memasang sensor

- TPS20 , *servo valve*, serta kontroler yang digunakan agar sistem pengendalian *pressure* dapat ideal
4. Perancangan sistem yaitu untuk merancang pemrograman kendali *pressure* dan rangkaian resistor 250 Ohm.
 5. Integrasi sistem untuk mengintegrasikan antara pemrograman, sensor, rangkaian resistor, Arduino dan *servo valve*
 6. Pengambilan data, digunakan untuk mengambil data dari hasil *running mini plant separator* terhadap sistem pengendalian *pressure* .
 7. Analisis data dan penarikan kesimpulan yaitu menganalisis dari hasil pengambilan data serta mengambil kesimpulan.

3.2 Perancangan Sistem Pengendalian

Dalam rangka untuk memenuhi tugas akhir ini , digunakanlah sistem pengendalian *close loop* dengan mode kontrol *on-off*. Berikut adalah diagram blok *close loop* sistem pengendalian *pressure separator* di Workshop Instrumentasi



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Pengendalian *Close Loop Pressure separator*

Diagram blok tersebut merupakan sistem dasar dari tugas akhir ini menggunakan elemen kontrol sesuai yang tertera pada blok tersebut. *Feedback* akan diberikan oleh *pressure transmitter* untuk melihat error yang ada pada *pressure output*. Dalam hal ini untuk *manipulated variabel* (mv) pada *servo valve*, berupa digital,

yaitu akan berupa nyala atau mati (*high or low*) sesuai dengan kondisi *process variable* (pv) yang ada.

3.3 Pembuatan *Hardware*

Pembuatan *hardware* untuk *miniplant* ini memiliki empat kategori, yaitu *separator*, sistem kontrol *pressure separator*, dan indikator Berikut adalah penjelasan setiap perancangan tersebut:

3.2.1 *Separator*

Separator yang dibuat adalah separator horizontal 3 fasa dengan volume 180 liter dengan menggunakan bahan pengganti crude oil dengan campuran BBM (pertalite) dengan air dengan komposisi 1:3 .. *Separator* ini terdiri dari beberapa kontrol dan *safety*, yaitu kontrol level pada minyak, level air, dan kontrol tekanan dan dari ketiga kontrol tersebut masing masing dilengkapi dengan *safety* dan juga *control panel* sebagai pusat kontrol dari semua sistem pada *mini plant* ini . Adapun gambar P&ID dari separator ini terlampir pada lampiran 2.

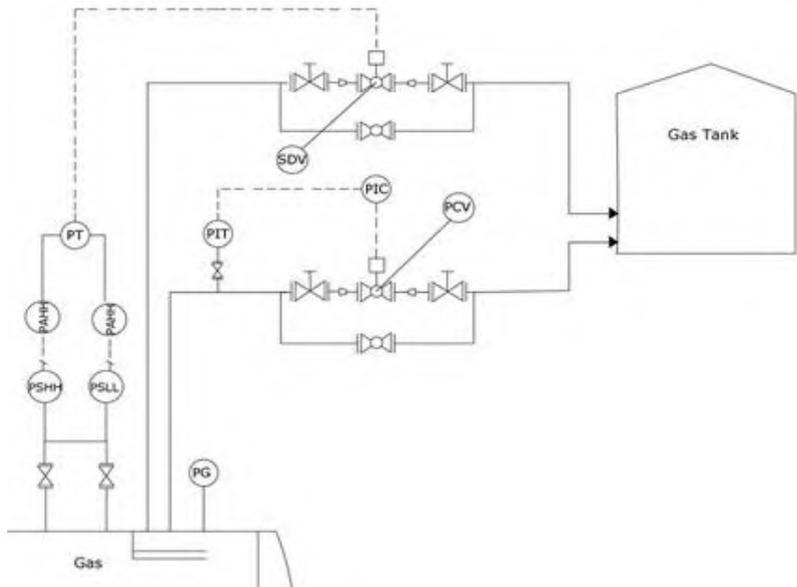


Gambar 3.3 *Separator*

3.2.2 Sistem Kontrol *Pressure Separator*

Sesuai dengan diagram blok sistem pengendalian *close loop pressure separator* tersebut, setiap blok memiliki instrumen masing-masing yaitu pada sensor atau *transmitter* digunakan *pressure transmitter* TPS-20. Untuk kontroler digunakan suatu

mikrokontroler yaitu arduino uno. Sedangkan pada *final control element* digunakan *servo valve*.



Gambar 3.4 P&ID control pressure

Berikut adalah penjelasan detail untuk konfigurasi dan integrasi setiap instrumen tersebut:

- *Pressure Transmitter* TPS-20

Pressure transmitter TPS-20 ini berjenis *2-wire* yang memiliki karakteristik statik *range* pengukuran yaitu 0 hingga 20 Kg/cm² dan mengeluarkan sinyal keluaran berupa besaran standar yaitu 4 hingga 20 mA. Sehingga pembacaan sensor senilai 0 Kg/cm² akan menghasilkan sinyal keluaran 4 mA dan 20 Kg/cm² akan menghasilkan sinyal keluaran 20 mA.

Pemasangan *pressure transmitter* ini diletakkan disamping jalur output dari *pressure*, sebagai sensor *pressure* dari separator, Selain itu juga dipasang *pressure gauge* sebagai indikator pembandingan *pressure* yang melewati terhadap *pressure transmitter*.

Transmitter ini diaktifkan dengan menggunakan *power supply* 24 volt, 1,1 Ampere. *Transmitter* ini memiliki 4 pin sesuai tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Pin *Pressure Transmitter* TPS-20

Pin	Fungsi Pin
1	+
2	-
3	FG
4	NC

Karena *transmitter* ini berjenis *2-wire* maka hanya terdapat 2 kabel saja yang digunakan untuk keperluan sistem yaitu pin 1 dan 2 (+ dan -) saja. Pin (+) dikoneksikan dengan V+ dari *power supply* 24 Volt, sedangkan pin (-) dikoneksikan dengan V-. Untuk mengetahui nilai arus yang keluar dari *pressure transmitter* maka koneksi salah satu *wire* diputus dan mengoneksikan ke multi meter maka akan tertera nilai arus yang ada. Namun dikarenakan untuk mempermudah input kontroler maka dibutuhkan elemen pengkondisian sinyal untuk mengonversi nilai arus 4-20 mA menjadi besaran standar tegangan 1- 5 Volt. Dalam hal ini digunakan rumus dasar:

$$\diamond V = I.R$$

$$\diamond R = V / I$$

$$\diamond R = 1 / 0,004$$

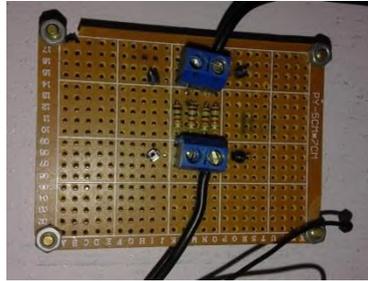
$$\diamond R = 250 \Omega$$

$$\diamond R = V / I$$

$$\diamond R = 5 / 0,02$$

$$\diamond R = 250 \Omega$$

Maka untuk mencari keluaran sebesar 1 – 5 volt dari 4-20 mA digunakan rangkaian resistor 250 Ω sebagai elemen pengkondisiansinyal.



Gambar 3.5 Rangkaian Resistor 250 Ω

Pada rangkaian resistor tersebut digunakan resistor 1 k Ω sebanyak 4 buah yang disusun secara paralel berdasarkan rumus yang ada yaitu:

$$\diamond \frac{1}{R_{Tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$\diamond \frac{1}{R_{Tot}} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000}$$

$$\diamond \frac{1}{R_{Tot}} = \frac{4}{1000}$$

$$\diamond R_{Tot} = 250 \Omega$$

Dengan demikian untuk *input* menuju kontroler dengan *transmitter* yang berjenis 2-wire maka pin (-) dari *transmitter* dihubungkan dengan *analog input* kontroler sedangkan pin dari V- *power supply* 24 Volt memasuki ground kontroler sehingga terbentuk *looping* dan sinyal tegangan 1 – 5 Volt dapat memasuki kontroler.

Untuk kalibrasi sensor pada *pressure transmitter* ini, keluaran nilai tegangan dibandingkan dengan multimeter standar dan nilai

pressure menggunakan standar *pressure gauge*, dipakai satuan psi.



Gambar 3.6 Power Supply 24 Volt

- Arduino Uno

Pada arduino Uno ini diakifkan pin pada *power*, *analog input*, dan digital. Masing-masing pin tersebut digunakan untuk tampilan LCD, *input* dari *transmitter*, *servo valve*, sistem *cascade* ke kontrol kecepatan turbin.

Berikut tabel konfigurasi pin yang digunakan untuk sistem ini:

Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Arduino Uno

Pin	Fungsi
(Power) VCC 5 Volt	Untuk <i>power</i> bagi tampilan LCD 16x2
(Power) Ground	Untuk <i>power</i> bagi tampilan LCD 16x2
(Analog input) A0	Untuk <i>input</i> dari <i>pressure transmitter</i>
(Digital) 2,3,4,5,6,7	Untuk tampilan LCD 16x2
(Digital) 9	Untuk <i>output</i> menuju <i>servo valve</i>

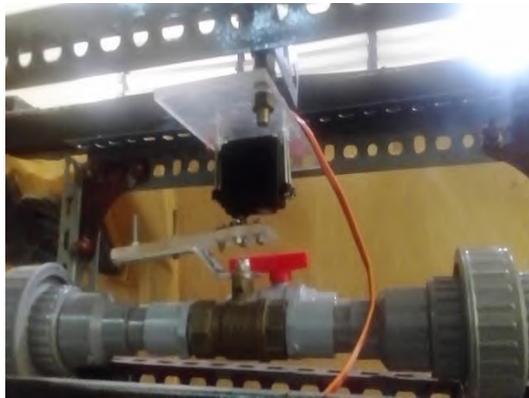
Sebagai aktivasi arduino uni ini digunakan *power supply* 5 Volt. Untuk koneksi dari setiap pin terhadap instrumen digunakan beberapa penghubung yaitu dengan beberapa kabel jumper.



Gambar 3.7 Konfigurasi Pin Arduino

- *Servo Valve*

Pada *final control element* digunakan sebuah *valve* yang hanya memiliki kondisi *on* atau *off* saja, yaitu *solenoid valve* dengan tipe M3000 180. Sehingga *servo valve* ini cocok untuk diterapkan pada sistem digital atau mode kontrol *on-off*.



Gambar 3.8 Servo Valve

Pada aplikasi ini, *servo valve* akan aktif (nyala) apabila menerima kondisi *high* dari arduino uno melalui pin digital 10. Sebaliknya *servo valve* akan non aktif (mati) apabila menerima kondisi *low*. *Servo valve* ini bekerja dengan menggunakan PWM

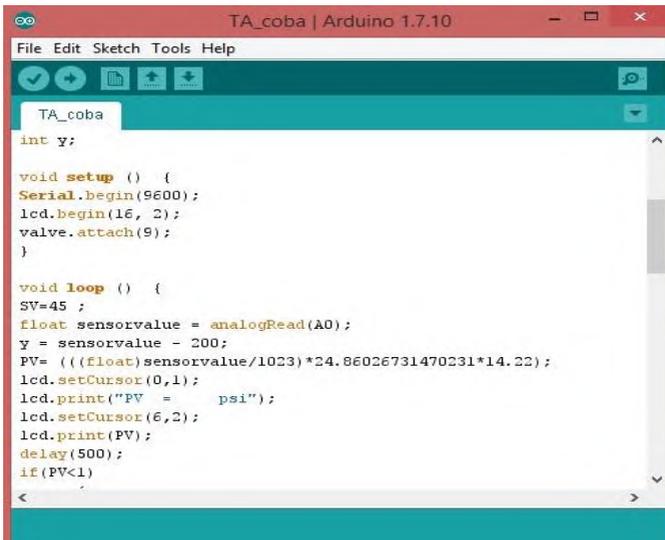
dengan supply daya sebesar 5 volt dan mempunyai derajat maksimal putaran 90 derajat.

3.3.4 Indikator

Sebagai indikator dalam pembuatan tugas akhir ini maka digunakanlah LCD 16x2 sebagai penampil nilai *pressure output*. Untuk itu diperlukan rangkaian LCD 16x2 yang tersambung dengan arduino Uno melalui kabel jumper.

3.4 Perancangan *Software*

Pada pembuatan tugas akhir ini digunakan suatu *software* penunjang untuk sistem otomasi. *Software* ini bernama arduino dengan versi 1.7.10 Tentunya *software* ini di-*interface*-kan dengan *hardware* arduino uno. Untuk menginstruksi arduino mega sebagai kontroler, dibuat *code* atau *listing program* sesuai dengan instruksi yang ingin diberikan. Berikut pada gambar merupakan cuplikan dari *code* untuk instruksi arduino uno pada tugas akhir ini.



```

TA_coba | Arduino 1.7.10
File Edit Sketch Tools Help
TA_coba
int y;

void setup () {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  valve.attach(9);
}

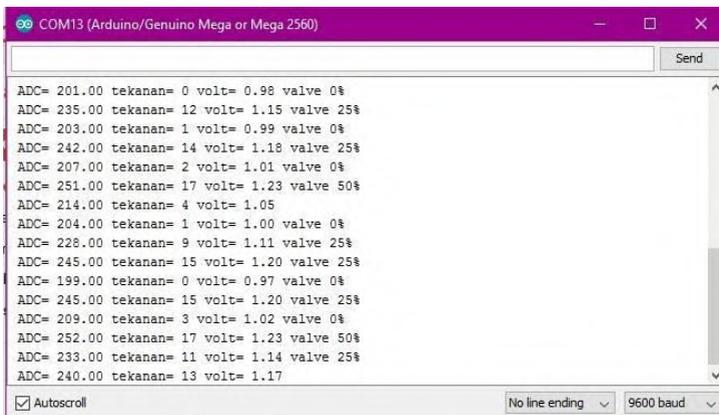
void loop () {
  SV=45 ;
  float sensorvalue = analogRead(A0);
  y = sensorvalue - 200;
  PV= (((float)sensorvalue/1023)*24.86026731470231*14.22);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("PV = ");
  lcd.setCursor(6,2);
  lcd.print(PV);
  delay(500);
  if (PV<1)
  
```

Gambar 3.9 Code pada Arduino 1.0.6

Pemrograman pada arduino ini untuk memperoleh data dari sistem, dipakai empat kategori yang dicari nilainya, yaitu ADC, *pressure*, dan kondisi *valve*.

- *ADC (Analog to Digital Converter)*
Digunakan untuk menampilkan sensorValue dari *pressure transmitter* .
- *Pressure*
Dari pengkondisian *sensorValue*, dibuat formula untuk menampilkan nilai dari *pressure* dalam satuan Psi
- *Kondisi valve*
Kondisi *valve* ini ditulis dalam bentuk analog yaitu dengan bukaan valve persen, walaupun *hardware* yang digunakan berjenis digital namun prinsip kerjanya bisa diatur PWMnya sehingga akan membuka servo dengan maksimal 90 derajat. Dari 90 drajat ini akan ditampilkan persentase bukaan valve tersebut. Untuk pengaktifan *Serial.print* persentase bukaan valve ditentukan dengan membuat logika *if* dengan acuan *set point* yang telah ditentukan yaitu 15 Psi

Data-data tersebut ditampilkan pada serial monitor dengan memilih *Serial port* yang sesuai dengan *COM* yang masuk ke PC.



Gambar 3.10 *Serial Monitor* Arduino 1.7.10

Untuk mengaktifkan *final control element* maka dibutuhkan tegangan *output* menuju servo ditulis dalam bentuk digital (*digital.Write*). Untuk pengkondisiannya digunakan logika *if* terhadap *set point pressure* dan *process variable*, yaitu dengan membuat range bukaan valve dari 0 dan 100 persen. Sehingga untuk pengaktifan *final control element* tersebut mengacu pada logika *if* kedua kondisi tersebut yang dirancang dengan gerbang logika *AND*, yang akan bernilai aktif bila *process variable* sebanding dengan *range* tekanan untuk bukaan *valve*.

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS

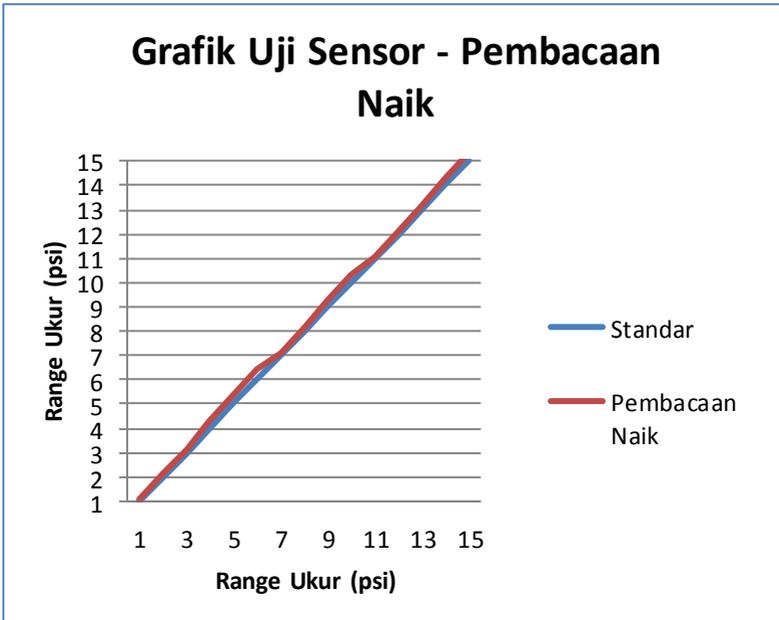
4.1 Pengujian Sensor *Pressure Transmitter*

Berikut merupakan tabel hasil pengujian sensor pada *pressure transmitter* yang dibandingkan dengan *pressure gauge* sebagai standar dengan satuan psi (*pound per square inch*) :

Tabel 4.1 Hasil Uji Sensor

No.	Standar (psi)	Pressure (psi)		Rata-Rata (psi)
		Pembacaan Naik	Pembacaan Turun	
1	1	1,07	1,07	1,07
2	2	2,14	2,14	2,14
3	3	3,12	3,21	3,165
4	4	4,28	4,28	4,28
5	5	5,35	5	5,175
6	6	6,43	6,47	6,45
7	7	7,14	7,14	7,14
8	8	8,21	8,21	8,21
9	9	9,28	9,28	9,28
10	10	10,35	10,35	10,35
11	11	11,07	11,07	11,07
12	12	12,14	12,14	12,14
13	13	13,12	13,27	13,195
14	14	14,28	14,28	14,28
15	15	15,35	15,35	15,35

Dari data tersebut diperoleh koreksi sebesar 0,2 % dengan ketidakpastian diperluas (U_{exp}) sebesar 0,195. Dari data tersebut pula diperoleh grafik seperti berikut baik dalam pembacaan naik maupun turun :



Gambar 4.1 Grafik Uji Sensor Pembacaan Naik

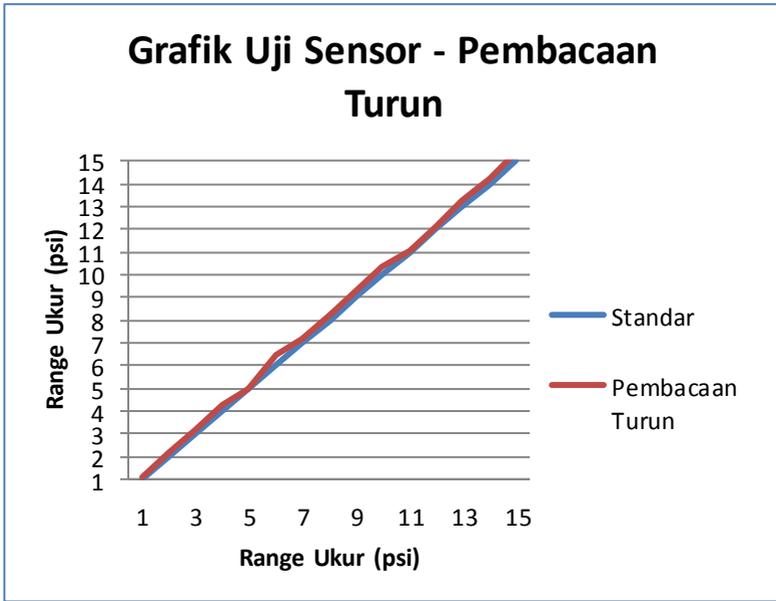
Data tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan naik dari 1 hingga 15 dengan menggunakan *pressure gauge* satuan psi. Adapun persamaan linear dari gambar 4.1 diatas berdasarkan titik (0,0) dan (1,1.07) adalah

$$\begin{aligned} Y &= mx + c \\ 0.7 &= m(0) + c \\ C &= 0.7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= mx + c \\ 1.07 &= m(1) + 0.7 \\ m &= 1 \end{aligned}$$

$$Y = X + 0.7$$

Jadi persamaan linier dari grafik diatas adalah $Y = X + 0.7$



Gambar 4.2 Grafik Uji Sensor Pembacaan Turun

Sedangkan grafik ini merupakan data dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan turun dari 15 hingga 1 satuan psi. Adapun persamaan linear dari gambar 4.2 diatas berdasarkan titik (0,0) dan (1,1.07) adalah

$$Y = mx + c$$

$$0.7 = m(0) + c$$

$$C = 0.7$$

$$Y = mx + c$$

$$1.07 = m(1) + 0.7$$

$$m = 1$$

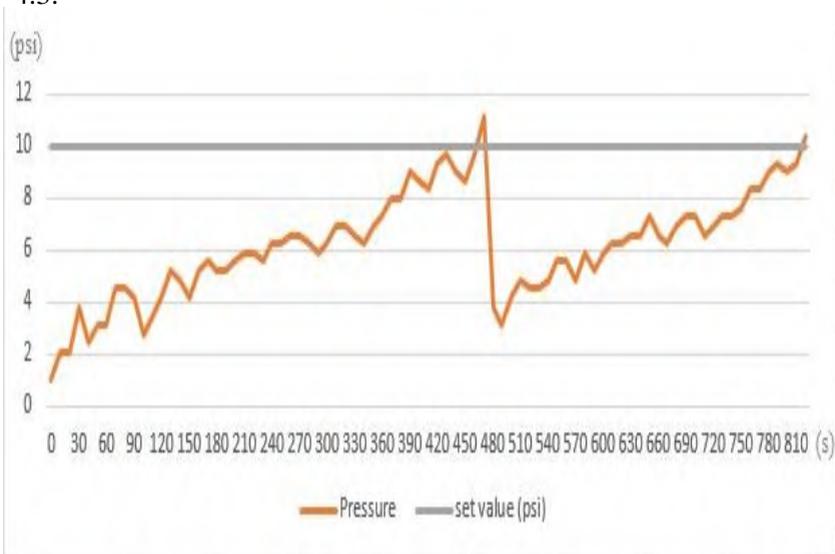
$$Y = X + 0.7$$

Jadi persamaan linier dari grafik diatas adalah $Y = X + 0.7$

4.2 Pengujian Sistem Pengendalian *Pressure*

Berikut merupakan hasil pengujian sistem pengendalian *pressure Separator*.

Data yang didapat berupa tabel yang terdiri dari pembacaan *pressure transmitter* berupa nilai ADC, tegangan yang dihasilkan, dan *pressure* yang diambil setiap 10 detik, dengan *set value* sebesar 10 psi. data tersebut terlampir pada lampiran 3, dan dari data tersebut diperoleh grafik hubungan antara *pressure steam output* dengan *set point*. Adapun grafik tersebut seperti gambar 4.3:



Gambar 4.3 Grafik Hubungan P - T

Dari data tersebut diperoleh karakteristik respon T_s (*settling time*) yaitu sebesar 820 detik = 13,6 menit.

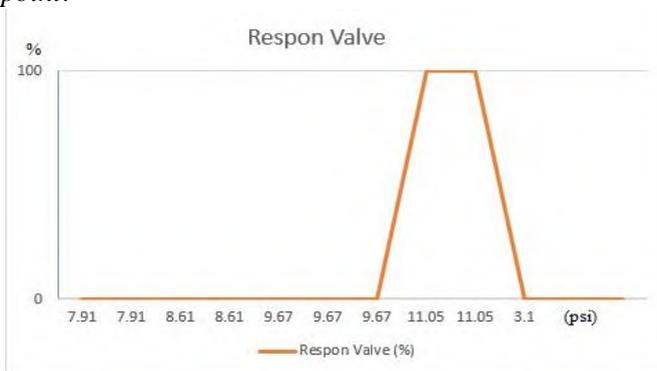
Selain itu juga diperoleh data respon dari *final control element* berupa bukaan 0 dan 100% dari *servo valve* setelah mencapai *set point*. Data ini diambil pada 20 detik terakhir dari

yang terekam pada saat *running* sistem. Adapun respon *valve* tersebut dibuat dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.3 Respon *Valve* Terhadap Nilai *Pressure*

pressure (Psi)	Respon Valve (%)
7.91	0
7.91	0
8.61	0
8.61	0
9.67	0
9.67	0
9.67	0
11.05	100
3.8	0
3.1	0

Data tersebut menunjukkan bahwa *servo valve* akan membuka 100% dan meloloskan *pressure output* bila *pressure* berada di atas set point sesuai yang ditentukan yaitu 10 psi. Begitupun sebaliknya, *servo valve* akan menutup 0 % bila *pressure* dibawah *set point*.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Respon *Valve* - *Pressure*

Dari data tersebut diperoleh nilai *Maximal overshoot* dari keseluruhan data ini yaitu 11.058 psi.

4.3 Pembahasan

Pada tugas akhir sistem pengendalian *pressure steam output* ini didapat dua data mengenai pembacaan *pressure transmitter* dan respon dari *servo valve* sebagai *manipulated variable*.

Pressure transmitter TPS-20 memiliki keluaran yang dibaca sebagai sinyal analog dan diterjemahkan menjadi data digital 10 bit. Jadi 4–20 mA yang diubah menjadi 1-5 volt oleh elemen pengkondisian sinyal diterjemahkan menjadi data digital 0-1023. Untuk *pressure transmitter* ini kondisi ketika diaktifkan *power supply* 24 volt, *pressure* 0,00 psi akan bernilai ADC 200 dan tegangan 0,98 V. Artinya *pressure transmitter* mengeluarkan sinyal 4 mA. Sedangkan 1023 artinya *pressure* telah mencapai nilai maksimal yaitu 20 Kg/cm² dari keluaran *pressure transmitter* 20 mA (5 volt). Sehingga, ketika *pressure separator* mengalami kenaikan *pressure*, maka nilai ADC dari *voltage* yang dihasilkan juga akan meningkat sesuai dengan data yang telah diperoleh. Sebelum *pressure transmitter* ini pasang ke dalam *plant*, diambil data pembacaan naik dan pembacaan turun untuk mengetahui karakteristik dari sensor ini. Dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh pembacaan naik dan turun dengan hasil yang linear yaitu *pressure* yang dibaca oleh sensor ini akan naik ketika *pressure* yang dimasukkan bertambah dan diperoleh persamaan dari kedua percobaan tersebut yaitu $Y = X + 0.7$

Pressure mengalami kenaikan setiap penambahan waktu. Dari pembacaan *pressure transmitter* terhadap *pressure separator* ini diketahui memiliki karakteristik dinamik orde satu. Namun dari data yang diperoleh grafik yang ada belum sempurna sesuai dengan grafik orde satu. Hal ini dikarenakan pada saat pengambilan data terjadi osilasi pada *level* yaitu bertambahnya volume air dan minyak sehingga *pressure* sempat mengalami penurunan. Akan tetapi secara umum, setiap kenaikan waktu, *pressure* juga mengalami kenaikan hingga mengenai *set point*

yang telah ditentukan yaitu 10 psi. Pemilihan *set point* ini dikarenakan menyesuaikan dengan vessel separator yang telah dibuat, agar memiliki respon yang cepat. Selain itu dari *running* sistem didapat T_s (*settling time*) ketika waktu 820 detik = 13.6 menit. Adapun respon dari *servo valve* sebagai *final control element* memberikan respon yang sangat peka. Namun karena peka yang tinggi, *steam output* yang dihasilkan mengalami penurunan tekanan yang cepat. Namun untuk kembali menaikkan tekanan memerlukan waktu yang lebih lama daripada menurunkan tekanan. Dengan respon yang demikian dan *differential gap* yang diperoleh, untuk mencapai *steady state* tidak mudah, selain itu dikarenakan juga sistem yang digunakan merupakan sistem kontrol 2 *position* ini (*on-off*).

Dari keseluruhan *running* sistem secara umum, sistem pengendalian ini berjalan normal setiap instrumen dan elemen kontrolnya. Hanya terdapat kendala secara proses yang harus menyesuaikan dengan sistem kontrol yang ada.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

1. CODE PROGRAM

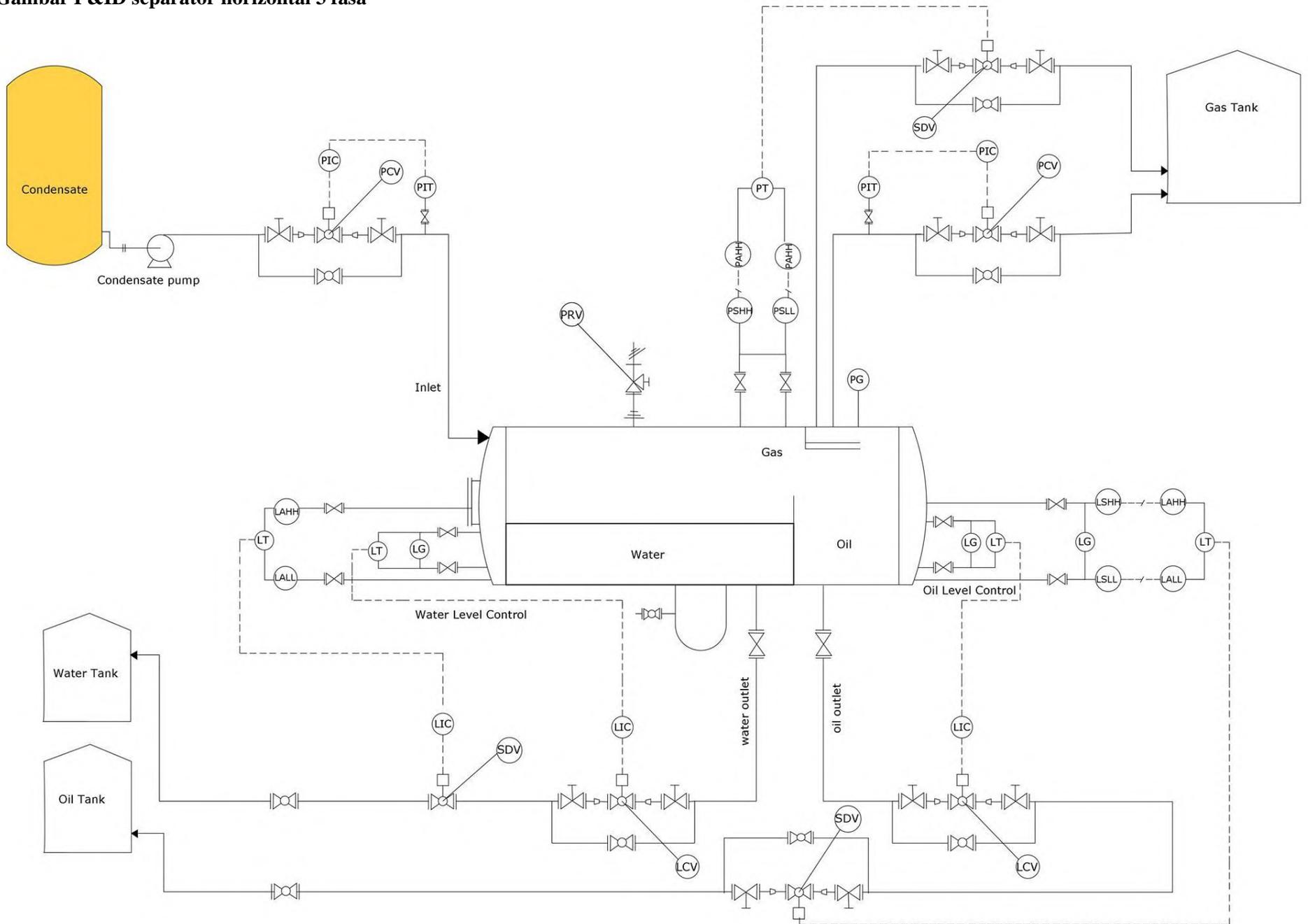
```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <stdio.h>
#include <Servo.h>
LiquidCrystal lcd(45,43, 41, 39, 37, 35);
Servo valve;
int PV;
int SV;
int y;

void setup () {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  valve.attach(9);
}

void loop () {
  SV=45 ;
  float sensorvalue = analogRead(A0);
  y = sensorvalue - 200;
  PV= (((float)sensorvalue/1023)*24.86026731470231*14.22);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("PV =  psi");
  lcd.setCursor(6,2);
  lcd.print(PV);
  delay(500);
  if(PV<=1)
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("valve 0% ");
    valve.write(90);
    delay(100);
```

```
    }  
if(PV>10 && PV<=60)  
{  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("valve 100% ");  
    valve.write(0);  
    delay(100);  
}  
if(PV>60)  
{  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("valve 100% ");  
    valve.write(0);  
    delay(100);  
}  
printf("%f kg/cm2",PV);  
}
```

2. Gambar P&ID separator horizontal 3 fasa



3. *Data Pembacaan alat*

Waktu (s)	ADC	Pressure (Psi)	Voltage (V)
0	203	1.0367	0.99218
10	206	2.07339	1.00684
20	206	2.07339	1.00684
30	211	3.80122	1.03128
40	207	2.41896	1.01173
50	209	3.11009	1.02151
60	209	3.11009	1.02151
70	213	4.49235	1.04106
80	213	4.49235	1.04106
90	212	4.14678	1.03617
100	208	2.76452	1.01662
110	210	3.45565	1.02639
120	212	4.14678	1.03617
130	215	5.18348	1.05083
140	214	4.83791	1.04594
150	212	4.14678	1.03617
160	215	5.18348	1.05083
170	216	5.52904	1.05572
180	215	5.18348	1.05083
190	215	5.18348	1.05083
200	216	5.52904	1.05572
210	217	5.87461	1.06061
220	217	5.87461	1.06061
230	216	5.52904	1.05572
240	218	6.22017	1.06549
250	218	6.22017	1.06549
260	219	6.56574	1.07038

Waktu (s)	ADC	Pressure (psi)	Voltage (V)
270	219	6.56574	1.07038
280	218	6.22017	1.06549
290	217	5.87461	1.06061
300	218	6.22017	1.06549
310	220	6.9113	1.07527
320	220	6.9113	1.07527
330	219	6.56574	1.07038
340	218	6.22017	1.06549
350	220	6.9113	1.07527
360	221	7.25687	1.08016
370	223	7.948	1.08993
380	223	7.948	1.08993
390	226	8.98469	1.10459
400	225	8.63913	1.09971
410	224	8.29356	1.09482
420	227	9.33026	1.10948
430	228	9.67582	1.11437
440	226	8.98469	1.10459
450	225	8.63913	1.09971
460	228	9.67582	1.11437
470	232	11.0581	1.13392
480	211	3.80122	1.03128
490	209	3.11009	1.02151
500	212	4.14678	1.03617
510	214	4.83791	1.04594
520	213	4.49235	1.04106
530	213	4.49235	1.04106
540	214	4.83791	1.04594

Waktu (s)	ADC	Pressure (psi)	Voltage (V)
550	216	5.52904	1.05572
560	216	5.52904	1.05572
570	214	4.83791	1.04594
580	217	5.87461	1.06061
590	215	5.18348	1.05083
600	217	5.87461	1.06061
610	218	6.22017	1.06549
620	218	6.22017	1.06549
630	219	6.56574	1.07038
640	219	6.56574	1.07038
650	221	7.25687	1.08016
660	219	6.56574	1.07038
670	218	6.22017	1.06549
680	220	6.9113	1.07527
690	221	7.25687	1.08016
700	221	7.25687	1.08016
710	219	6.56574	1.07038
720	220	6.9113	1.07527
730	221	7.25687	1.08016
740	221	7.25687	1.08016
750	222	7.60243	1.08504
760	224	8.29356	1.09482
770	224	8.29356	1.09482
780	226	8.98469	1.10459
790	227	9.33026	1.10948
800	226	8.98469	1.10459
810	227	9.33026	1.10948
820	230	10.367	1.12414

4. DATASHEET PRESSURE TRANSMITTER TPS-20

Autonics

Pressure Transmitter TPS20 SERIES

MANUAL

CE



Head type



DIN connector type



Connector cable type

Thank you very much for selecting Autonics products.
For your safety, please read the following before using.

■ Caution for your safety

※ Please keep these instructions and review them before using this unit.

※ Please observe the cautions that follow;

⚠ **Warning** Serious injury may result if instructions are not followed.

⚠ **Caution** Product may be damaged, or injury may result if instructions are not followed.

※ The following is an explanation of the symbols used in the operation manual.

⚠ **Caution:** injury or danger may occur under special conditions.

⚠ Warning

1. In case of using this unit with machinery (Ex: nuclear power control, medical equipment, ship, vehicle, train, airplane, combustion apparatus, safety device, crime/disaster prevention equipment, etc) which may cause damages to human life or property, it is required to install fail-safe device.
It may cause a fire, human injury or damage to property.
2. Do not use this unit in place where there are flammable or explosive gas, humidity, direct ray the light, radiant heat, vibration and impact etc.
It may cause a fire or explosion.
3. Do not disassemble the case. Please contact us if it is required.
It may cause electric shock or a fire.

⚠ Caution

1. Do not apply beyond rated pressure.
It may cause a damage to the product.
2. Please observe the rated specifications.
It may shorten the life cycle of the product and cause a fire.
3. Do not inflow dust or wire dregs into the unit.
It may cause a fire or a malfunction.
4. Wire it properly after checking polarity of terminal.
It may cause a damage to the product.
5. Please contact our service center if using for the corrosive detergent.
It may shorten the life cycle of the product and cause a damage to the product.
6. In cleaning unit, do not use water or organic solvent. And use dry cloth.
It may cause electric shock or a fire.

※ The above specifications are subject to change without notice.

■ Ordering information

TPS20 - G 1 1 F8 (0 to 5kgf/cm²)

	Description		
①Item	TPS20	Pressure Transmitter	
②Measurement pressure	G	Gauge pressure	
	A	Absolute pressure	
③Connector	1	Head type	
	2	DIN connector type	
	3	Connector cable type	
④Pressure range		Gauge pressure	Absolute pressure
	1	0 to 0.2kgf/cm ²	—
	2	0 to 0.5kgf/cm ²	—
	3	0 to 1kgf/cm ²	0 to 1kgf/cm ²
	4	0 to 2kgf/cm ²	0 to 2kgf/cm ²
	5	0 to 7kgf/cm ²	0 to 7kgf/cm ²
	6	0 to 10kgf/cm ²	0 to 10kgf/cm ²
	7	0 to 20kgf/cm ²	0 to 20kgf/cm ²
	8	0 to 35kgf/cm ²	0 to 35kgf/cm ²
	9	0 to 70kgf/cm ²	—
	A	0 to 100kgf/cm ²	—
	C	0 to 200kgf/cm ²	—
	F	0 to 300kgf/cm ²	—
	H	0 to 350kgf/cm ²	—
	M	-760mmHg to 0kgf/cm ²	—
	O	-760mmHg to 1kgf/cm ²	—
	Q	-760mmHg to 7kgf/cm ²	—
	V	-760mmHg to 10kgf/cm ²	—
	X	-760mmHg to 20kgf/cm ²	—
	Y	-760mmHg to 35kgf/cm ²	—
Z	Others	—	
⑤Pressure port	P2	PT 1/2 (with adapter)	
	P8	PT 3/8 (with adapter)	
	F8	PF 3/8 (Standard)	
	ZZ	Others	
⑥User pressure range		User pressure range *	

* 1: Write the desired pressure range and it is the default of user pressure range.
(Select "Z" at ④Pressure range)

* For ordering cable, order as CID3-2, CID3-5, CLD3-2, CLD3-5.(Sold separately)

■ Specification

Series	TPS20	
Measured materials	Vapor, Liquid, Fluid (except corrosive environment of SUS316)	
Measurement range	-760 mmHg to 0 to 30 kg/cm ² (compound pressure) 0 to 0.2 to 350 kg/cm ² (gauge pressure) 0 to 1.0 to 35 kg/cm ² (absolute pressure)	
Allowable over pressure	300% of max. span	
Electrical characteristics	Power	15-35 VDC
	Output	4-20 mA
	Load resistance	Min. 600 Ω
	Power consumption	0.5 W
Accuracy	Linearity	±0.3%F.S. (-10 to 50 °C) ±0.5%F.S. (50 to 70 °C)
	Hysteresis	±0.3% F.S.
Temperature characteristics	ZERO	±0.03%F.S.
	SPAN	±0.03%F.S. (at 25 °C)
Response time	Max. 100 ms	
Pressure port	PF 3/8(standard), PT 3/8, PT 1/2	
Environment	Ambient temperature	-10 to 70 °C
	Ambient humidity	5 to 95% RH
Materials	Sealing : SUS316, O-ring : fluoro rubber, Diaphragm : SUS316, Connection : SUS316	
Case structure	Drip-proof structure	
Approval	CE	
Unit weight	Approx. 320 g (based on head type)	

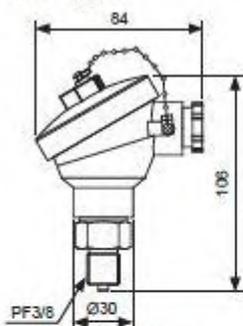
※ F.S.(Full Scale): It is rated pressure range.

※ Environment resistance is rated at no freezing or condensation.

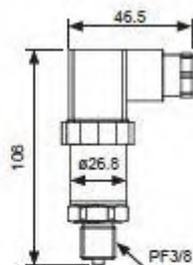
■ Dimensions

(unit: mm)

⊙ Head type

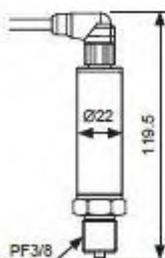


⊙ DIN connector type



⊙ Connector cable type

• L type



• I type

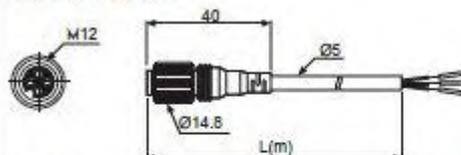


※ The standard pressure port for above is PF 3/8.

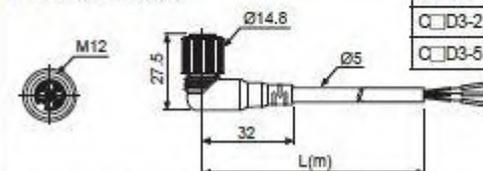
■ Cable(sold separately)

- CLD3-2 / CLD3-5

(unit: mm)



- CLD3-2 / CLD3-5

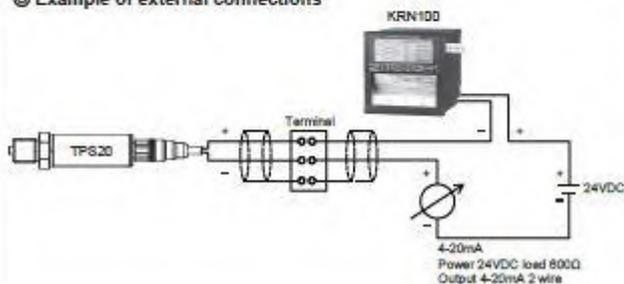


Model	L(m)	Material
□D3-2	2	PVC
□D3-5	5	

■ Connections

Head type		DIN connector type			Connector cable type		
	Pin		Pin	Function		Pin	Function
	+		1	+		1	+
			2	-		2	N-C
			3	N-C		3	F.G.
			⊕	F.G.		4	-

⊙ Example of external connections



■ Troubleshooting

Error	Troubleshooting
No outputs	Do you supply the power? Do you wire (+, -) it correctly? Is the connection part poor?
Abnormally fluctuating output	Is power supplied properly? Is pressure supplied correctly? Is there error in pressure line?
Out of zero point output value	Is power supplied properly? Is the load resistive value of a receiver over 600Ω? Is the measuring point and transmission distance proper? Is line resistance big? (max. 600Ω)

■ Caution for using

- When installing this unit on pipe line, use the hexagon part of connections not to turn this unit with a pipe wrench. Do not use this unit with strong vibrations.
- This unit is manufactured with precisely. If you drop or shock this unit, it may lose the function. Please treat this unit carefully.
- Store this unit at the place without moisture, dust, and vibration.
- This product which does not have drive part at sensing part does not need to repair it. Even though inside of pressure pipe is normally clean, it needs to take maintenance once a year as follows.
 - Check the broken status of outside.
 - Check the pressure slot, cleanliness inside, and corrosion state.
 - Short each terminal and check the insulation resistance between the case and power.(at 100VDC, over 10MΩ)
 - Check zero, span adjustment and linearity by pressure standards.
- When removing a sensor for maintenance, follow the belows.
 - Replace an O-ring which is used once.
 - Be sure that diaphragm part is not damaged.
- In case of head type for connecting the power, use a crimp terminal (M3.5, min. 7.2 mm).
- The connection of this unit should be separated from the power line and high voltage line in order to prevent inductive noise.
- Install a power switch or a circuit breaker to supply or cut off the power.
- Switch or circuit breaker should be installed nearby users for convenient control.
- Do not use this unit near the high frequency instruments (high frequency welding machine & sewing machine, large capacity SCR controller).
- This unit cannot be repaired due to disassembled structure.
- This unit is fixed with bolt and nut at the both sides of case. Do not press excessive load(approx. 300kg/cm²), or it may cause damage to this unit.
- Tighten lever of electrical connection firmly for spinning not to enter water to cable.
- Installation environment.
 - Indoor / Outdoor
 - Altitude max. 2,000 m
 - Pollution Degree 2
 - Installation Category II

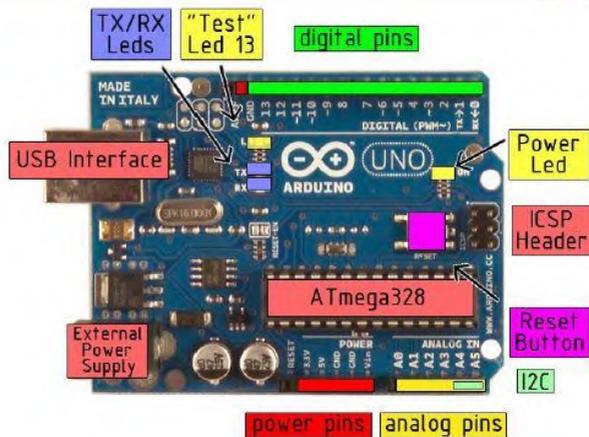
* It may cause malfunction if above instructions are not followed.

5. DATASHEET ARDUINO UNO

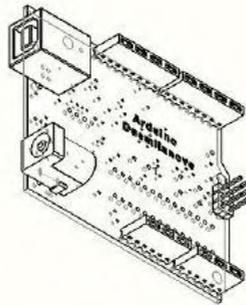
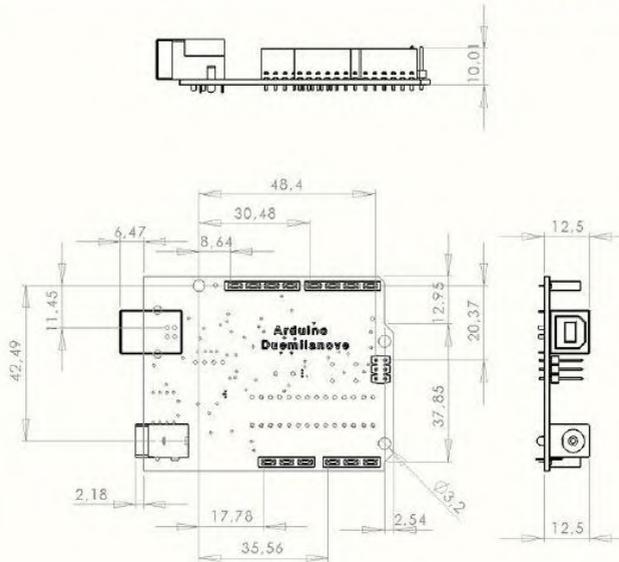
Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Dimensioned Drawing



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Telah dibuat rancang bangun sistem pengendalian terhadap variabel proses *pressure* pada *Separator horizontal 3 fasa* di Workshop Instrumentasi
2. Telah dibuat suatu sistem pengendalian *pressure* dengan mengaplikasikan *coordinate control* pada *separator* ini.
3. Dari data yang ada diperoleh hasil dari sistem pengendalian *pressure output* dengan T_s (*settling time*) dengan waktu 820 detik = 13.6 menit, serta diperoleh *maximal overshoot* dari keseluruhan data ini yaitu 11.0581 psi.
4. Sistem kontrol *on – off* memiliki karakteristik osilasi yang besar untuk mencapai *steady state*.
5. *Pressure output* memerlukan waktu yang lebih lama untuk kenaikan nilai tekanan dibanding pada saat penurunan tekanan ketika *release pressure*.

5.2 Saran

Adapun saran dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Untuk pengaplikasian pengendalian *pressure separator 3 fasa* lebih baik digunakan *final control element* berupa analog *output* agar mempermudah menuju *steady* dan mengurangi osilasi.
2. Untuk pembuatan sistem kontrol dari suatu *plant* perlu ditinjau kembali tentang arus yang digunakan dan memastikan bahwa meminimalisir adanya *loss* arus.
3. Untuk tampilan visual agar lebih menarik dan mempermudah memantau sistem, lebih baik ditambahkan HMI.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Frans Gunterus. 1997. Falsafah dasar:sistem pengendalian proses. Jakarta : PT.Elex Media Komputindo
- [2] http://hima-tl.ppns.ac.id/separator_vessel (diakses pada 23 Juni 2016)
- [3] <https://industri3604.wordpress.com/tag/jenis-jenis-pengendalian/> (diakses pada 26 Juni 2016)
- [4] Tham, M.T. . 2009. *Overview of Measurement Systems and Devices*. Newcastle : Newcastle University orien.ncl.ac.uk/ming/procmeas/measpri.htm (diakses pada tanggal 24 Juni 2016)
- [5] Iyuditya dan Erlina Dayanti. 2013. *Sistem Pengendali Lampu Ruang Secara Otomatis Menggunakan PC Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. Cirebon : Jurusan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika STMIC (IKMI)
- [6] www.zonaelektro.net/motor-servo/ (diakses pada 24 Juni 2016)
- [7] Minhas, Mampreet Singh. Tanpa Tahun. *Interfacing 16x2 LCD with msp430 Launchpad in 8 Bit Mode* <http://www.instructables.com/id/Interfacing-16x2-LCD-with-msp430-launchpad-in-8-bi/> (diakses pada tanggal 01 Juli 2015)
- [8] www.rustamaji.net/id/arduino/belajar-program-arduino (diakses pada 24 Juni 2016)

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Jember, 05 Juni 1995, Indonesia dan merupakan anak ketiga dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Jl KH Abdurrahman III no 6 RT 04 RW 06 Leces Seruni, Jenggawah, Jember, Jawa Timur. Pada tahun 2001 penulis mengenyam pendidikan di SD Negeri Seruni 2 Jember, selanjutnya pada 2007, penulis meneruskan sekolah di SMP Negeri 1 Jenggawah, dan setelah lulus pada 2010, meneruskan ke SMA Negeri 1 Jenggawah. Penulis lulus tahun 2013 dan selanjutnya memasuki dunia perkuliahan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tepatnya di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika. Pada tahun terakhir penulis di bangku kuliah, dibuat suatu tugas akhir sebagai syarat memperoleh gelar A.Md yaitu mengenai **RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *PRESSURE PADA SEPARATOR HORIZONTAL 3 FASA* DI WORKSHOP INSTRUMENTASI** yang berhasil disusun dalam bentuk laporan ini. Apabila terdapat pembaca yang memerlukan diskusi atau memiliki kritik dan saran dari tugas akhir ini dapat mengirimkan pesan melalui e-mail di rozyf.48@gmail.com.