



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN PURWARUPA
SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL WATER*
PADA *MINIPLANT HORIZONTAL SEPARATOR*
3 FASA DALAM SKALA LABORATORIUM
WORKSHOP INSTRUMENTASI**

RIZKY OKTORIO SETYAWAN
NRP. 2413 031 051

Dosen Pembimbing:
Hendra Cordova, 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 PURWARUPA
SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL WATER*
PADA *MINIPLANT HORIZONTAL SEPARATOR*
3 FASA DALAM SKALA LABORATORIUM
WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**RIZKY OKTORIO SETYAWAN
NRP. 2413 031 051**

**Dosen Pembimbing:
Hendra Cordova, ST, MT**

**Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**



FINAL PROJECT - TF145565

***DESIGN AND BUILD PROTOTYPE
OF WATER LEVEL CONTROL SYSTEMS
THREE PHASE HORIZONTAL SEPARATOR
MINIPLANT AT WORKSHOP INSTRUMENTASI***

**RIZKY OKTORIO SETYAWAN
NRP. 2413 031 051**

Counselor Lecturer
Hendra Cordova, ST, MT

***Diploma Program of Metrology and Instrumentation
Department of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2016***

**RANCANG BANGUN PURWARUPA
SISTEM PENGENDALIAN LEVEL WATER
PADA MINIPLANT HORIZONTAL SEPARATOR
3 FASA DALAM SKALA LABORATORIUM
WORKSHOP INSTRUMENTASI**

TUGAS AKHIR

Oleh :
RIZKY OKTORIO SETYAWAN
NRP. 2413.031.051

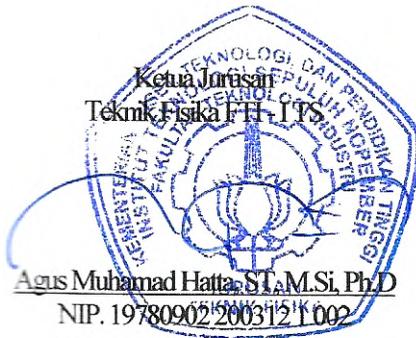
Surabaya, Juli 2016
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Hendra Cordova, ST, MT
NIP.19690530 199412 1 001

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FT-ITS



Agus Muhamad Hatta, ST, M.Si, 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

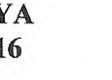
RANCANG BANGUN PURWARUPA SISTEM PENGENDALIAN LEVEL WATER PADA MINIPLANT HORIZONTAL SEPARATOR 3 FASA DALAM SKALA LABORATORIUM WORKSHOP INSTRUMENTASI

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 :

RIZKY OKTORIO SETYAWAN
NRP. 2413.031.051

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- | | | |
|--|---|-------------------|
| 1. Hendra Cordova, ST, MT |  | Pembimbing |
| 2. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. |  | Ketua Penguji |
| 3. Dr. Ridho Hantoro, ST, MT |  | Dosen Penguji I |
| 4. Ir. Harsono Ph.D |  | Dosen Penguji II |
| 5. Bagus Tris Atmaja, ST, MT |  | Dosen Penguji III |
| 6. Murry Raditya, ST, MT |  | Dosen Penguji IV |

SURABAYA
JULI, 2016

**RANCANG BANGUN PURWARUPA
SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL WATER*
PADA *MINI PLANT HORIZONTAL SEPARATOR 3 FASA*
DALAM SKALA LABORATORIUM
WORKSHOP INSTRUMENTASI**

Nama : Rizky Oktorio Setyawan
NRP : 2413.031.051
Jurusan : D3 Metrologi dan Instrumentasi,
Teknik Fisika, ITS Surabaya
Pembimbing : Hendra Cordova, ST, MT

Abstrak

Dalam kegiatan proses produksi *Upstream* (hulu minyak dan gas) di industri, guna separator memproduksi *nett oil* dan *nett gas* yang diperoleh dari pemisahan antara fluida minyak, air, dan gas ini dapat maksimal, diperlukan kriteria yang sesuai, khususnya *level*. Untuk alasan tersebut, maka perlu suatu sistem pengendalian terhadap variabel tersebut. Oleh karena itu, dilakukan pembuatan tugas akhir ini mengenai rancang bangun purwarupa sistem pengendalian *level* air *horizontal separator 3* fasa. Sistem pengendalian yang digunakan yaitu mode kontroler ON-OFF (digital). Adapun instrumen yang digunakan yaitu Arduino Uno mikrokontroler ATmega328P sebagai kontroler, elemen pengendali akhir berupa *solenoid valve* UW-160-15 dan elemen transmisi, modul sensor ketinggian fotodioda. Dari hasil pengambilan data tugas akhir ini, dilakukan uji sensor pada modul sensor ketinggian fotodioda. Selain itu juga didapat hasil *running* sistem dengan memperhatikan nilai yang dihasilkan seperti ADC, tegangan, *level*, dan respon *solenoid valve*. Dari hasil *running* ditunjukkan sistem pengendalian *level* air telah berjalan dengan stabil.

Kata Kunci: *horizontal separator 3 fasa, level, modul sensor ketinggian fotodioda, Arduino Uno Atmega328P mikrokontroler*

**DESIGN AND BUILD OF PROTOTYPE
WATER LEVEL CONTROL SYSTEM IN
3 PHASE HORIZONTAL SEPARATOR MINIPLANT
AT WORKSHOP INSTRUMENTASI**

Nama : Rizky Oktorio Setyawan
NRP : 2413.031.051
Jurusan : D3 Metrologi dan Instrumentasi,
Teknik Fisika, ITS Surabaya
Pembimbing : Hendra Cordova, ST, MT

Abstract

In the daily of production process (upstream) oil and gas at industry, to produce net separator oil and net gas obtained from the separation between fluids of oil, water, and gas can be maximum, required appropriate criteria, especially level. For that reason, we need a system of control over the variables. Hence, designed and build up prototype control system the water level horizontal separator three phase is made on this final project. By mode control system used in the controller is on-off (digital) mode. The instruments which used on this final project such as Arduino Uno ATmega328p microcontroller as the controller, solenoid valve UW-160-15 and elements transmission as the final control element, photodiode level sensors module. The results of the data on this final project which assigned is, undergone a sensor at level photodiode sensors. It also acquired the running the system with regard to the value produced as ADC, voltage, level, and response valve. From the running indicated control system the water level has run with a steady.

Keywords: 3 phase horizontal separator, level, photodiode level sensor, Arduino Uno ATmega328P microcontroller

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah, limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul **“RANCANG BANGUN PURWARUPA SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL WATER* PADA *MINI PLANT HORIZONTAL SEPARATOR 3 FASA* DALAM SKALA LABORATORIUM WORKSHOP INSTRUMENTASI”** dengan tepat waktu.

Penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis tercinta yang telah mendukung dan memotivasi sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Saudara-saudara saya yang tercinta, adik, kakak, dan keponakanku yang telah memberikan dukungan moral.
3. Bapak Agus Muhammad Hatta, ST, MSi, PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika.
4. Bapak Hendra Cordova, ST, MT dan Bapak Totok Ruki Biyanto, PhD. Selaku tim pembimbing tugas akhir miniplant Separator 3 Fasa penulis yang senantiasa bersabar dan membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, MSc selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Instrumentasi dan Metrologi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
6. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA, selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi yang telah memberikan izin menggunakan *workshop* instrumentasi sebagai tempat pengerjaan tugas akhir penulis.
7. Tim Horizontal Separator 3 Fasa Jon, Kecup, Ojik, Ayun, Putri, dan Gebi yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir.

8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini sampai selesai terutama keluarga besar Pengurus Workshop Instrumentasi TF-ITS 2014-2015 “Real Spain 13” beserta para alumni yang telah banyak memberi pandangan serta referensinya.

Sekian yang bisa penulis sampaikan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Penulis memohon maaf atas segala kesalahan dalam pengajuan proposal, kegiatan selama Tugas Akhir berlangsung, hingga penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRACT	v
ABSTRAK	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	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Variabel Proses	5
2.2 Sistem Pengendalian Proses	5
2.3 Mode Kontroler ON-OFF	7
2.4 Mode Kontroler PID	9
2.5 <i>Separator test</i>	10
2.6 Sensor Ketinggian menggunakan photodiode sensor dan LED	13
2.7 <i>Solenoid Valve</i>	14
2.8 Pompa.....	15
2.9 <i>Storage Tank</i>	16
2.10 <i>Arduino Uno mikrokontroler ATmega328P</i>	17
2.11 <i>Arduino IDE</i>	19
2.12 <i>Modul Relay</i>	20
2.13 <i>LCD (Liquid Crystal Display) 2x16</i>	21
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1 Diagram Alir Perancangan Tugas Akhir	23
3.2 Perancangan dan Pembuatan Mekanik Separator 3 Fasa.....	25

3.3 Perancangan dan Pembuatan Sistem Pengendalian <i>Level</i>	25
3.4 Perancangan <i>Hardware</i>	27
3.5 Perancangan <i>Software</i>	33
BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian Modul Sensor Fotodioda	35
4.2 Pengujian Sistem Pengendalian <i>Level Air</i>	38
4.3 Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	40
4.4 Pembahasan	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A.	
LAMPIRAN B.	
LAMPIRAN C.	
LAMPIRAN D.	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok diagram aliran proses pengendalian.....	7
Gambar 2.2	Diagram kontrol proses menggunakan mode kontrol ON-OFF	8
Gambar 2.3	Diagram proses kontrol menggunakan mode kontrol PID	9
Gambar 2.4	Contoh <i>Separator Test</i> SP 998	11
Gambar 2.5	Proses Pemisahan akibat perubahan momentum..	11
Gambar 2.6	Prinsip <i>Gravity Settling</i>	12
Gambar 2.7	Separator horizontal.....	13
Gambar 2.8	Sensor fotodioda.....	13
Gambar 2.9	<i>Light Emitting Diode</i> (LED).....	14
Gambar 2.10	<i>Solenoid Valve</i>	15
Gambar 2.11	Pompa.....	16
Gambar 2.12	Tangki Penampung Air.....	17
Gambar 2.13	Arduino Uno Mikrokontroler Atmega328P.....	17
Gambar 2.14	Konfigurasi pin ATmega328P	18
Gambar 2.15	Tampilan Arduino IDE.....	19
Gambar 2.16	Modul <i>Relay</i>	20
Gambar 2.17	<i>Relay</i>	21
Gambar 2.18	LCD 2x16	22
Gambar 2.19	Urutan Pin LCD 2x16.....	22
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> pengerjaan Tugas Akhir.....	24
Gambar 3.2	<i>Plant</i> keseluruhan <i>separation process</i>	25
Gambar 3.3	Diagram Blok Sistem Pengendalian Level	26
Gambar 3.4	Pengendalian Level Air <i>Miniplant</i> Horizontal Separator 3 Fasa	26
Gambar 3.5	Solenoid Valve (SOV).....	27
Gambar 3.6	Skematik <i>power supply</i> 5 volt	28
Gambar 3.7	Modul <i>power supply</i> 5 volt.....	28
Gambar 3.8	Rangkaian sensor menggunakan fotodioda dan LED	29
Gambar 3.9	Pemasangan modul sensor ketinggian fotodioda pada bejana bertekanan separator	30
Gambar 3.10	Arduino Uno ATmega328P mikrokontroler	32

Gambar 3.11 Wiring untuk LCD 2x16 ke Arduino Uno mikrokontroler Atmega328P	33
Gambar 3.12 Modul LCD 2x16 ke mikrokontroler.....	33
Gambar 3.13 Kode yang dibuat pada Arduino Uno IDE versi 1.6.7	34
Gambar 4.1 Grafik ADC-Tegangan saat kondisi <i>High</i>	37
Gambar 4.2 Grafik ADC-Tegangan saat kondisi <i>Low</i>	38
Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara pembacaan <i>level</i> ketinggian permukaan air dengan <i>level set point</i>	40
Gambar 4.4 Grafik hubungan bukaan SOV dan Tegangan	41
Gambar 4.3 Grafik hubungan bukaan SOV dan tegangan (turun).....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efek dari setiap kontroler (K_p , K_i , K_d) dalam Loop tertutup	10
Tabel 3.1 <i>Pinout</i> yang diaktifkan Arduino Uno	31
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Modul Sensor <i>High</i> Fotodioda.....	36
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Modul Sensor <i>Low</i> Fotodioda.....	36
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sistem Pengendalian <i>Level</i> Air	39
Tabel 4.4 Respon SOV (Naik) terhadap nilai sensor fotodioda.....	41
Tabel 4.5 Respon SOV (Turun) terhadap nilai sensor fotodioda.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi sangatlah pesat, begitu juga dengan persaingan untuk memasuki dunia kerja di industri proses. Sehingga wawasan dalam dunia industri sangatlah penting untuk menjadi modal awal memasuki dunia industri. Dengan demikian, dibutuhkan sebuah media pembelajaran berskala laboratorium yang merupakan representasi di dunia industri proses berupa aplikasi dari teori di lapangan[1].

Separator merupakan sebuah *equipment process* berupa *vessel* atau bejana bertekanan yang sering dijumpai pada industri hulu minyak dan gas skala besar [2]. Pada *screw air compressor*, tangki *separator* digunakan sebagai *filtering* antara oli dengan udara bertekanan untuk digunakan dalam proses selanjutnya sedangkan pada industri hulu minyak dan gas *separator* berfungsi memisahkan bahan minyak (kondensat, *gross oil*, *crude oil*, dll) menjadi air, minyak, dan gas berdasarkan fasa fluida. Mirip seperti separator, *separator test* digunakan dalam proses produksi yang diaplikasikan untuk mengetahui laju produksi dari sumur yang diuji.

Pada jurusan Teknik Fisika ITS telah dibuat rancang bangun purwarupa *miniplant horizontal separator* tiga fasa sebagai representasi *separator test*. Dalam rancang bangun ini hasil dari *blending* antara pertalite dengan air merupakan representasi bahan minyak mentah yang digunakan. Sehingga, ketinggian atau *level* daripada air yang merupakan hasil pemisahan di separator harus dijaga supaya sesuai dengan yang ditentukan. Ketinggian air yang dikontrol dalam separator ini tidak boleh terlalu rendah atau terlalu tinggi, yang nantinya mempengaruhi pada hasil pemisahan fasa fluida. Bila ketinggian air terlalu rendah, maka air yang terpisah menjadi sedikit sehingga masih banyak minyak yang terikut dalam air. Sebaliknya, bila ketinggian air terlalu tinggi maka ada kemungkinan air terikut dalam minyak. Dengan

demikian, diperlukan suatu perancangan purwarupa sistem pengendalian *level* air pada *miniplant horizontal separator* tiga fasa yang terdiri dari *photodiode level sensor* yang berfungsi sebagai sensor ketinggian (*level*) pada *horizontal separator*, Arduino Uno mikrokontroler ATmega328P sebagai kontroler, *solenoid valve* UW-160-15 sebagai aktuator pada *miniplant horizontal separator* tiga fasa ini.

1.2 Rumusan permasalahan

Adapun rumusan permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini adalah:

- Bagaimana cara membuat purwarupa sistem pengendalian *level water* pada *miniplant horizontal separator* tiga fasa dalam skala laboratorium di Workshop Instrumentasi.
- Bagaimana cara membuat suatu sistem pengendalian *level* air dengan digunakan modul sensor fotodiode yang diaplikasikan sebagai sensor ketinggian pada *miniplant*.
- Bagaimana merancang modul sensor fotodiode guna kontrol ketinggian *level* air pada *miniplant*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada rancang bangun purwarupa dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Dibuat memiliki fungsi untuk pengendalian *level* air pada *miniplant horizontal separator* tiga fasa
- Rancang Bangun purwarupa ini menggunakan Arduino Uno mikrokontroler ATmega328P sebagai kontroler
- Sensor yang digunakan berupa *photodiode level sensor* dimana sensor berupa rangkaian fotodiode yang telah dirancang sedemikian rupa dan terpasang pada *level glass* di *separator* untuk mengetahui ketinggian *level* permukaan air, sehingga *level* permukaan air dapat dikontrol.
- Dibuat hasil tampilan pengukuran melalui *display* berupa LCD di *Local Control Unit* (LCU)

- Rancang Bangun purwarupa yang dibuat menggunakan mode kontrol ON-OFF untuk mengatur variabel ketinggian air di proses *miniplant separator* secara otomatis

1.4 Tujuan

Tujuan utama dari tugas akhir ini adalah:

- Membuat purwarupa sistem pengendalian *level water* pada *miniplant horizontal separator* tiga fasa dalam skala laboratorium di Workshop Instrumentasi.
- Membuat suatu sistem pengendalian *level* air dengan digunakan modul sensor fotodiode yang diaplikasikan sebagai sensor ketinggian pada *miniplant*.
- Merancang modul sensor fotodiode guna kontrol ketinggian *level* air pada *miniplant*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penyelesaian tugas akhir ini adalah:

- Terciptanya rancang bangun purwarupa sistem pengendalian *level* air pada *miniplant horizontal separator* 3 fasa dalam skala laboratorium di workshop instrumentasi
- Rancang bangun purwarupa dari tugas akhir yang telah dibuat dapat dijadikan sebagai ajang media pembelajaran bagi mahasiswa adik tingkat khususnya D3 Metrologi dan Instrumentasi dalam perihal sistem pengendalian *level* air pada *separator* berskala laboratorium sebagai representasi aplikasi instrumentasi di industri pada kegiatan proses produksi *Upstream* (hulu minyak dan gas)

(halaman ini memang dikosongkan)

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Variabel Proses

Proses dapat didefinisikan dengan mengubah atau memperbaiki bahan baku yang melewati atau tetap berada dalam fase cair, gas, atau *slurry* (campuran padat dan cair) untuk menghasilkan suatu produk akhir. Bahan baku tersebut, baik pada saat fase cair, gas, atau *slurry* akan mengalami sebuah proses seperti ditransfer, diukur, dicampur, dipanaskan atau didinginkan, dan proses lainnya untuk menciptakan produk akhir tersebut. Dalam proses pula terdapat suatu variabel, yang disebut dengan variabel proses.

Variabel proses merupakan variabel – variabel yang dapat dikontrol dan dimanipulasikan agar menciptakan suatu produk akhir yang sesuai dengan keinginan. Variabel – variabel tersebut meliputi *pressure* (tekanan), *flow* (aliran), temperatur (suhu), dan *level* (ketinggian), serta analitikal yaitu variabel proses lainnya seperti pH, viskositas, kelembaban, rapat jenis (*density*) dll. Setiap variabel proses memiliki karakteristik masing – masing. Seperti *level* dan temperatur memiliki kecepatan proses lebih lambat bila dibandingkan dengan aliran dan tekanan. Selain itu juga untuk variabel proses *level*, tekanan, dan aliran menggunakan dasar *flow input* sama dengan *flow output*. Berbeda dengan temperatur yang menggunakan dasar neraca keseimbangan massa. Dengan karakter masing–masing tersebut, untuk setiap kontrolnya menggunakan instrumen yang berbeda sesuai dengan karakter tersebut. Juga untuk variabel proses analitikal yang tentunya memiliki karakteristik yang berbeda – beda pula [3].

2.2 Sistem Pengendalian Proses

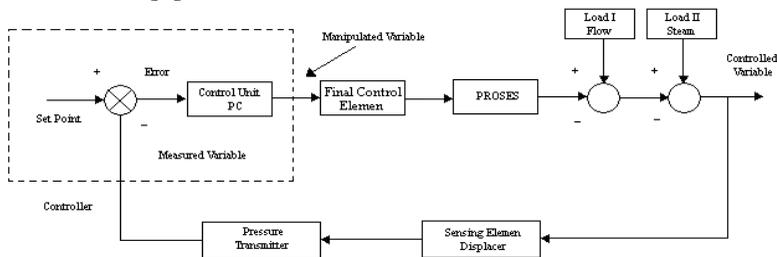
Hampir semua proses di industri membutuhkan peralatan – peralatan otomatis untuk mengendalikan parameter – parameter prosesnya. Otomatisasi tidak hanya diperlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi maupun mutu produk, tetapi lebih

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 controller 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:** elemen yang melakukan tahapan mengukur - membandingkan – menghitung – mengkoreksi. *ON-OFF* adalah salah satu mode kontrol yang digunakan dalam industri.
- **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 *solenoid valve*.

Filosofi dasar dalam sebuah kegiatan pengendalian proses terbagi menjadi 4 tahapan, yaitu mengukur, membandingkan,

menghitung, dan kemudian mengoreksi. Dapat dilihat **gambar 2.1**. Langkah pertama yaitu mengukur, merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa yang dikehendaki (set point). Ketika 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 atau kontroler. Langkah terakhir yaitu melakukan koreksi atau pengecekan yang merupakan tugas dari aktuator [3].



Gambar 2.1 Blok diagram aliran proses pengendalian

2.3 Mode Kontrol *ON-OFF*

Kontrol umpan balik *relay* atau kontrol *ON-OFF* adalah sebuah metode kontrol dimana *output* kontroler hanya memiliki dua kondisi saja yaitu maximum atau minimum. Berdasarkan prinsip kerjanya, penggunaan kontrol *ON-OFF* ini secara praktis ditujukan agar variabel proses yang dikontrol secepat mungkin menuju *level* operasi yang diharapkan yaitu dengan cara menginduksikan sinyal kontrol maksimum atau minimum tergantung dari selisih antara *setpoint* (*SP*) dengan variabel yang dikontrol (*PV*).

Jika *output* proses yang dikontrol tidak dituntut untuk sama persis dengan nilai *set point*, maka kontrol umpan balik *relay* ini pada dasarnya sudah cukup memadai digunakan sebagai basis pengontrolan variabel proses, karena selain prinsip kerjanya yang relatif sederhana, sistem kontrol ini juga relatif stabil (Iwan S, 2008).

Agar *output* proses yang dikontrol selalu berada disekitar titik kerja (set poin) yang diharapkan, maka secara praktis pada *output relay* ini diperlukan tambahan sinyal kontrol bias yang besarnya harus dapat diatur oleh operator (dapat dilihat diagram blok pada **gambar 2.2**). Secara matematis, *output* kontrol ON-OFF dapat direpresentasikan oleh persamaan 1.1 berikut.

$$CO = CO_R + CO_{bias} \quad (1.1)$$

dalam hal ini:

$$CO_R = A \cdot \text{sgn}(e) \quad (1.2)$$

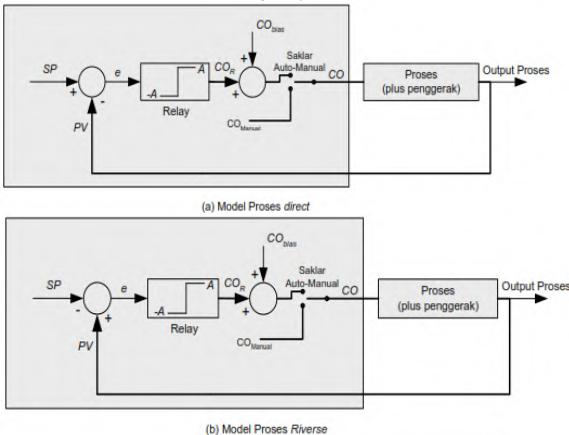
dengan

A = *magnitude output relay* (umumnya berkisar antara 5% - 10% --untuk skala output kontrol: 0% - 100%)

$\text{sgn}(\cdot)$ = fungsi signum (fungsi yang mengembalikan nilai 1 atau -1 tergantung tanda dari sinyal error: jika $e > 0$, maka $\text{sgn}(e) = 1$, jika $e < 0$, maka $\text{sgn}(e) = -1$)

CO_R = output relay (memiliki dua kondisi: $+A$ atau $-A$, tergantung dari tanda nilai error—lihat fungsi signum)

CO_{bias} = sinyal bias yang besarnya harus dapat diatur oleh operator sedemikian sehingga output proses berada disekitar daerah kerjanya

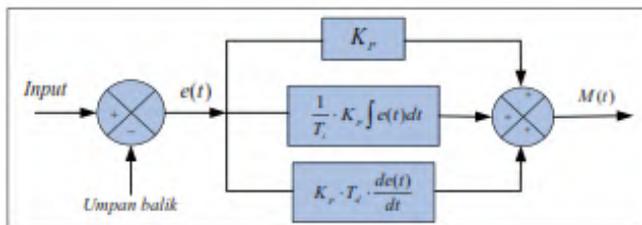


Gambar 2.2 Diagram kontrol proses menggunakan mode kontrol ON-OFF

2.4 Mode Kontroler PID

Lebih dari setengah abad, PID telah menjadi tulang punggung keberhasilan pengontrolan beragam variabel proses industri. Kontrol PID dapat dijumpai hampir pada setiap industri yang bergerak dalam bidang proses. Menurut sebuah *survey* dinyatakan bahwa 97 % industry yang bergerak dalam bidang tersebut menggunakan PID dalam pengontrolannya (Honeywell, 2000).

Karakteristik kontroler PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D. Penyetelan konstanta K_p , T_i , dan T_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat diset lebih menonjol dibanding yang lain. Konstanta yang menonjol itulah akan memberikan kontribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan. Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler PID (Kartiko, 2009). **Gambar 2.3** menunjukkan blok diagram kontroler PID.



Gambar 2.3 Diagram proses kontrol menggunakan mode kontrol PID

Proporsional kontroler (K_p) akan memberikan efek mengurangi waktu naik, tetapi tidak menghapus kesalahan keadaan tunak, Integral kontroler (K_i) akan memberikan efek menghapus keadaan tunak, tetapi berakibat memburuknya respon transien, Diferensial kontroler (K_d) akan memberikan efek meningkatnya stabilitas sistem, mengurangi *over-shoot*, dan

menaikan respon transfer. Efek dari setiap kontroler (K_p, K_i, K_d) dalam sistem loop tertutup diperlihatkan pada **tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Efek dari setiap kontroler (K_p, K_i, K_d) dalam loop tertutup

	Waktu Tanjakan	Overshoot	Waktu Penetapan	Kestabilan
Pembesaran K_p	Berkurang	Bertambah	Sedikit bertambah	Menurun
Pembesaran K_i (Pengecilan T_i)	Sedikit berkurang	Bertambah	Bertambah	Menurun
Pembesaran K_d (Pembesaran T_D)	Sedikit berkurang	Berkurang	Berkurang	Meningkat

2.5 Separator test

Separator adalah sebuah *vessel* atau bejana bertekanan guna memisahkan fluida menjadi minyak, air, dan gas (berdasarkan fasanya). Pada industri hulu minyak dan gas, *gross oil* yang berasal dari sumur merupakan fluida yang merupakan campuran dari air, minyak dan gas. Sehingga agar dapat diproses ke pemrosesan selanjutnya, masing masing komponen harus dipisah dengan *separator* [7].

Mirip dengan *separator*, *separator test* merupakan *separator* namun berfungsi untuk mengukur dan merekam laju produksi atau *flowrate* dari sebuah sumur dalam waktu tertentu (*sampling*). *Separator test* biasanya digunakan pada sumur baru yang selesai dibor. *Tester* akan mengetahui seberapa produktif sumur tersebut dan memperkirakan jumlah kandungan minyak didalam sumur dengan membaca data *flowrate* dari *separator test*. Namun tidak hanya untuk sumur baru, *separator test* juga digunakan untuk menguji sumur-sumur yang sudah lama beroperasi. Contohnya apabila hasil laju produksi minyak dari *separator test* menunjukkan penurunan dan nilainya dibawah standar yang ditentukan, maka sumur tersebut harus dilakukan *service* atau *shut-in* [4]. **Gambar 2.4** merupakan *Separator Test SP 998* yang dimiliki PT. Pertamina EP Field Sangasanga, Kalimantan Timur, Indonesia.

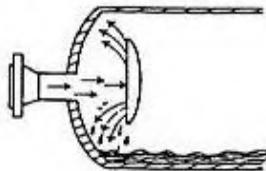


Gambar 2.4 Contoh *Separator Test SP 998*

Secara prinsip kerja, *separator test* mampu memisahkan fluida beberapa fase menjadi masing-masing fasenya karena adanya perbedaan massa jenis dari masing-masing fase. Gas memiliki massa jenis paling ringan, minyak memiliki massa jenis ringan, dan air memiliki massa jenis paling berat. Hal ini memungkinkan dua hal, yaitu pemisahan dengan perubahan momentum dan *gravity settling*.

- **Pemisahan dengan Perubahan Momentum (Primary Separation)**

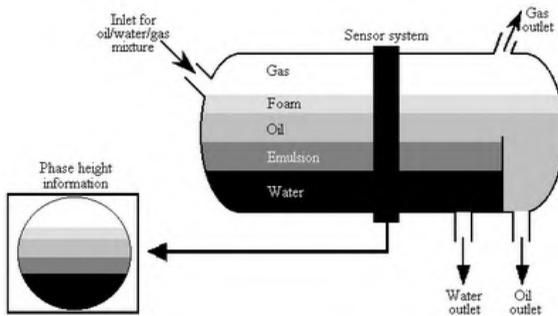
Dua fluida dengan *density* yang berbeda akan memiliki momentum yang berbeda pula. Jika dua fase aliran berubah arah dengan tajam, maka aliran yang mempunyai momentum lebih besar tidak akan membiarkan partikel-partikel yang lebih berat untuk berubah secepat mungkin seperti partikel ringan, sehingga hal ini yang menyebabkan pemisahan dapat terjadi. Pada *primary separation section*, kecepatan masuk aliran fluida akan berkurang. Partikel cairan yang besar akan terpisah dari aliran gas dan arah aliran akan berubah. Fluida gas sebagian besar sudah terpisah dengan fluida cair.



Gambar 2.5 Proses Pemisahan akibat perubahan momentum

- **Gravity Settling (Secondary Separation)**

Setelah melewati tahapan *primary separation*, fluida belum terpisah sempurna. Untuk fluida cair campuran air dan minyak akan dipisahkan dengan mengendapkan fluida tersebut dalam jangka waktu tertentu pada *separator*. Saat pengendapan, gaya gravitasi akan membuat air yang memiliki masa jenis yang lebih besar berada didasar *separator* sedangkan minyak dipermukaan fluida. Namun hal tersebut akan berlangsung dalam waktu tertentu. Setiap fasa memiliki *residence time*, yaitu waktu fluida berada dalam separator, sehingga separator harus didesain supaya memiliki *residence time* yang lebih besar dibanding waktu pemisahan antar kedua fasa (phase separation time).

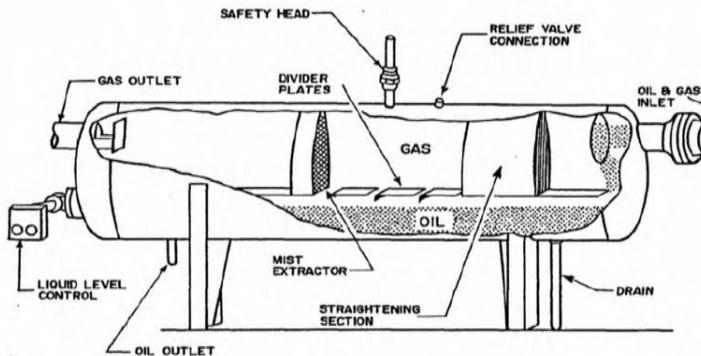


Gambar 2.6 Prinsip *Gravity Settling*

Secara geometris, *separator* terbagi menjadi 2 tipe yaitu pertama adalah *vertical separator* yang sering digunakan untuk fluida yang rasio gas terhadap cairnya (gas oil ratio atau GOR) rendah sampai sedang dan yang memungkinkan terjadi cairan datang secara kejutan atau *slug* yang relatif sering. *Separator* semacam ini biasa digunakan untuk tekanan kerja antara 50 sampai 150 psig. Sehingga dalam pemilihan proses pemisahan fluida yang lebih efektif, vertikal separator layak guna dalam pengoperasian sebagai separator 2 fasa.

Kedua adalah *horizontal separator* yang mungkin yang terbaik dan termurah dibandingkan *vertical separator* dengan kapasitas yang sama. *Horizontal separator* hampir selalu digunakan untuk aliran yang mempunyai rasio gas terhadap cairan

(GOR) yang tinggi untuk arus yang berbuih, atau untuk cairan yang keluar dari *separator* sebelumnya. *Horizontal Separator* mempunyai luas antar permukaan gas dengan cairan lebih besar, terdiri dari banyak sekat-sekat yang luas sepanjang seksi pemisah gasnya, yang memberikan lebih banyak kecepatan gasnya. Sehingga dalam pemilihan proses pemisahan fluida yang efektif, *horizontal separator* layak guna dalam pengoperasian sebagai *separator* 3 fasa [6].



Gambar 2.7 Separator horizontal

2.6 Sensor Ketinggian menggunakan *Photodiode Sensor* dan LED

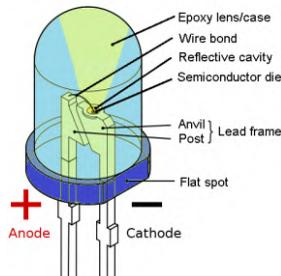
Fotodiode adalah sensor berbasis optik sehingga memiliki fungsi guna konversi cahaya menjadi arus listrik ketika dioperasikan dalam modus fotokonduktif atau menjadi tegangan listrik apabila dioperasikan dalam modus fotovoltaiik (Fraden, 2004).



Gambar 2.8 Sensor fotodiode

Fotodiode dibuat dari semikonduktor dengan bahan yang populer adalah silikon (Si) atau galium arsenida (GaAs), dan yang lain meliputi InSb, InAs, PbSe. Material ini menyerap cahaya dengan karakteristik panjang gelombang mencakup: 2500 Å - 11000 Å untuk silikon, 8000 Å - 20,000 Å untuk GaAs. Ketika sebuah *photon* (satu satuan energi dalam cahaya) dari sumber cahaya diserap, hal tersebut membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal, sebuah elektron dan sebuah *hole*, di mana suatu *hole* adalah bagian dari kisi-kisi semikonduktor yang kehilangan elektron. Arah arus yang melalui sebuah semikonduktor adalah kebalikan dengan gerak muatan pembawa. Cara tersebut didalam sebuah fotodiode digunakan untuk mengumpulkan *photon* menyebabkan pembawa muatan (seperti arus atau tegangan) mengalir atau terbentuk di bagian-bagian elektroda.

Light Emitting Diode atau yang kemudian dikenal dengan LED, merupakan komponen berbasis optik yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah diode. Strukturnya juga sama dengan diode, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya (Ganti, 1992).



Gambar 2.9 *Light Emitting Diode (LED)*

2.7 Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan sebuah katup atau kran atau *valve* yang memanfaatkan elektromagnetik yang biasanya diaplikasikan pada fluida cair dan gas.



Gambar 2.10 *Solenoid Valve*

Cara kerja alat ini yaitu dengan menggunakan sebuah kumparan atau lilitan kawat (coil) yang melilit sebuah besi lunak bulat panjang. Besi dihubungkan dengan sebuah plug. Apabila diberi tegangan maka besi tersebut akan bergerak ke bawah, sehingga plug menutup lubang pada port sehingga dapat menghalangi atau menutupi laju aliran yang sedang melewatinya. Bagian yang bergerak tersebut biasanya disebut plunger. *Solenoid valve* diaktifkan oleh listrik baik AC (Alternating Current) dan DC (Direct Current) bergantung pada spesifikasi dari *solenoid valve* yang ada [8]. Setiap *solenoid valve* memiliki spesifikasi tertentu baik dari segi ukuran, operating temperature, dan tekanan maksimal fluida kerja yang melewatinya. Sehingga pemilihan *solenoid valve* bergantung dari sistem yang ada dan karakteristiknya.

Katup ini beroperasi secara diskrit atau digital yang hanya memiliki dua kondisi, yaitu nyala dan mati (ON–OFF) sesuai tegangan yang dihasilkan yang biasanya dikontrol untuk mengaktifkannya.

2.8 Pompa

Pump atau pompa merupakan alat yang digunakan untuk menghisap fluida supaya tekanan fluida naik sehingga mungkin

untuk melakukan pengiriman ke proses maupun fasilitas lain dengan jarak yang relatif jauh [16].



Gambar 2.11 Pompa

Pompa Shimizu Tipe PS-128 bit adalah pompa air listrik standar yang digunakan dimana memiliki kemampuan tekanan dorong maksimal yang mencapai 9 meter dengan pipa hisap berukuran 1 inch. Untuk spesifikasi serta keperluan informasi lainnya dapat dilihat pada lampiran.

Pompa Shimizu Tipe PS-128 bit *Datasheet*

(*Terlampir pada Lampiran A.*)

2.9 Storage Tank

Storage Tank atau tangki pada dasarnya dipakai sebagai tempat penyimpanan material baik berupa benda padat, cair, maupun gas (D Cendana, 2011). Fungsi serta pengaplikasiannya sangatlah banyak, seperti halnya untuk tangki uji berguna untuk melakukan uji laju produksi suatu sumur. Biasanya berukuran lebih kecil dan diletakkan diatas permukaan tanah. Tangki produksi berguna sebagai tangki untuk menampung hasil produksi [10]. Ditinjau dari bahan pembuatnya ada 3 jenis tangki air yaitu dari bahan plastik PE (poly Etilene), dari bahan *stainless steel* dan dari bahan fiber.



Gambar 2.12 Tangki Penampung Air

Tangki dengan material dari bahan plastik PE (poly Etilene) adalah tangki penampung yang digunakan dimana bagian dalamnya dilengkapi dengan lapisan anti lumut sehingga menjaga kualitas air yang disimpan didalamnya [5].

2.10 Arduino Uno Mikrokontroler ATmega328P

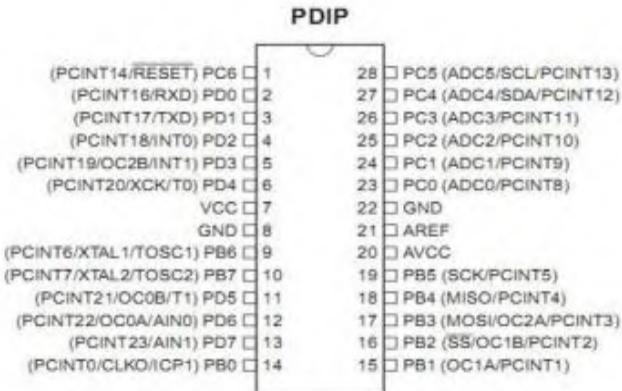
Mikrokontroler adalah piranti elektronik berupa IC (Integrated Circuit) yang memiliki kemampuan manipulasi data atau informasi berdasarkan suatu urutan instruksi (program) yang dibuat oleh *programmer*. Mikrokontroler merupakan contoh suatu sistem komputer sederhana yang masuk dalam kategori *embedded* komputer. Dalam sebuah struktur mikrokontroler akan ditemukan pula komponen-komponen seperti *processor*, *memory*, *clock* dan lain-lain (Sudjadi, 2005).



Gambar 2.13 Arduino Uno Mikrokontroler ATmega328P

Arduino uno merupakan salah satu dari banyak para pengembang mikrokontroler yang menggunakan *physical computing system*. Sistem tersebut menjadikan sebuah sistem atau piranti atau perangkat fisik dengan memakai *software* dan *hardware* yang interaktif dalam hal ini mampu menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik (feedback). Sistem ini pula merupakan yang menawarkan sebuah konsep memahami hubungan manusiawi antara lingkungan yang bersifat alami pada analog dengan dunia digital.

Arduino Uno Mikrokontroler Atmega328 merupakan sebuah *board* arduino berbasis mikrokontroler ATmega328 milik keluarga AVR.



Gambar 2.14 Konfigurasi pin ATmega328P

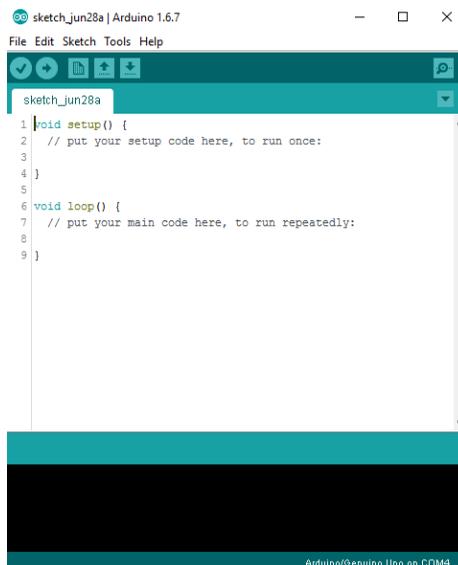
Gambar 2.24 merupakan konfigurasi pin dalam chip ATmega328P yang dibenamkan pada Arduino Uno mikrokontroler ATmega328P. Arduino Uno tipe ini didukung dengan 14 pin digital diantaranya 6 *input* analog, 6 *input* digital, sebuah osilator kristal 16 MHz, *header* ICSP, konektor sumber tegangan, tombol reset, dan koneksi USB [9]. Untuk spesifikasi serta keperluan informasi lainnya dapat dilihat pada lampiran. Datasheet Arduino Uno Mikrokontroler Atmega328P

(Terlampir pada Lampiran B.)

2.11 Arduino IDE

Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi telah menjadi integrasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* atau IDE yang canggih (Djuandi, 2011). Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan *software* cerdas yang ditulis dengan menggunakan Java. Arduino IDE ini terdiri dari:

- *Editor program*, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode *biner*. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode *biner* dari Komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.



Gambar 2.15 Tampilan Arduino IDE

Gambar 2.15 merupakan tampilan dari IDE arduino dengan *board* arduino yang digunakan adalah Arduino Uno mikrokontroler ATmega328.

2.12 Modul Driver Relay

Modul *driver relay* merupakan sebuah *device* yang telah terintegrasi yang berisi *relay* dan rangkaian di dalamnya. Pada umumnya sebuah modul *driver relay* memiliki jumlah *input* dan *output* yang berbeda. Sebuah modul *relay* dapat berisi satu, dua, bahkan empat *input* dan *output*. Sehingga apabila tersedia modul *driver relay* dengan *input* dan *output*, maka hanya dibutuhkan satu modul *relay* saja untuk disambungkan ke tiga keluaran sebagai aktuator.



Gambar 2.16 Modul Relay milik Keyes 5V- SR1y

Keyes 5v-SR1y merupakan *relay* modul terbaru dan telah didesain serta dirancang untuk aplikasi arduino. Ada tiga pin, VCC, GND dan Sinyal. Itu dapat bertindak sebagai *switch* atau saklar jika sirkuit dan beban sirkuit memiliki beragam tegangan pasokan. Hal ini umumnya digunakan jika beban berupa listrik AC. Ini adalah sebuah *switch* digunakan untuk menghubungkan terisolasi koneksi dari sirkuit menggunakan sirkuit sinyal. Ini memiliki merah memimpin yang berubah pada setiap kali kumparan adalah energi atau sinyal pin telah masukan yang tinggi. Seperti namanya, *driver relay* ini aktif ketika diberi *power* masukan 5-12 volt, dan beroperasi untuk beban listrik AC (Alternating Current). Untuk spesifikasi serta keperluan informasi lainnya dapat dilihat pada lampiran.

Modul Driver Relay Keyes 5V- SR1y *Datasheet*

(*Terlampir pada Lampiran D.*)

Pada dasarnya inti dari suatu modul *relay* adalah *relay* itu sendiri, seperti yang ditunjukkan **gambar 2.17**. *Relay* adalah suatu komponen yang memiliki pin untuk fungsi *Coil*, *Com*, *NO*, dan *NC*. *Relay* yang ada di pasaran saat ini memiliki variasi jumlah pin. Adapun pin tersebut dapat berjumlah 8 ataupun 16. Adapun macam-macam *relay* juga ditentukan melalui nilai tegangan yang ada untuk pengaktifan *coil*. Adapun fungsi *relay* yaitu sebagai penyambung dan pemutus tegangan yang melewatinya. Sehingga *relay* juga disebut sebagai saklar otomatis, karena pengaktifannya dengan cara menerima sinyal kontrol [18].



Gambar 2.17 *Relay*

2.13 LCD (Liquid Crystal Display) 2x16

Liquid Crystal Display atau yang lebih dikenal dengan sebutan LCD ini *device* yang berguna sebagai penampil karakter angka, huruf, atau bentuk simbol dengan baik serta beroperasi dengan konsumsi arus yang lebih rendah. LCD atau *Liquid Crystal Display* ini yang dapat dilihat **gambar 2.18** terdiri dari bagian penampil karakter (LCD) yang berfungsi untuk menampilkan karakter dan bagian sistem prosesor LCD dalam bentuk rangkaian modul dengan mikrokontroler yang diletakkan dibagian belakang LCD tersebut yang berfungsi untuk mengatur

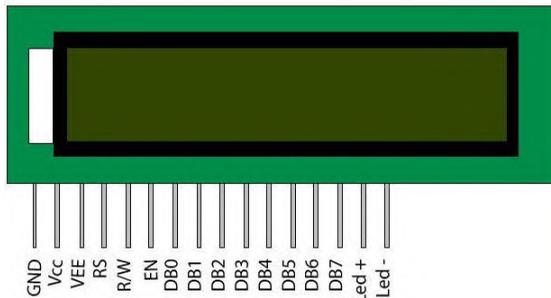
tampilan LCD serta mengatur komunikasi antara LCD dengan mikrokontroler [Yudha, 2009].



Gambar 2.18 LCD 2x16

Gambar 2.18 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, seperti yang telah ditunjukkan **gambar 2.19**. Ada pula pin 3 (VEE) untuk mengatur tingkat keterangan cahaya *backlight* yang biasa dilakukan dengan pengaturan resistansi meggunakan 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 [19].

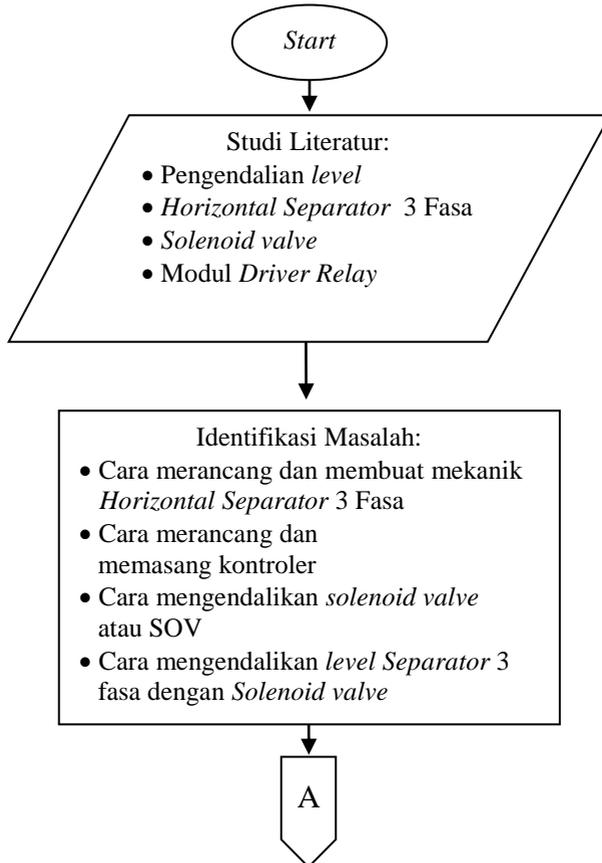


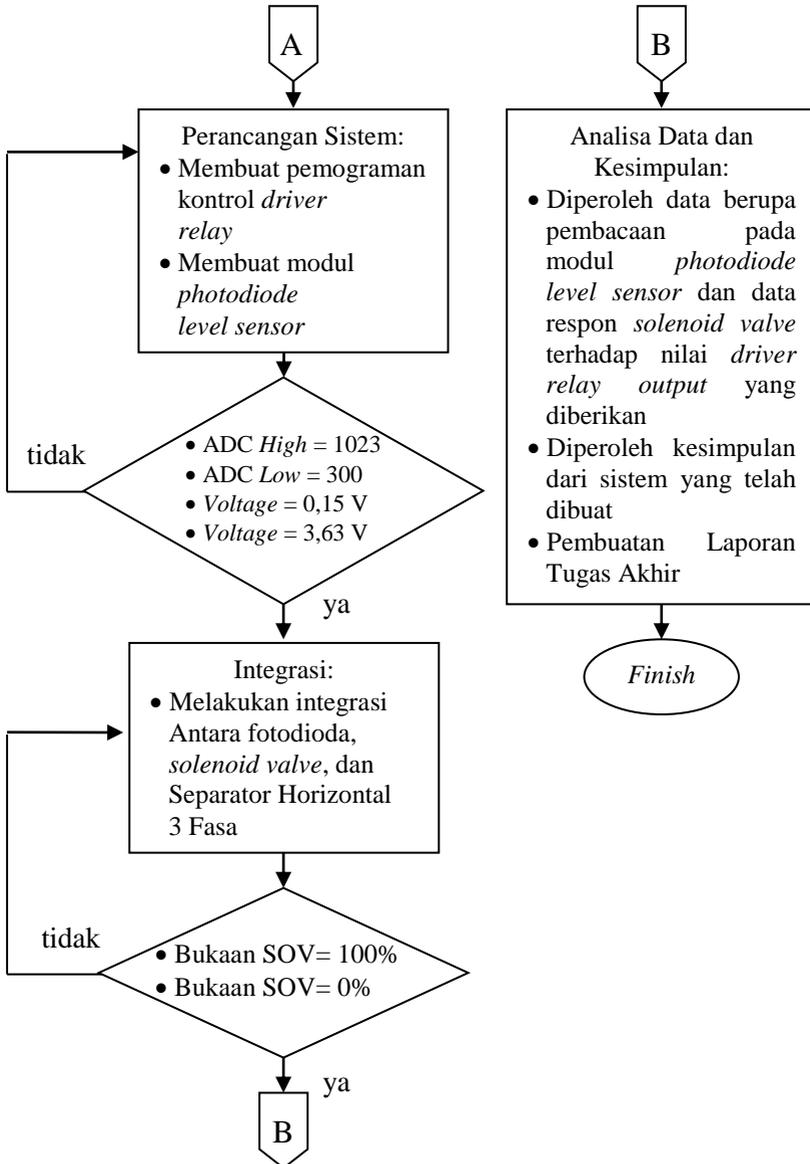
Gambar 2.19 Urutan Pin LCD 2x16

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir Perancangan Tugas Akhir

Disini akan dijabarkan langkah-langkah alur perancangan dan pembuatan alat dalam penyelesaian tugas akhir skala laboratorium di workshop instrumentasi. Berikut diagram alir pengerjaan Tugas Akhir.





Gambar 3.1 Flowchart pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Perancangan dan Pembuatan Mekanik Separator 3 Fasa

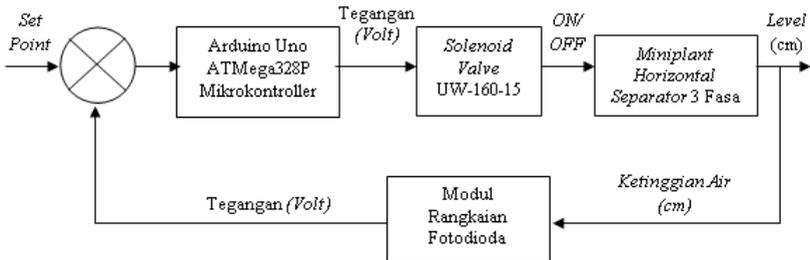
Pada **Gambar 3.2** dibawah ditunjukkan gambar keseluruhan plant *separation process*. Pada plant tersebut terjadi proses separasi atau pemisahan dari *mixing* antara dua bahan yaitu bensin berupa pertalite dan air sebagai representasi sumur minyak atau *wellhead* yang ditemukan dari perut bumi, kemudian masuk pada proses separasi akan dipisahkan kembali berdasarkan *density fluids* atau massa jenisnya yaitu air, minyak, dan gas. Setelah pemisahan telah tercapai pada ketinggian yang diinginkan, pada ketinggian fasa air yang telah mencapai *level* yang diinginkan akan memerintah *solenoid valve* membuka agar air tersebut masuk ke proses *storage* dan akan ditampung pada tangki penampung air.



Gambar 3.2 *Plant separation process*

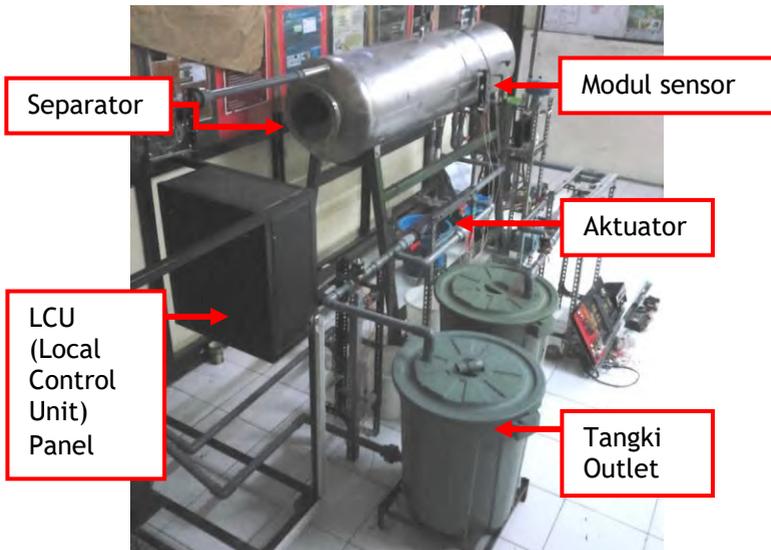
3.3 Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pengendalian Level

Sistem pengendalian *level* ini digunakan untuk mengontrol ketinggian *level* air yang ada pada bejana bertekanan separator. Ini dikarenakan jika ketinggian *level* air yang ada didalam bejana bertekanan separator tidak dikontrol bisa menyebabkan bejana akan dipenuhi air dan pemisahan yang dihasilkan kurang efektif.



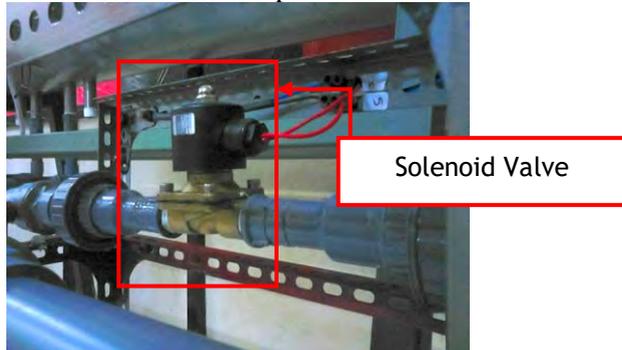
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Pengendalian *Level*

Pada **Gambar 3.3** diatas menunjukkan diagram blok pengendalian *level* yang ada pada bejana bertekanan *separator*. Sebagai kontroler dipakai Arduino Uno berbasis mikrokontroler ATmega328P. Metode yang dipakai pada pengendalian *level* ini memakai metode ON-OFF, sehingga didapatkan aksi terbaik guna aktuator membuka atau menutup penuh dengan lebih presisi berdasarkan respon sistem dari plant. Aktuator yang dipakai adalah *solenoid valve*.



Gambar 3.4 Pengendalian *Level* Air *Miniplant*

Horizontal Separator 3 Fasa



Gambar 3.5 Solenoid Valve (SOV)

Pada **Gambar 3.5** diatas adalah *Solenoid valve* (SOV). Prinsip kerja *Solenoid valve* ini adalah berupa katup berupa besi lunak bulat panjang yang dikopel dengan sebuah *plug* yang didesain sedemikian rupa dan dililitkan dengan kumparan atau lilitan kawat (*coil*) yang beroperasi ini digunakan listrik 220 VAC dan dihubungkan dengan kontroler melalui rangkaian *driver relay*. Sehingga ketika diberi tegangan maka besi tersebut akan bergerak ke bawah guna katup dalam kondisi menutup maupun sebaliknya.

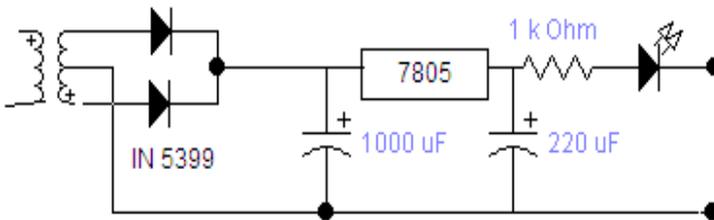
3.4 Perancangan *Hardware*

3.4.1 Perancangan Catu Daya

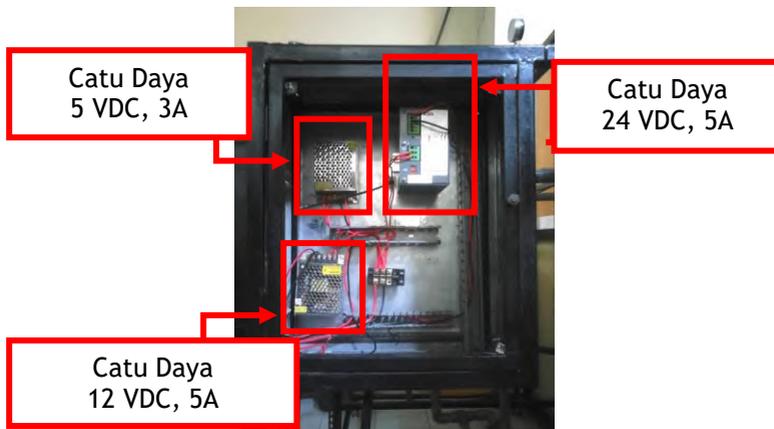
Catu Daya atau lebih sering dikenal dengan sebutan *power supply* yang berguna memberikan sumber tenaga bagi rangkaian elektronika diperlukan dalam merancang sebuah sistem pengukuran, *monitoring*, dan pengendalian yang digunakan saat beroperasi. Besarnya catu daya yang diperlukan adalah hal yang sangatlah rinci, sehingga dapat dilihat dari spesifikasi dan kebutuhan dari peralatan dan rangkaian elektronika yang diperlukan. Perancangan sistem pengendalian *level* pada bejana bertekanan separator ini diperlukan catu daya +5VDC, 3A sebagai tegangan masukan guna modul sensor ketinggian fotodiode yang telah dirancang dan terpasang sedemikian rupa sehingga mampu bekerja sesuai dengan yang diharapkan, dan

juga sebagai tegangan masukan bagi *minimum system* kontroler guna sistem pengendalian *level* pada bejana bertekanan separator ini.

Rangkaian catu daya yang dibuat ini telah dirancang dengan digunakan IC7805 guna regulasi tegangan output menjadi 5VDC, 1N5399 dibutuhkan 4 buah agar mampu melewatkan arus maksimal 3 Ampere, kapasitor 1000 uF dan 220uF. Fungsi dari dioda – dioda ini telah mampu menjadikan sinyal AC sinusoidal yang melewatinya menjadi sinyal DC setengah gelombang. Kapasitor sebesar 1000uF ini berfungsi dan telah cukup memperhalus sinyal DC keluaran dari dioda. Kemudian sinyal DC keluaran dari kapasitor menjadi masukan IC7805. Hasil keluaran dari IC 7805 adalah tegangan 5 Volt.



Gambar 3.6 Skematik *power supply* 5 volt

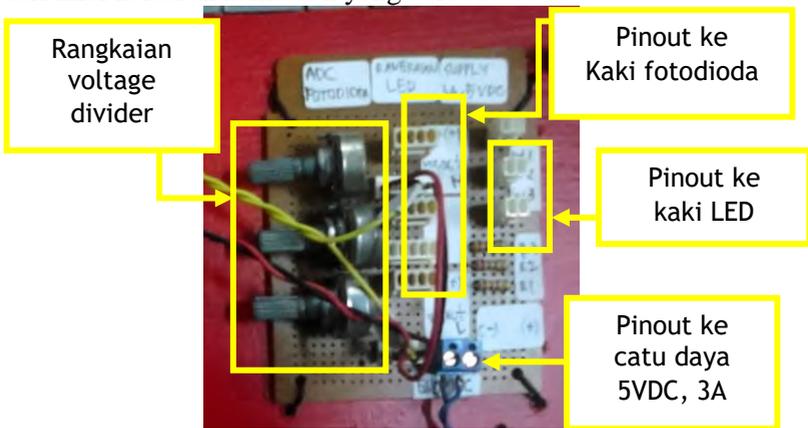


Gambar 3.7 Modul *power supply* 5 volt

Catu daya yang dirancang ini telah mampu menghasilkan daya yang efektif dan mengaktifkan elemen-elemen seperti peralatan dan rangkaian elektronika dalam sistem pengendalian level.

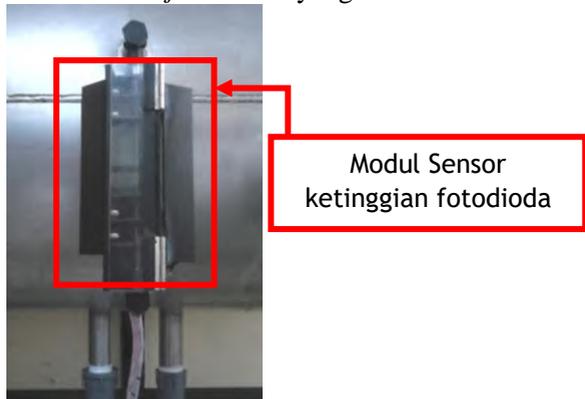
3.4.2 Perancangan modul sensor ketinggian fotodiode

LED yang merupakan komponen berbasis optik yang dipakai ini telah mampu aktif dan menyala terang dengan daya masukan sebesar 5VDC, 3A. LED yang menyala dengan cahaya terang telah cukup memberi nilai keluaran tahanan atau resistansi yang rendah (dari nilai uji pengukuran fotodiode) bagi fotodiode. Hal ini berlaku sebaliknya ketika cahaya dari LED terhalang akibat respon *variabel proses* pada plant juga telah memberi nilai resistansi yang tinggi (dari nilai uji pengukuran fotodiode) bagi fotodiode. Nilai-nilai uji pengukuran fotodiode pada tiap kondisi ini digunakan sebagai masukan ke kontroler yang sebelumnya telah dikonversi dahulu pada pengkondisian sinyal berupa rangkaian sensor menggunakan fotodiode dan LED guna keluaran fotodiode menjadi tegangan dengan skala 0-5 VDC. Sehingga nilai uji pengukuran resistansi fotodiode pada tiap kondisi yang ditunjukkan, dihasilkan tegangan berbeda-beda hal ini diperoleh dari nilai keluaran hambatan yang berbeda-beda.



Gambar 3.8 Rangkaian sensor menggunakan fotodiode dan LED

Pada **Gambar 3.8** diatas menunjukkan rangkaian sensor menggunakan fotodioda dan LED. Rangkaian ini merupakan elemen pengkondisian sinyal, yang berguna agar nilai keluaran fotodioda menjadi tegangan, sehingga dapat dibaca oleh Arduino Uno ATmega328P mikrokontroller sebagai pengendali pada *miniplant* ini. Elemen pengkondisian sinyal yang digunakan dalam tugas akhir ini berupa rangkaian *voltage divider* dengan menggunakan *potensiometer* dengan besaran 10 Kohm sebagai variabel resistornya dan masukan catu daya sebesar 5 volt dengan arus maksimal 3 ampere ini digunakan sebagai tegangan referensi pada elemen pengkondisian ini. Sehingga nilai keluaran sensor fotodioda ini dapat diatur atau di-*adjust* sesuai yang dikehendaki.



Gambar 3.9 Pemasangan modul sensor ketinggian fotodioda pada bejana bertekanan separator

3.4.3 Perancangan Arduino Uno Mikrokontroler ATmega328

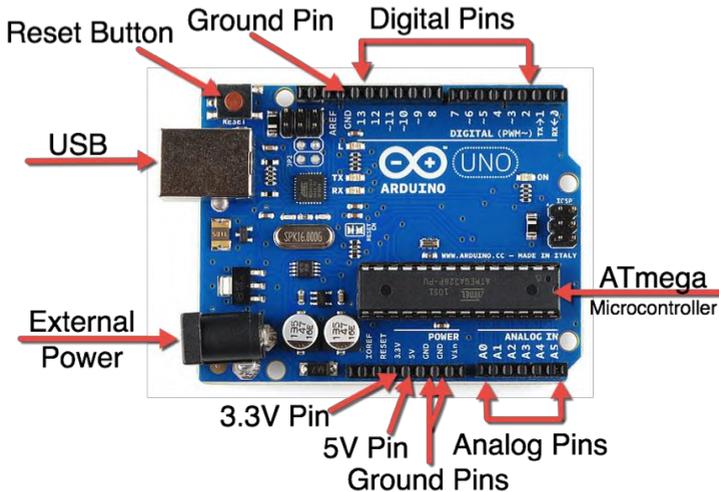
Perancangan *minimum system* digunakan platform kontroler milik Arduino Uno dan ATmega328P adalah *single-chip* mikrokontroler yang dipakai pada Arduino seri Uno ini. Arduino Uno ATmega328P mikrokontroler yang telah dibuat bertujuan guna dihasilkan sistem kontrol sesuai yang diharapkan (set poin) dan mampu untuk mengintegrasikan antara mikrokontroler yang telah diprogram sedemikian rupa dengan peralatan lain yang dibutuhkan.

Pada Arduino Uno mikrokontroler Atmega328P ini diaktifkan power (GND) dan pin 8 pada digital pin diperlukan guna mengaktifkan *driver relay* untuk *solenoid valve* mampu menggerakkan buka tutup *plug* pada *valve* sebagai aktuator. Mode ADC juga telah terdapat dan port A0, A1 pada analog pin diaktifkan untuk masukan konversi nilai dari sinyal analog yang berasal dari keluaran modul sensor ketinggian fotodioda agar menjadi sinyal digital yang mudah dipahami oleh kontroler seperti pada **tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Pinout yang diaktifkan Arduino Uno mikrokontroler Atmega328P

Pin	Fungsi Pin
<i>Ground Pins</i> (GND)	Power untuk modul sensor ketinggian fotodioda
<i>Digital Pins</i> (pin 8)	Output menuju driver relay
<i>Analog Pins</i> (port A0 ,A1)	Output modul sensor ketinggian fotodioda
<i>Digital Pins</i> (pin 2,3,4,5,6,7)	Output menuju pin- pin modul LCD 2x16
<i>Power (5V pin)</i>	Power untuk modul LCD 2x16
<i>Power (GND)</i>	Power untuk modul LCD 2x16

Sedangkan untuk mendownload listing program yang telah dibuat dari PC ke mikrokontroler digunakan kabel serial *port* USB. Untuk koneksi antara Atmega328P dengan instrumen lain digunakan kabel *jumper*. **Gambar 3.10** merupakan *platform* kontroler yang dipakai sekaligus telah ditunjukkan pin yang digunakan dalam perancangan sistem pengendalian *level*.



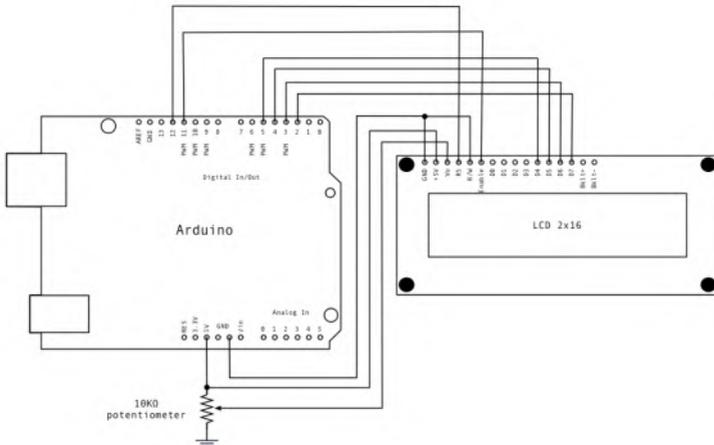
Gambar 3.10 Arduino Uno ATMega3238P mikrokontroler

3.4.5 Perancangan *Display LCD (Liquid Crystal Display)*

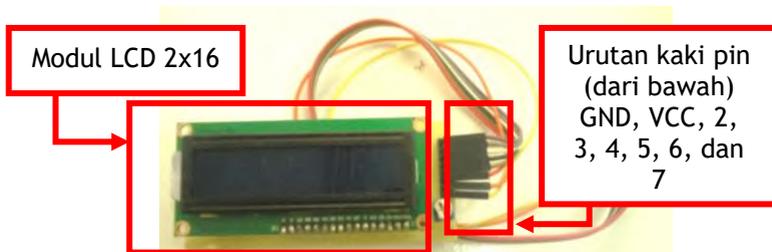
LCD yang digunakan 2 baris x 16 kolom. LCD memiliki memori internal yang berisi definisi karakter sesuai dengan standar ASCII (*CGROM – Character Generator ROM*) dan memori sementara (RAM) yang bisa digunakan bila memerlukan karakter khusus (berkapasitas 8 karakter). RAM ini juga berfungsi untuk menyimpan karakter yang ingin ditampilkan di LCD.

Pin untuk LCD sendiri adalah pin pengisian data agar data dapat diterima dan diolah melalui mikrokontroler ke LCD. Sebelum data dibaca oleh LCD maka data diisi oleh RS. Untuk pemrograman mikrokontroler menggunakan *software* Atmel ISP yang merupakan *software* untuk *download* ke mikrokontroler.

Program yang kita tulis dalam *notepad* harus disimpan dalam ekstensi *.asm* dan kemudian dikonversikan dalam bentuk bilangan heksadesimal yang secara otomatis akan mengoreksi *error* program. Bila *error* adalah nol maka program bisa di *download* menuju mikrokontroler.



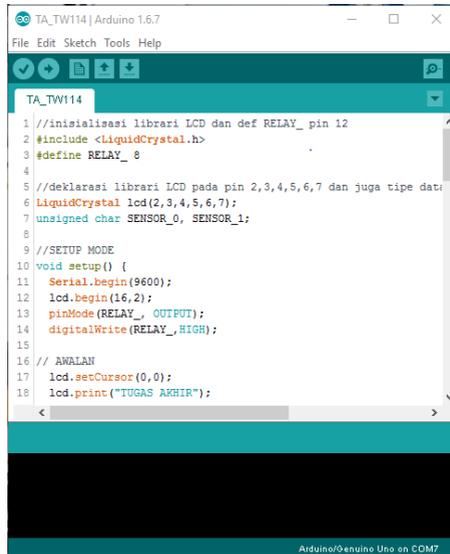
Gambar 3.11 Wiring untuk LCD 2x16 ke Arduino Uno mikrokontroler Atmega328P



Gambar 3.12 modul LCD 2x16 ke mikrokontroler

3.5 Perancangan *Software*

Pada pembuatan tugas akhir ini digunakan suatu *software* guna penunjang daripada sistem kontrol. Arduino IDE versi 1.6.7 adalah *software* yang dipakai, dan tentunya *software* ini akan menjadi antar-muka atau *interface* dengan *hardware* yaitu modul Arduino Uno Atmega328P mikrokontroler. Selanjutnya arduino uno dapat diinstruksi sebagai pengendali, dibuat *listing program* atau koding sesuai dengan instruksi yang dikehendaki. **Gambar 3.13** ini merupakan cuplikan dari *listing program* untuk instruksi arduino uno pada tugas akhir ini.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE 1.6.7 interface. The window title is "TA_TW114 | Arduino 1.6.7". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". The toolbar contains icons for opening files, saving, and running. The main editor area shows the following code:

```
1 //inisialisasi librari LCD dan def RELAY_ pin 12
2 #include <LiquidCrystal.h>
3 #define RELAY_ 8
4
5 //deklarasi librari LCD pada pin 2,3,4,5,6,7 dan juga tipe data
6 LiquidCrystal lcd(2,3,4,5,6,7);
7 unsigned char SENSOR_0, SENSOR_1;
8
9 //SETUP MODE
10 void setup() {
11   Serial.begin(9600);
12   lcd.begin(16,2);
13   pinMode(RELAY_, OUTPUT);
14   digitalWrite(RELAY_,HIGH);
15
16 // AWALAN
17 lcd.setCursor(0,0);
18 lcd.print("TUGAS AKHIR");
```

The status bar at the bottom indicates "Arduino/Genuino Uno on COM7".

Gambar 3.13 Kode yang dibuat pada Arduino IDE versi 1.6.7

Adapun *listing program* yang telah dirancang sesuai yang dikehendaki dapat dilihat pada lampiran.

(Terlampir pada Lampiran C.)

BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

Setelah perancangan sistem pengendalian *level* pada *miniplant horizontal separator* dibuat maka pengujian baik dari *hardware*, *controlling*, dan *software* perlu dilakukan. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data-data dari alat yang dirancang guna mengetahui spesifikasi serta performansi dari alat secara keseluruhan dan seberapa besar *error* atau kesalahan yang terjadi pada alat berdasarkan respon sistem dari nilai set poin yang diberikan.

Secara mekanisme kerja dari perancangan sistem pengendalian *level* pada *miniplant horizontal separator* ini menjaga ketinggian air pada *separator* agar volume air pada *separator* tidak mencapai ketinggian *inlet* atau *outlet* menuju permukaan minyak, serta menjaga tekanan yang ada pada *separator* agar tidak langsung terbuang percuma. Pada pengendalian *level separator* pengukuran berdasarkan dari modul sensor fotodiode sebagai sensor. Keluaran dari sensor ini berupa voltase atau berupa sinyal analog yang kemudian masuk ke kontroller sebagai ADC input untuk dikonversi menjadi data digital (*byte*) yaitu 0-1023. Hasil koreksi, pengukuran, serta perhitungan oleh kontroler akan memberi perintah berupa eksekusi bagi *solenoid valve* sebagai aktuator dalam sistem pengendalian *level*.

4.1 Pengujian Modul Sensor Fotodiode

Pengujian dilakukan dengan mengukur langsung atau *open loop* dari nilai perubahan tegangan yang dihasilkan modul sensor ketika sensor menerima cahaya maupun tidak menerima cahaya pada setiap ketinggian antarmuka air dan minyak dengan digunakan voltmeter. Pengujian yang dilakukan adalah sebanyak 10 kali disetiap titik pengukuran, yaitu pada sensor *high* dan kemudian saat sensor *low*. Voltmeter yang digunakan adalah milik Fluke multimeter.

Adapun langkah-langkah dalam melakukan uji modul sensor fotodiode ini telah terlampir pada lampiran.

(Terlampir pada Lampiran E.)

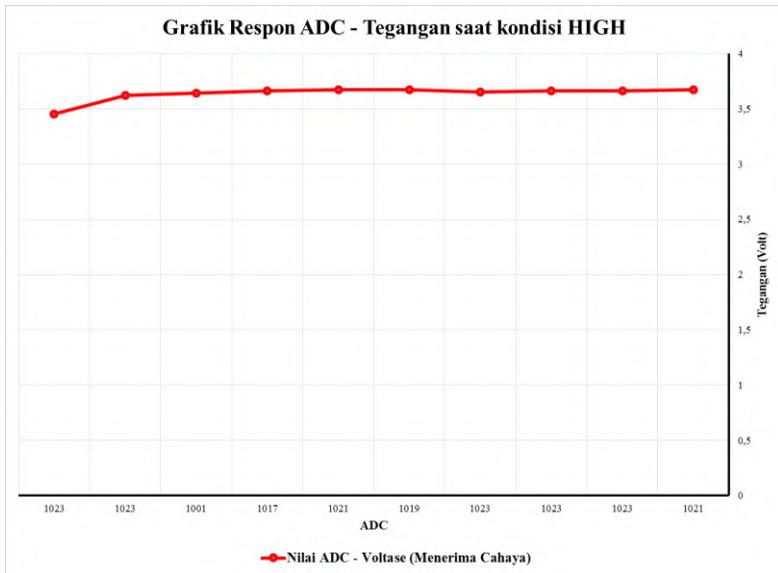
Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Modul Sensor *High* Fotodiode

Pengujian ke-n	Nilai Tegangan (VDC)		Nilai ADC	
	Menerima Cahaya	Tidak menerima Cahaya	Menerima Cahaya	Tidak menerima Cahaya
1	3,45	0,14	1023	92
2	3,62	0,14	1023	102
3	3,64	0,13	1001	100
4	3,66	0,14	1017	101
5	3,67	0,14	1021	102
6	3,67	0,14	1019	101
7	3,65	0,14	1023	99
8	3,66	0,14	1023	101
9	3,66	0,13	1023	101
10	3,67	0,14	1021	94
Rata-rata	3,635	0,138	1019	99

Dari tabel 4.1 diatas dapat diketahui perubahan tiap keluaran nilai tegangan sensor fotodiode ketika menerima cahaya dan tidak menerima cahaya pada setiap antarmuka air dan minyak. Ketika sensor fotodiode tidak menerima cahaya, maka keluaran nilai voltase atau tegangan rata-rata $\pm 0,138$ volt dan jika sensor fotodiode menerima cahaya, maka keluaran nilai voltase atau tegangan rata-rata $\pm 3,635$ volt.

Dari tabel tersebut diperoleh grafik hubungan antara pengaruh nilai tegangan terhadap pembacaan nilai ADC *level set point* sensor *High* fotodiode. Adapun grafik tersebut telah ditunjukkan pada **gambar 4.1**.



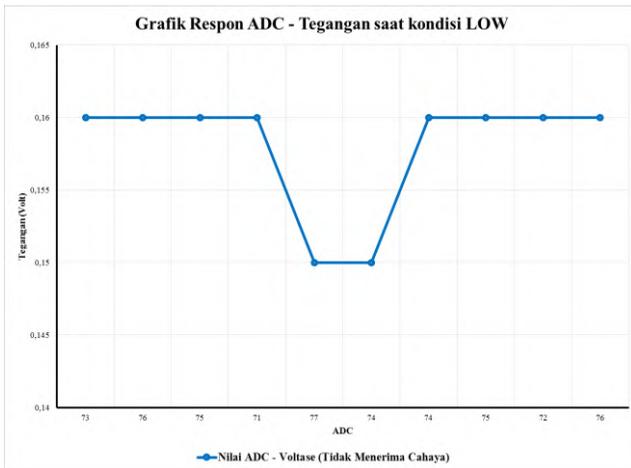
Gambar 4.1 Grafik ADC – Tegangan saat kondisi *High*

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Modul Sensor *Low* Fotodioda

Pengujian ke-n	Nilai Tegangan (VDC)		Nilai ADC	
	Menerima Cahaya	Tidak Menerima Cahaya	Menerima Cahaya	Tidak Menerima Cahaya
1	3,62	0,16	1005	73
2	3,62	0,16	1016	76
3	3,62	0,16	1015	75
4	3,65	0,16	1023	71
5	3,64	0,15	1019	77
6	3,64	0,15	1021	74
7	3,65	0,16	1017	74
8	3,63	0,16	1023	75
9	3,63	0,16	1023	72
10	3,63	0,16	1023	76
Rata-rata	3,633	0,158	1018	74

Dari tabel 4.2 diatas dapat diketahui perubahan tiap keluaran nilai tegangan sensor fotodiode ketika menerima cahaya dan tidak menerima cahaya pada setiap antarmuka air dan minyak. Ketika sensor fotodiode tidak menerima cahaya, maka keluaran nilai voltase atau tegangan rata-rata $\pm 3,633$ volt dan jika sensor fotodiode menerima cahaya, maka keluaran nilai voltase atau tegangan rata-rata $\pm 0,158$ volt.

Dari tabel tersebut diperoleh grafik hubungan antara pengaruh nilai tegangan terhadap pembacaan nilai *ADC level set point* sensor *Low* fotodiode. Adapun grafik tersebut seperti berikut ini. Pada gambar 4.2 ditunjukkan grafik bahwasanya nilai ADC yang terbaca berada pada kisaran nilai antara 73 sampai 76. Tegangan yang terbaca pada grafik ditunjukkan bahwa, tegangan berada pada operasi kerja yang relatif stabil.



Gambar 4.2 Grafik ADC – Tegangan saat kondisi *Low*

4.2 Pengujian Sistem Pengendalian *Level Air*

Berikut merupakan hasil pengujian sistem pengendalian *level air* pada separator horizontal 3 fasa.

Berikut adalah data berupa tabel yang terdiri dari pembacaan *level* ketinggian pada modul sensor ketinggian fotodiode, *set*

point level dari ketinggian permukaan air, dan respon *solenoid valve* dalam selang waktu rata-rata 30 detik:

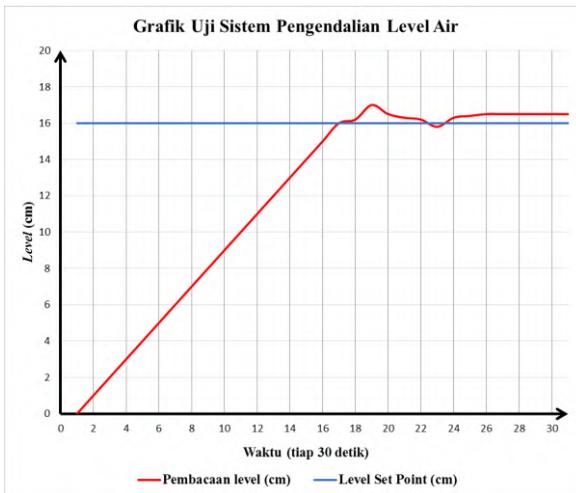
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sistem Pengendalian Level Air

Waktu (s)	<i>Level Set Point</i> (cm)	<i>Pembacaan level</i> (cm)	<i>Respon Buka</i> <i>Solenoid Valve</i>
0	16	0	100%
28,2	16	1	100%
27,5	16	2	100%
28,9	16	3	100%
28,4	16	4	0%
28,4	16	5	0%
28,4	16	6	0%
30	16	7	0%
27,5	16	8	0%
28,6	16	9	0%
27,9	16	10	0%
28,4	16	11	0%
28,9	16	12	0%
28,3	16	13	0%
24,5	16	14	0%
30,6	16	15	0%
28,3	16	16	100%
28,6	16	16,2	100%
29	16	17	0%
28,6	16	16,5	100%
28,6	16	16,3	100%
28,6	16	16,2	100%
28,5	16	15,8	0%
28,5	16	16,3	100%

Tabel 4.3 (Lanjutan)

Waktu (s)	Level Set Point (cm)	Pembacaan level (cm)	Respon Buka Solenoid Valve
28,5	16	16,4	100%
28,5	16	16,5	100%
28,5	16	16,5	100%
28,5	16	16,5	100%
28,5	16	16,5	100%
28,5	16	16,5	100%
28,6	16	16,5	100%

Dari tabel tersebut dengan *set point* sebesar 16 cm, diperoleh grafik hubungan antara pembacaan *level* ketinggian permukaan air dengan *level set point*. Adapun grafik tersebut seperti berikut ini:



Gambar 4. 3 Grafik hubungan antara pembacaan level ketinggian permukaan air dengan *level set point*

4.2 Pengujian *Solenoid Valve*

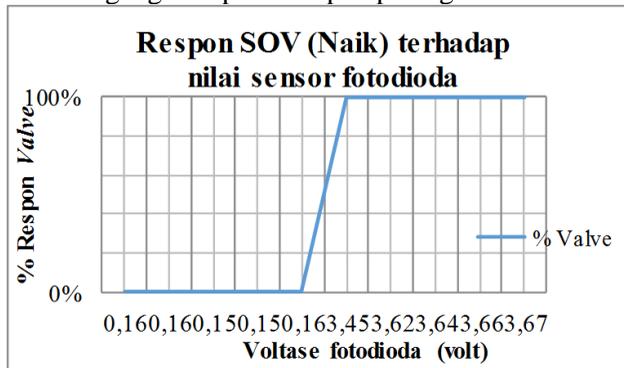
Selain itu diperoleh data respon dari elemen pengendali akhir berupa bukaan 0% dan 100% dari *solenoid valve* setelah

mencapai *set point*. Data respon yang diambil pada 10 detik terakhir dari yang terekam pada saat running sistem. Adapun respon tersebut telah dibuat seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.4.

Tabel 4.4 Respon SOV (Naik) terhadap nilai sensor fotodioda

Bukaan SOV (%)	Tegangan (Volt)
0%	0,16
0%	0,16
0%	0,15
0%	0,15
0%	0,16
100%	3,45
100%	3,62
100%	3,64
100%	3,66
100%	3,67

Dari hasil respon SOV (naik) terhadap nilai sensor fotodioda didapatkan data pada bukaan SOV 0% diperoleh tegangan sebesar 0,16 VDC. Sedangkan pada bukaan SOV sebesar 100% diperoleh tegangan sebesar 3,67 VDC. Dari tabel 4.3 dibuatlah grafik untuk mengetahui perubahan persentase bukaan *solenoid valve* (SOV) dengan nilai tegangan seperti tampak pada gambar 4.2.



Gambar 4.4 Grafik hubungan bukaan SOV dan Tegangan

Gambar 4.2 ditunjukkan grafik yang bermula ketika kondisi tegangan pada 0,16 VDC respon pada *solenoid valve* berada dalam kondisi membuka dengan penuh 0%. Selain itu pula diperoleh kondisi menutup dengan penuh 100 % ketika *solenoid valve* diberikan tegangan sebesar 3, 45VDC.

Selain itu juga respon SOV terhadap nilai sensor fotodioda diperoleh berlangsung sesaat setelah respon pembacaan naik. Sehingga data respon yang kedua ini kebalikan dari pengukuran pertama. Respon bukaan *solenoid valve* (SOV) ini dengan cara turun dari bukaan penuh sampai menutup penuh. Data yang diperoleh dari bukaan SOV (turun) adalah sebagai berikut:

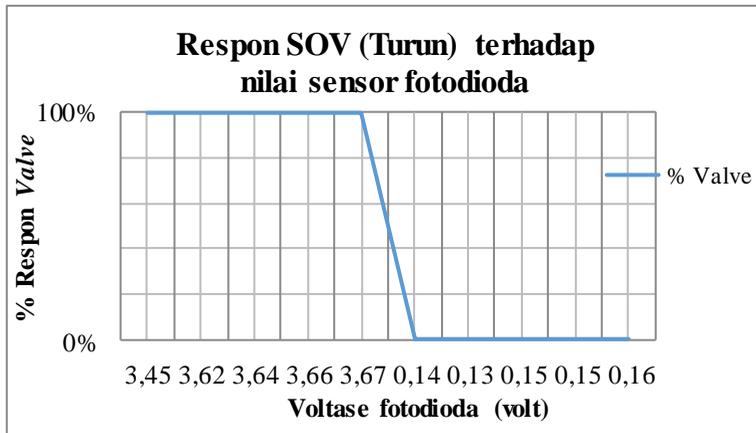
Tabel 4.5 Respon SOV (Turun) terhadap nilai sensor fotodioda

Bukaan SOV (%)	Tegangan (Volt)
100%	3,45
100%	3,62
100%	3,64
100%	3,66
100%	3,67
0%	0,14
0%	0,13
0%	0,15
0%	0,15
0%	0,16

Dari hasil pengukuran SOV didapatkan data pada bukaan SOV 100% diperoleh tegangan sebesar 3,67 VDC. Sedangkan pada bukaan SOV sebesar 25% diperoleh tegangan sebesar 0,16 VDC. Dari tabel 4.4 dibuatlah grafik untuk mengetahui perubahan persentase bukaan *solenoid valve* (SOV) dengan nilai tegangan seperti tampak pada gambar 4.3.

Gambar 4.3 yang ditunjukkan grafik yang bermula ketika kondisi tegangan pada 3,45VDC respon pada *solenoid valve*

berada dalam kondisi membuka dengan penuh 100%. Selain itu pula diperoleh kondisi menutup dengan penuh 0 % ketika *solenoid valve* diberikan tegangan sebesar 0,13VDC.



Gambar 4.5 Grafik hubungan bukaan SOV dan tegangan (turun)

4.3 Pembahasan

Pada tugas akhir ini telah dirancang sistem pengendalian level water pada miniplant separator horizontal 3 fasa dan telah diperoleh tiga data mengenai pembacaan dari hasil pengujian modul sensor ketinggian fotodioda, hasil pengujian sistem pengendalian level air, dan respon *solenoid valve* sebagai aktuator dalam sistem pengendalian.

Modul sensor ketinggian fotodioda yang telah dirancang sedemikian rupa guna mengetahui level permukaan air pada separator ini memiliki keluaran yang dibaca sinyal analog dan diterjemahkan atau konversi menjadi data sinyal diskrit atau digital 10 bit. Sinyal analog dari keluaran fotodioda yang berupa tegangan dihasilkan dengan besaran 0-5 volt oleh elemen pengkondisian sinyal sehingga dengan mudah dibaca sebagai data digital 0-1023 bagi kontroler. Untuk modul sensor ketinggian fotodioda ini kondisi ketika diaktifkan dengan power supply 5VDC, 3 Ampere. Selanjutnya saat level permukaan berada pada

ketinggian 6 cm akan bernilai ADC 300 yang berarti level telah mencapai nilai *set point* yaitu pada tegangan keluaran 0,158 volt. Artinya modul sensor ketinggian fotodiode dalam *set point* kondisi LOW. Selain itu juga pada hal yang sama, saat level mencapai 16 cm akan bernilai 1023 yang berarti level telah mencapai nilai *set point* yaitu pada tegangan keluaran 3,635 volt. Artinya modul sensor ketinggian fotodiode dalam *set point* kondisi HIGH. Sehingga, ketika ketinggian permukaan air mengalami kenaikan *level*, maka nilai ADC dari voltase yang dihasilkan juga akan meningkat sesuai dengan data yang telah diperoleh.

Ketinggian permukaan air pada separator yang dapat dilihat pada sisi samping separator tersebut mengalami kenaikan setiap penambahan waktu. Dari pembacaan modul sensor ketinggian fotodiode terhadap *level* permukaan air ini diketahui memiliki karakteristik dinamik orde satu. Dari data yang diperoleh grafik yang ada hampir mendekati sempurna sesuai dengan orde satu. Hal ini disebabkan osilasi yang terjadi saat pengambilan data pada naiknya *level* permukaan air di bejana bertekanan separator ini juga bertambah volume *pressure* yang dihasilkan secara fluktuatif. Selain itu juga desain daripada separator sendiri juga perlu diperhatikan karena hal ini memiliki berpengaruh besar saat proses separasi berlangsung. Akan tetapi secara umum, setiap kenaikan waktu, *level* permukaan air ini juga memiliki laju aliran atau *flowrate* yang terbilang tinggi yang tentunya mengakibatkan *level* permukaan mengalami kenaikan yang terbilang cepat hingga mencapai ketinggian permukaan yang sesuai diinginkan atau *set point* yaitu 16 cm. Pemilihan *set point* ini dikarenakan menyesuaikan kriteria dari desain, serta proses pemisahan pada separatornya sendiri, dan juga pompa sebagai menambah tekanan atau *pressure* sehingga laju aliran juga bertambah, sehingga dengan demikian sistem pengendalian *level* air ini telah cukup memiliki respon yang relatif stabil.

Adapun respon dari *solenoid valve* sebagai aktuator yang ditunjukkan telah memberikan respon yang sangat peka. Respon yang tinggi ini disebabkan kondisi pada *solenoid valve* yang

bersifat diskrit yaitu menggunakan sistem kontrol dengan dua kondisi berupa mode kontrol ON-OFF, sehingga respon sistem pada proses di plant mengalami penurunan level permukaan air yang relatif cepat.

Dari keseluruhan *running* sistem secara umum, sistem pengendalian ini telah beroperasi normal pada tiap-tiap instrumen dan elemen kontrolnya. Kendati hanya terdapat kendala secara proses yang harus menyesuaikan dengan sistem kontrol yang ada.

(halaman ini memang dikosongkan)

Lampiran A.

Pompa Shimizu Tipe PS-128 bit *datasheet*



Spesifikasi Produk

Voltase	220VAC/ 50Hz 1 Phase
Daya Listrik	125 Watt (running)/ 300 Watt (start)
Self-Priming	Ya
Otomatis	Tidak
Daya Hisap	9 meter
Daya Dorong	33 meter
Kapasitas	18 liter/menit pada total head 10 meter, 10 liter/menit pada total head 20 meter
Fitur Lain	Thermal Protector
Garansi	1 Tahun

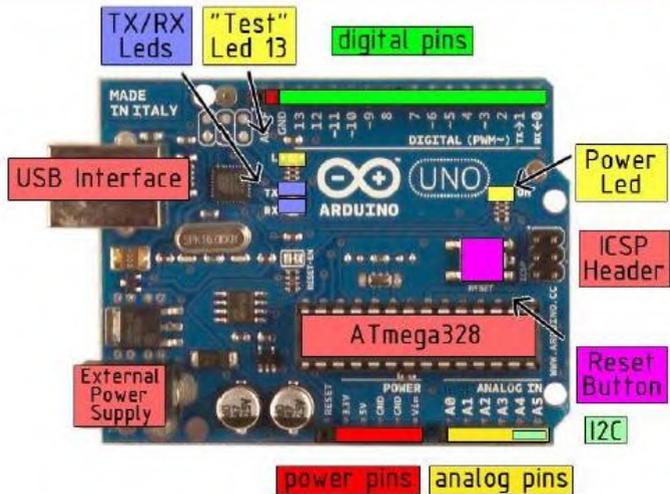
Informasi Produk

Kode	PO135
Nama	Pompa Air Sumur Dangkal
Tipe	PS 128-BIT
Merk	Shimizu
Tautan Singkat	http://perkakas.me/po135
Berat kirim	7 kg

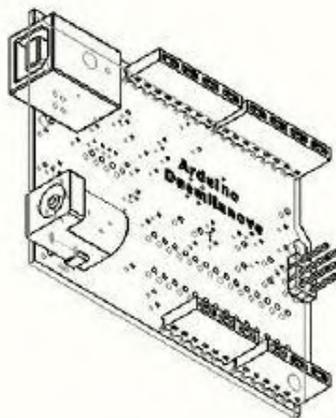
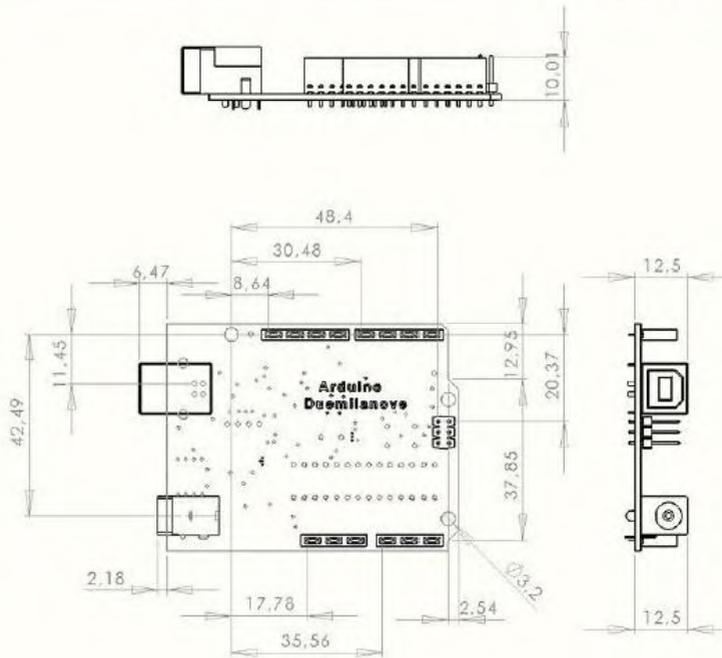
Lampiran B.

Datasheet Arduino Uno Mikrokontroler Atmega328P

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



Dimensioned Drawing



Lampiran C.

Listing program Kontrol Level Air pada Horizontal Separator 3 Fasa

```
//inisialisasi librari LCD dan def RELAY_ pin 12
#include <LiquidCrystal.h>
#define RELAY_ 8

//deklarasi librari LCD pada pin 2,3,4,5,6,7 dan juga tipe data
untuk pembacaan SENSOR_0, SENSOR_1
LiquidCrystal lcd(2,3,4,5,6,7);
unsigned char SENSOR_0, SENSOR_1;

//SETUP MODE
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  pinMode(RELAY_, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_,HIGH);

// AWALAN
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("TUGAS AKHIR");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("D3 MENSI 2013");
  delay(800);
  lcd.clear();
//ME
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PLEASE WAIT.... ");
  delay(800);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("RIZKY OKTORIO S");
  lcd.setCursor(0,1);
```

```

lcd.print("NRP:2413031051");
delay(800);
lcd.clear();
//MY LECTURER
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("DOSEN PEMBIMBING");
delay(800);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("HENDRA CORDOVA,");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("ST, MT");
delay(800);
lcd.clear();
//LOADING
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("CONTROL SYSTEM");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("WATER LEVEL");
delay(800);
lcd.clear();
lcd.setCursor(3,0);
lcd.print("MINIPLANT");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("SEPARATOR 3 FASA");
delay(800);
lcd.clear();
}

void loop() {
//setup
  SENSOR_0 = analogRead(0); //iki high
  SENSOR_1 = analogRead(1); //seng iki low
  lcd.setCursor(0,0); //deleh adc nek lcd 0,0
  lcd.print(SENSOR_0); //tampilne nilai ADC SENSOR_0
  _HIGH

```

```

    lcd.setCursor(8,0);          //deleh adc nek lcd 8,0
    lcd.print(SENSOR_1);        //tampilne nilai ADC SENSOR_1
    _LOW
    delay(1000);

//listing program
    if(SENSOR_0>=85)            //lek fotodioda HIGH kenek
sedotan
    {
        lcd.clear();
        digitalWrite(RELAY_,LOW); //tak walik dulu
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("STATS:HIGH");
        lcd.setCursor(11,1);
        lcd.print("SV:ON");
    }

    if(SENSOR_1>=120 )         //lek fotodioda LOW kenek
sedotan
    {
        lcd.clear();
        digitalWrite(RELAY_, HIGH); //tak walik dulu
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("STATS:LOW");
        lcd.setCursor(10,1);
        lcd.print("SV:OFF");
    }
}

```


Specifications

- 5V – 12 V TTL control signal
- Maximum AC current and voltage : 10A 250VAC
- Maximum DC current and voltage : 10A 30VDC
- The control signal DC or AC, 220V AC load can be controlled
- There is a normally open and one normally closed contact
- To make the coil of relay energized you must need to have an input of 1 in the signal pin.

Pin Configuration

- + : 5V power supply
- - : Ground
- S : Signal from the Arduino
- NC : normally closed
- NO : normally open
- COMMON : common

Specifications

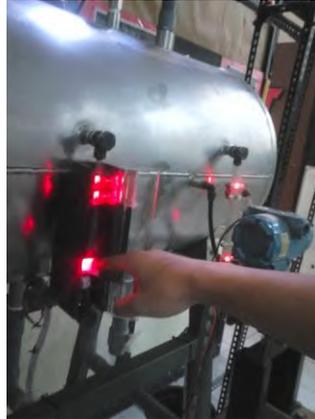
- 5V – 12 V TTL control signal
- Maximum AC current and voltage : 10A 250VAC
- Maximum DC current and voltage : 10A 30VDC
- The control signal DC or AC, 220V AC load can be controlled
- There is a normally open and one normally closed contact
- To make the coil of relay energized you must need to have an input of 1 in the signal pin.

Lampiran E.

Langkah-langkah melakukan uji modul sensor fotodiode



(a)



(b)



(d)



(c)

Penjelasan:

Pada kondisi awal modul sensor ketinggian fotodiode dalam keadaan tidak aktif, sehingga LED pada modul sensor tidak nyala, seperti pada gambar (a).

Selanjutnya ketika controller dinyalakan, plant *start* dan modul sensor nyala. Pada kondisi ini, volume fluida di dalam *miniplant* separator belum terisi fluida, sehingga kondisi level permukaan didalam bejana bertekanan separator dalam keadaan kosong. Seperti pada gambar (b), untuk diperoleh kondisi level pada *set point* LOW, maka cahaya LED pada posisi LOW di modul sensor dihalangi atau diberi sekat sehingga pada fotodiode diperoleh kondisi *set point* LOW. Hal yang sama juga dilakukan pada saat LED pada posisi HIGH di modul sensor. Agar diperoleh kondisi *set point* HIGH, maka cahaya LED pada posisi HIGH diberi sekat atau dihalangi sekat sehingga pada fotodiode diperoleh *set point* HIGH seperti yang ditunjukkan gambar (e),.

Selain itu juga, diketahui LED sendiri merupakan komponen berbasis optik, sehingga keluaran dari LED ini berupa cahaya berwarna merah dan cahaya yang dihasilkan merupakan tergolong cahaya tampak. Dari alasan itulah, dipilih LED dalam penggunaan dan diaplikasikan pada modul sensor ketinggian fotodiode ini.

Pada waktu yang sama, kondisi ketika posisi LOW aktif yang dihasilkan dari modul sensor, sinyal ini dikirimkan ke controller Arduino Uno Atmega328P seperti yang ditunjukkan gambar (d) guna mengolah, serta memproses data dari sinyal dan menginstruksi untuk mengaktifkan aktuator. *Solenoid valve* merupakan aktuator yang digunakan pada plant di proses separator ini seperti yang ditunjukkan gambar (c). Hal selanjutnya juga dilakukan saat kondisi HIGH maka kontroler memberi perintah untuk menon-aktifkan aktuator.

Adapun diperoleh respon saat kondisi *set point* LOW tercapai, pada *solenoid valve* memberi aksi menutup (*closed*), sehingga level terus bertambah sampai kondisi HIGH tercapai, hal sebaliknya respon *solenoid valve* memberi aksi membuka (*open*).



(e)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil pembuatan tugas akhir ini sebagai berikut.

- Telah dibuat rancang bangun purwarupa sistem pengendalian *level water* pada *miniplant horizontal separator* 3 fasa dalam skala laboratorium di Workshop Instrumentasi
- Telah dibuat suatu sistem pengendalian *level* air dengan digunakan modul sensor fotodioda yang diaplikasikan sebagai sensor ketinggian pada *miniplant* ini dengan *range* pengukuran *level* air yang terukur dari 6 cm hingga 16 cm dan *span* pengukuran adalah 10 cm.
- Telah dirancang modul sensor fotodioda guna kontrol ketinggian *level* air pada *miniplant* ini dengan daya sebesar 5VDC, 3A sebagai tegangan masukan pada LED telah mampu mengaktifkan serta non-aktifkan fotodioda pada modul sensor. Tegangan rata-rata yang dihasilkan ketika kondisi LOW yang terbaca saat terhalang fluida minyak adalah 0,138 volt dan saat terhalang air adalah 3,635 volt. Tegangan rata-rata yang dihasilkan ketika kondisi HIGH yang terbaca saat terhalang fluida minyak adalah 0,158 volt dan saat terhalang air adalah 3,633 volt.
- Telah dirancang sistem pengendalian *level* air *separator* 3 fasa dengan diperoleh nilai *settling time* atau proses separasi air dengan minyak yang membutuhkan waktu rata-rata 820 detik = 13,67 menit.

5.2 Saran

Dari hasil perancangan dan pembuatan serta telah dianalisa sistem pengendalian *level* pada proses separator, saran yang diperlukan yaitu:

- Perlu adanya kalibrasi sensor fotodioda menggunakan kalibrator yang standar sebelum pemakaian guna lebih akurat dalam pembacaan *level* yang nantinya diolah dan menjadi

data akurat, karena berpengaruh ketika ditampilkan di LCD pembacaan datanya secara *real-time*.

- Guna diperoleh respon sistem pengendalian yang terbaik, pada pengaplikasian pengendalian *level* air pada *miniplant horizontal separator* 3 fasa ini dapat diaplikasikan elemen pengendali akhir berupa analog *output* agar lebih mudah mencapai kondisi tunak atau *steady* pada *miniplant* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Nugroho, Ade Setio, dkk. 2013. Rancang Bangun Sensor Pengukur *Level Interface* Air dan Minyak pada *Mini Plant Separator*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Fisika FT UGM.
- [2]Anonim. 2016. <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-separator-oil-gas/>. [diakses pada tanggal 20 Maret 2016]
- [3]Gunterus, Frans. 1997, Sistem Pengendalian Proses. Elex media komputindo. Jakarta.
- [4]Rahimi, Saeid. 2012. *Three Phase Separator – Time Definition*. India: Chemwork
- [5]Arnold, Ken, Maurice, Stewart. 2013. *Surface Production Operation Design of Oil Handling Systems and Facilites*. Oxford: *Gulf Professional Publishing*.
- [6]Catatan Kerja Praktek Lapangan. Alat Separasi Minyak Bumi atau *Separator*. 23 Mei 2016. <http://iman-firmanoktah.blogspot.com/2011/05/alat-separasi-minyak-bumi-atau.html>.
- [7]Conimarsha. *Safety Control Instrument dan Process Control Instrument pada Separator*. 20 Mei 2016. <https://conimarsha.wordpress.com/2013/11/21/safety-control-instrument-dan-process-control-instrument-pada-separator/>.
- [8]Hamzah, Geby Nur. 2014. *Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Pada Tangki Pemurnian Mini Plan Biodiesel di Workshop Instrumentasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [9][Djuandi, F., 2011. Pengenalan Arduino. *E-book*. www.tobuku.com.
- [10]Sudjadi, 2005. Teori dan Aplikasi Mikrokontroler. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [11]Fraden, J, 1996, *Handbook of Modern Sensors*. California: Thermoscan, Inc
- [12][Depari, Ganti 1992, Teori Rangkaian Elektronika, CV. Sinar Baru, Bandung.

- [13]Kartiko, Ade. 2009. “RANCANG BANGUN SISTEM PENJEJAK OBYEK MENGGUNAKAN KAMERA CMU DILENGKAPI DENGAN KONTROL PID DAN PREDIKSI GERAKAN” Tugas Akhir : T.Elektronika PENS-ITS.
- [14]Riolly, A. 2015. “STUDI *INSTRUMENT MEASUREMENT PRINCIPLE* PADA *SEPARATOR TEST* PT. PERTAMINA EP - *FIELD* SANGASANGA, KALIMANTAN TIMUR“.Sangasanga: Laporan Kerja Praktik.
- [15][tanpa nama]. [tanpa tahun]. Tangki Air poly etilene. <http://www.duniatangkiair.com/tangki-air-plastik.html>
- [16]Perkakasku. com. 2016. Pompa Shimizu PS 128-bit. Bandung: PT. Perkakasku Multi Cemerlang. dapat dilihat: <http://www.perkakasku.com/pompa-air-sumur-dangkal-shimizu-ps-128bit-po135.html>
- [17]Prasetyo, Yudha. 2007. Rancang Bangun Alat Pengatur Tegangan DC Berbasis Mikrokontroler AT89s51. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- [18]Khalil, Muhammad. 2015. “RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *PRESSURE STEAM OUTPUT* BOILER PADA *POWER PLANT* DI WORKSHOP INSTRUMENTASI”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [19]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 2016)

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya, tanggal 19 Oktober 1995. Semasa mengenyam pendidikan, beliau telah menyelesaikan studi di SMA Negeri 18 Surabaya, dan kemudian beliau melanjutkan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS), Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Fisika, dengan mengambil program

studi D3 Metrologi dan Instrumentasi tahun 2013. Bidang minat yang beliau tekuni adalah disiplin ilmu Instrumentasi, dan telah mengantarkan beliau memperoleh pengalaman tak terlupakan saat magang atau praktek kerja lapangan (on job training) di PT Pertamina EP Field Sangasanga, Balikpapan, Kalimantan Timur. Magang yang telah beliau peroleh mengenai **KEMAMPUAN DASAR PERAWATAN *PRESSURE CONTROL VALVE* PADA SEPARATOR PT PERTAMINA EP FIELD SANGASANGA, BALIKPAPAN, KALIMANTAN TIMUR**. Sehingga pada kesempatan yang sama pula, beliau menyelesaikan masa studi kuliahnya dengan menulis tugas akhir berjudul “**RANCANG BANGUN PURWARUPA SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL WATER* PADA MINIPLANT HORIZONTAL SEPARATOR 3 FASA DALAM SKALA LABORATORIUM WORKSHOP INSTRUMENTASI**”.

Adapun informasi maupun pertanyaan seputar Tugas Akhir dapat hubungi secara personal maupun kontak beliau melalui via email: oktorio.rizky13@mhs.ep.its.ac.id dan via telepon +6282233441351.