



TUGAS AKHIR TF 145565

# RANCANG BANGUN SISTEM SAFETY *LEVEL* AIR PADA SEPARATOR HORIZONTAL TIPE 3 FASA PADA WORKSHOP INSTRUMENTASI

PUTRI LAILATUL QODRIYAH  
NRP 2413.031.080

Dosen Pembimbing  
DR.RIDHO HANTORO, ST, MT

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



**TUGAS AKHIR TF 145565**

**RANCANG BANGUN SISTEM *SAFETY LEVEL*  
AIR PADA *SEPARATOR* HORIZONTAL TIPE 3  
FASA PADA WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**Putri Lailatul Qodriyah  
NRP 2413.031.080**

**Dosen Pembimbing  
Dr.Ridho Hantoro, ST, MT**

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



**FINAL PROJECT – TF 145565**

**DESIGN OF SAFETY LEVEL WATER SYSTEM  
SEPARATOR HORIZONTAL TYPE 3 PHASE AT  
THE WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**Putri Lailatul Qodriyah  
NRP 2413 031 080**

**SUPERVISOR  
Dr.Ridho Hantoro, ST, MT.**

**METROLOGY INSTRUMENTATION ENGINEERING DIPLOMA III  
DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016**

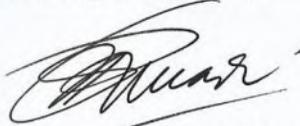
**RANCANG BANGUN SISTEM SAFETY LEVEL AIR  
PADA SEPARATOR HORIZONTAL TIPE 3 FASA  
PADA WROKSHOP INSTRUMENTASI**

**TUGAS AKHIR**

**Oleh :  
PUTRI LAILATUL QODRIYAH  
NRP. 2413 031 080**

Surabaya, 2 Agustus 2016  
Mengetahui / Menyetujui

Ketua Program Studi  
D3 Metrologi dan Instrumentasi



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

Dosen Pembimbing



Dr. Ridho Hantoro, ST, MT  
NIPN. 19761223 200501 1 001

Ketua Jurusan  
Teknik Fisika FTI – ITS



iii

## TUGAS AKHIR

### RANCANG BANGUN SISTEM SAFETY LEVEL AIR PADA SEPARATOR HORIZONTAL TIPE 3 FASA PADA WROKSHOP 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 :  
**PUTRI LAILATUL QODRIYAH**  
NRP. 2413 031 080

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

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

SURABAYA  
JUNI, 2016

# RANCANG BANGUN SISTEM *SAFETY LEVEL* AIR PADA SEPARATOR HORIZONTAL TIPE 3 FASA PADA WORKSHOP INSTRUMENTASI

Nama : Putri Lailatul Qodriyah  
NRP : 2413 031 080  
Jurusan : D3 Metrologi Instrumentasi  
Dosen Pembimbing : Dr.Ridho Hantoro, ST, MT

## Abstrak

sistem *safety level* air pada mini plant horizontal separator 3 fasa pada workshop instrumentasi, dimana terdapat *separator* yang dikendalikan ketinggiannya agar tidak terjadi pengurangan tekanan. Sensor yang digunakan dalam sistem *safety level* ini adalah sensor photodiode. Untuk memudahkan proses *safety* ini, digunakannya *microcontroller* ATmega 8535. Dengan adanya *safety* otomatis ini apabila *level* air pada dengan *set point high-high* yang terukur photodiode tidak menerima cahaya atau cahaya yang akan masuk terhalang, maka photodiode mengeluarkan nilai tegangan rata-rata  $\pm 4,647$  V dengan ADC 237 akan menyalakan alarm dan membuka selenoid valve. Nilai tegangan yang keluar dari photodiode Dari pengujian sensor untuk keadaan *set point Low-Low* photodiode tidak menerima cahaya atau cahaya yang akan masuk terhalang, maka photodiode mengeluarkan nilai tegangan rata-rata  $\pm 4,196$  V dengan ADC 205, akan menutup selenoid valve, agar *level water* tetap terjaga. Dari data yang diperoleh didapatkan penggolongan *safety* berdasarkan *safety integrity level* (SIL) yaitu SIL 1.

Kata kunci : *safety instrument system*, *separator*, sensor photodiode, mikrokontroler ATmega 8535.

## DESIGN OF SAFETY LEVEL WATER SYSTEM AT HORIZONTAL SEPARATOR 3 PHASE IN THE WORKSHOP INSTRUMENTASI

**Name** : Putri Lailatul Qodriyah  
**NRP** : 2413 031 080  
**Department** : D3 metrologi Instrumentasi  
**Advisor Lecturer** : Dr.Ridho Hantoro, ST, MT

### **Abstract**

*Safety water level system in the horizontal separator plant mini microcontroller-based 3 phase in instrumentation workshop, where there is a separator which is controlled height in order to avoid a reduction in pressure. The sensors used in the system's safety level is photodiode sensor. To facilitate this process safety, the use of microcontroller ATmega 8535. With this automatic safety when the water level in the high-high set point measurable photodiode do not receive light or the light will enter obstructed, then the photodiode issued an average voltage value  $\pm 4,647V$  with ADC 237 will turn on the alarm and open the solenoid valve. Rated voltage is out of the photodiode From the test sensor to the circumstances set point Low-Low photodiode do not receive light or the light will enter obstructed, then the photodiode issuing value of the average voltage  $\pm 4.196 V$  with ADC 205, will close the solenoid valve so that the water level is maintained. From the data obtained safety classification obtained by the safety integrity level ( SIL ) is SIL 1*

**Keywords** : safety instrument system, separator, sensor photodiode, microcontroller ATmega 8535

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

*Bismillahirrahmanirrahiim,*

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah *Subhanahuwata'ala* atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM SAFETY LEVEL AIR PADA SEPARATOR HORIZONTAL TIPE 3 FASA PADA WROKSHOP INSTRUMENTASI”** dapat terlaksana sampai akhirnya laporan tugas akhir ini dapat penulis susun hingga selesai.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Allah *Subhanahuwata'ala* yang telah membimbing dan memberikan kemudahan serta kemampuan untuk mengerjakan tugas akhir ini.
2. Orang tua tercinta (Ayahanda Nur Fadil dan Ibunda Nur Fadilah) beserta saudara yang mendukung dalam pekerjaan tugas akhir ini.
3. Ketua Jurusan Teknik Fisika FTI ITS, Bapak Agus Muhamad Hatta, ST, MSi, Ph.D.
4. Detak Yan Pratama ST MSc. selaku dosen wali yang selalu memberikan nasihat dan bimbingan selama penulis kuliah.
5. Ketua Laboratorium Workshop Instrumentasi, Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
6. Dr.Ridho Hantoro, ST, MT selaku pembimbing pada pengerjaan tugas akhir ini.
7. Seluruh mahasiswa Laboratorium Workshop Instrumentasi Teknik Fisika FTI ITS yang telah bersedia meminjamkan berbagai peralatan.
8. Teman-Teman DIII Metrologi dan Instrumentasi angkatan 2013 atas kebersamaannya khususnya TA-wan/-wati (Nanda Rinto, Fathur Rozi, R.Okto, A.Rizky.F,

Ayun. A,Geby.) yang telah bersama-sama berjuang menuju TW 114 ITS.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa terdapat banyak ketidaksempurnaan, sehingga penulis memohon maaf beserta kritik dan saran apabila terdapat ketidaksempurnaan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

Surabaya, Juni 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang	1
1.2    Perumusan Masalah	1
1.3    Batasan Masalah	1
1.4    Tujuan	2
1.5    Sistematika Laporan	2
<b>BAB II   DASAR TEORI</b>	
2.1 <i>Safety Instrument System (SIS)</i>	5
2.2    Laju Kegagalan	7
2.3    FTA ( <i>Fault Tree Analysis</i> )	8
2.4    Mode Kontroler <i>ON-OFF</i>	9
2.5 <i>Separator</i>	10
2.6    Photodiode PD333-3C	11
2.7    Modul <i>Relay</i>	13
2.8 <i>Solenoid Valve</i>	14
2.9 <i>Microcontroller AVR ATmega 8535</i>	15
<b>BAB III  PERANCANGAN DAN PEMBUATAN</b>	
<b>ALAT</b>	
3.1    Blok Diagram Perancangan Alat	17
3.2    Perancangan <i>Safety Instruments System (SIS)</i> <i>level water</i>	18
3.3    Perancangan <i>Hardware</i>	19

<b>BAB IV</b>	<b>PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Pengkajian Prinsip Kerja <i>Safety Instrument System</i>	27
4.2	Pengujian <i>Safety Intrument System level water</i>	30
4.3	Pembahasan	35
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Simbol FTA	9
<b>Gambar 2.2</b>	Grafik pengendalian <i>ON/OFF</i>	9
<b>Gambar 2.3</b>	separator 3 fasa	11
<b>Gambar 2.4</b>	Struktur Dioda	12
<b>Gambar 2.5</b>	Photodioda	12
<b>Gambar 2.6</b>	Modul <i>Relay</i>	13
<b>Gambar 2.7</b>	<i>solenoid valve</i>	15
<b>Gambar 2.8</b>	Konfigurasi pin IC ATMega8535	16
<b>Gambar 3.1</b>	<i>Flowchart</i> pengerjaan Tugas Akhir	17
<b>Gambar 3.2</b>	Blok Diagram Mini Plant Horizontal Separator	18
<b>Gambar 3.3</b>	Rancang <i>Mini Plant Safety Level Water</i>	20
<b>Gambar 3.4</b>	P&ID Separator Horizontal 3 Fasa	21
<b>Gambar 3.5</b>	P&ID sistem <i>safety</i> ketinggian Air	22
<b>Gambar 3.6</b>	blok diagram sistem <i>safety</i> ketinggian Air	22
<b>Gambar 3.7</b>	Indikator LCD 16X2	23
<b>Gambar 3.8</b>	Rangkaian <i>Safety</i>	24
<b>Gambar 3.9</b>	Rangkaian Sensor Photodioda	24
<b>Gambar 3.10</b>	( <i>Minimum System</i> ) ATMega8535	25
<b>Gambar 3.11</b>	Rangkaian <i>downloader</i>	26
<b>Gambar 3.12</b>	Konfigurasi ADC secara program	27
<b>Gambar 3.13</b>	koneksi LCD 2x16 ke <i>microcontroller</i>	28
<b>Gambar 4.1</b>	Gambar FTA	31
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik Nilai photodioda Sensor <i>High-high</i> Saat Terhalang	33
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik Nilai photodioda Sensor <i>High-high</i> Saat Tidak Terhalang	34
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik Nilai photodioda Sensor <i>Low-Low</i> Saat Terhalang	35
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik Nilai photodioda Sensor <i>Low-Low</i> Saat Tidak Terhalang	36



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Tabel <i>Level</i> SIL	6
<b>Tabel 4.1</b>	Tabel <i>Cause&amp;Effect</i>	32
<b>Tabel 4.2</b>	pengukuran Pembacaan Nilai photodiode Sensor <i>High-high</i> Saat Terhalang	33
<b>Tabel 4.3</b>	Pengukuran Nilai photodiode Sensor <i>High-high</i> Saat Tidak Terhalang	34
<b>Tabel 4.4</b>	Pengukuran Nilai photodiode Sensor <i>Low-low</i> Saat Terhalang	35
<b>Tabel 4.5</b>	Pengukuran Nilai photodiode Sensor <i>Low-low</i> Saat Tidak Terhalang	36

# 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. Wawasan dalam dunia industri sangatlah penting untuk menjadi modal awal memasuki dunia industri, oleh karena itu dibutuhkan sebuah media pembelajaran sebagai gambaran dari dunia industri proses sebagai aplikasi dari teori di lapangan.

Salah satu aplikasi di dunia industri adalah separator. Separator adalah sebuah vessel (benjanatekan) yang digunakan di perusahaan-perusahaan minyak dan gas untuk memisahkan air, minyak dan gas yang masih berupa crude oil yang baru diambil dari perut bumi. Proses pemisahan adalah bagian yang penting dalam rangkaian proses produksi, dimana terdapat beberapa variabel kontrol yang harus diperhatikan seperti ketinggian air. Air yang ada pada separator perlu dijaga ketinggiannya agar proses separasi ini dapat berlangsung dengan baik. Oleh sebab itulah, diperlukannya suatu perancangan safety alat yang berfungsi sebagai sensor ketinggian air tersebut.

### 1.2 Perumusan Masalah

Pada pelaksanaan tugas akhir ini terdapat permasalahan yaitu bagaimana perancangan sistem *safety* ketinggian air yang ada pada *separator* agar *level* air tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah?

### 1.3 Batasan Masalah

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

- Sistem safety ketinggian air pada *separator* ini menggunakan *microcontroller* AVR ATmega8535.
- Sensor yang digunakan berupa sensor photodiode dimana akan digunakannya sekat penutup agar menghasilkan tegangan yang berbeda.

## 1.4 Tujuan

Sesuai dengan latar belakang, maka tujuan tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membangun suatu sistem *safety* ketinggian pada *separator* agar *level* air tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah.

## 1.5 Sistematika Laporan

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

### **BAB I           Pendahuluan**

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

### **BAB II          Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir, antara lain teori tentang *safety* proses, mode kontroler *ON-OFF*, rancang bangun separator, sensor ketinggian menggunakan LED dan photodiode, *alarm* dan microcontroller ATmega8535

### **BAB III        Metode Penelitian**

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

### **BAB IV         Jadwal Kegiatan**

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

### **BAB V          Kesimpulan dan Saran**

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

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 *Safety Instrument System (SIS)***

*Safety Instrumented System* adalah sebuah system terintegrasi baik itu hardware atau software yang berfungsi sebagai sistem pengaman dalam kerja sebuah pabrik atau sebuah sistem pemrosesan. Dalam bahasa lainnya SIS (*Safety Instrumented System*) sistem control yang mendeteksi keadaan diluar kendali dan mengembalikannya ke keadaan semula sehingga tidak terjadi hal yang bisa berakibat fatal bagi manusia ataupun komponen pabrik lainnya. *Safety Instrumented System* ini terdiri dari logika pemecah, sensor, dan aktuator untuk tujuan mengambil proses ke keadaan aman ketika yang normal set poin yang telah ditentukan terlampaui, atau kondisi aman operasi dilanggar. SIS ini sendiri muncul setelah adanya bahaya yang terjadi pada pabrik-pabrik dunia. <sup>[3]</sup>

*Safety Instrumented System* berfungsi melindungi jika ada kejadian tak terduga yang menyebabkan kecelakaan fatal, polusi lingkungan, serta kecelakaan pada suatu proses instrumentasi industri. *Safety Instrumented System* dirancang dan dibangun untuk mengurangi resiko terjadinya kecelakaan pada suatu kontrol proses yang dapat mengancam kehidupan manusia dan keselamatan lingkungan hidup. SIS terdiri dari sensor untuk masukan sinyal dan daya, sinyal input interfacing dan pengolahan, logika pemecah, output pemrosesan sinyal, dan yang terakhir aktuator dan katup atau perangkat switching untuk menyediakan elemen kontrol akhir. Proses pada *Safety Instrumented* sistem dikendalikan oleh suatu logika melalui mikrokontroller, PLC atau terdistribusi melalui DCS oleh pemantauan nilai-nilai proses, suhu, tekanan, atau aliran dan memanipulasi akhir unsur-unsur seperti katup yaitu aktuator. Bila nilai melebihi setpoint, maka alarm dikeluarkan oleh operator untuk mengambil tindakan. Namun, jika tindakan operator tidak berhasil untuk menangani proses di bawah kendali, maka *Safety Instrumented Sistem* secara otomatis bekerja, proses bergerak

untuk keadaan aman untuk pencegahan kemungkinan terjadinya kecelakaan. *Safety Instrumented Sistem* akan bekerja apabila alarm signal yang dikirim oleh *field devices* menunjukkan kondisi kritikal (Hi-Hi berarti *very high* atau Lo-Lo berarti *very low*).<sup>[4]</sup>

Penentuan SIS ini sendiri dilakukan dengan berbagai metode analisis yaitu Hazard dan studi operabilitas (HAZOP), lapisan analisis perlindungan (Lopa), grafik risiko, dan sebagainya. Sesuai dengan standart internasional untuk SIS yang tercantum dalam IEC 61511 dan IEC 61508.<sup>[4]</sup>

SIL adalah tingkat kemampuan SIF yang harus berhasil melakukan risk reduction yang disyaratkan. SIL berhubungan dengan Probability of Failure on Demand (PFD) dari suatu SIF. Semakin tinggi nilai SIL, maka PFD dari SIS semakin kecil. Tingkat SIL dari suatu SIS ditentukan oleh nilai PFD dari tiap-tiap SIF penyusun SIS itu sendiri, yaitu transmitter, logic solver dan on-off valve serta arsitektur/konfigurasi elemen-elemen tersebut dalam membangun SIS. PFD merupakan angka target untuk SIL. PFD merupakan probabilitas suatu komponen / sistem gagal menjalankan fungsi yang dimintakan. ANSI/ISA-84.01-1996 mendefinisikan tiga tingkat SIL, yaitu SIL1, SIL2, SIL3. Adapun definisi SIL 4 yang merujuk ke standar International Electrotechnical Commission (IEC). Tingkatan SIL dijelaskan dalam tabel sebagai berikut<sup>[5]</sup>.

**Tabel 2.1** Level SIL.

Safety Integrity Level	Safety	Probability of Failure on Demand	Risk Reduction Factor
<b>SIL 4</b>	<b>&gt; 99.99%</b>	<b>0.001% to 0.01%</b>	<b>100,000 to 10,000</b>
<b>SIL 3</b>	<b>99.9% to 99.99%</b>	<b>0.01% to 0.1%</b>	<b>10,000 to 1,000</b>
<b>SIL 2</b>	<b>99% to 99.9%</b>	<b>0.1% to 1%</b>	<b>1,000 to 100</b>
<b>SIL 1</b>	<b>90% to 99%</b>	<b>1% to 10%</b>	<b>100 to 10</b>

## 2.2 Laju Kegagalan

Laju kegagalan ( $\lambda$ ) adalah nilai berapa besar kegagalan yang terjadi persatuan waktu, dimana laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi komponen atau system.<sup>[13]</sup>

Menghitung besarnya nilai laju kegagalan dapat digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$\lambda(t) = \frac{f}{T} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\lambda(t) = \frac{1}{MTTF} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

$f$  = kegagalan selama jangka waktu operasi

$T$  = total waktu operasi.

MTTF = rata – rata kegagalan yang terjadi.

Untuk perhitungan nilai PFD dari sebuah SIF, diperlihatkan pada perhitungan berikut:

$$PDF_{avg-element} = \frac{\lambda_{element} \times T_i \text{ element}}{D} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

$\lambda$  = laju kegagalan (*failure rate*) dari *equipment*

$T_i$  = *Test interval* ( $T_i$ )

$D$  = *Demand*

Sehingga:

$$PDF_{avg SIF} = PDF_{avg sensor} + PDF_{avg logic solve} + PDF_{avg final element} \dots \dots \dots (2.5)$$

Sehingga dapat dinyatakan nilai PFD dipengaruhi oleh laju kegagalan (*failure rate*) dari tiap *equipment* serta *Test interval* ( $T_i$ ) yang dilakukan. Artinya bahwa semakin besar nilai laju

kegagalan dalam *equipment* instrument, maka akan semakin besar pula kemungki terjadinya kegagalan system serta memperkecil penurunan resiko kegagalan. Sebaliknya, dengan semakin sering dilakukan pengujian, maka kemungkinan laju kegagalan juga semakin kecil dan memperbesar penurunan resiko kegagalan.<sup>[13]</sup>

### 2.3 FTA (*Fault Tree Analysis*)

*Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan metode analisis *top down* yang digunakan untuk mencari kejadian dan kombinasi kejadian yang menyebabkan kerusakan dalam sistem. Keuntungan penggunaan metode FTA adalah dapat memperoleh penyebab permasalahan yang berupa kejadian dasar dan atau kombinasinya melalui pelaksanaan analisis *top down* dengan terlebih dahulu menggambarkan keadaan dalam system. FTA bertujuan untuk mengetahui adanya kejadian tunggal dan atau kombinasinya yang akan menyebabkan munculnya *top level event* pada sistem. *Output* tahap FTA adalah gambaran sistem secara menyeluruh dengan grafik Boolean dan minimal *cut-set* dari *top level event*.<sup>[13]</sup> FTA menggunakan dua simbol utama yang disebut *events* dan *gates*. Ada tiga tipe *event*, yaitu:

#### a. *Primary Event*

*Primary event* adalah sebuah tahap dalam proses penggunaan produk yang mungkin saat gagal. *Primary event* lebih lanjut dibagi menjadi tiga kategori yaitu:

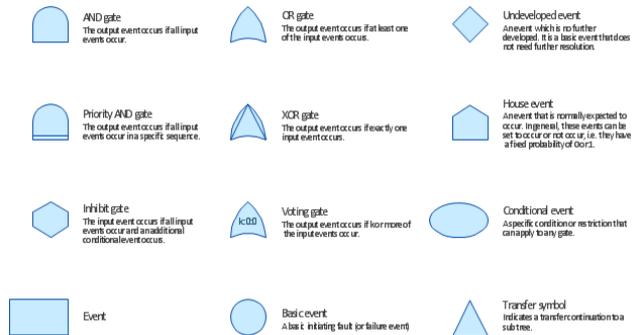
1. *Basic events*,
2. *Undeveloped events*,
3. *External events*.

#### b. *Intermediate Event*

*Intermediate Event* adalah hasil dari kombinasi kesalahan-kesalahan, beberapa diantaranya mungkin *primary event*. *Intermediate event* ini ditempatkan ditengah-tengah sebuah *fault tree*.

c. *Expanded Event*

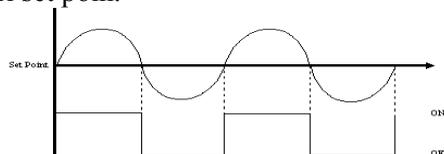
*Expanded Event* membutuhkan sebuah *fault tree* yang terpisah dikarenakan kompleksitasnya. Untuk *fault tree* yang baru ini, *expanded event* adalah *undesired event* dan diletakan pada bagian atas *fault tree*.



**Gambar 2.1** Simbol FTA

## 2.4 Mode Kontroler *ON-OFF*

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



**Gambar 2.2** Grafik pengendalian *ON/OFF*

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

## 2.5 Separator

*Separator* merupakan komponen utama sebuah PLTP yang berfungsi untuk memisahkan minyak air dan gas. Pada *separator* terdapat tekanan uap dan ketinggian air yang harus dijaga, karena pada separator yang digunakan ini tekanan maksimalnya 7 bar. Dan untuk ketinggian air harus dijaga agar tekanan pada separator tidak banyak yang hilang terbuang.

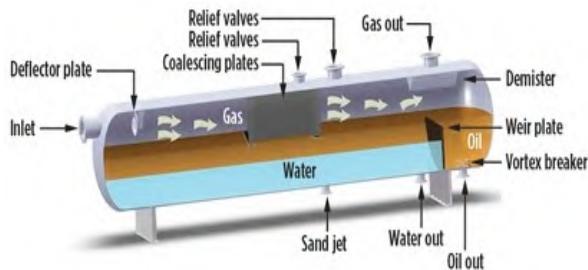
Separator memiliki dua buah macam tipe, yang pertama adalah separator 2 fasa yang berfungsi untuk mensimulasikan pemisahan fasa gas dan fasa cair. Kedua adalah separator 3 fasa yang berfungsi untuk mensimulasikan pemisahan fasa gas, fasa cair “ringan” dan fasa cair “berat”. Contoh untuk fasa cair “ringan”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

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

1. Kecepatan aktual gas di dalam badan separator harus lebih kecil dari kecepatan minimum butiran cairan yang jatuh secara gravitasi ke bagian bawah separator. Jika ini dilanggar, maka konsekuensinya adalah cairan dapat terbawa ke aliran gas. Ini dikenal sebagai liquid carry over. Kriteria ini umumnya tidak sensitive untuk

separator biasa karena pada umumnya besaran separator bukan ditentukan oleh kriteria ini, melainkan waktu tinggal cairan di dalam separator.

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



**Gambar 2.3** separator 3 fasa<sup>[2]</sup>

## 2.6 Photodiode PD333-3C

*Photodiode* adalah suatu jenis dioda yang resistansinya berubah-ubah kalau cahaya yang jatuh pada dioda berubah-ubah intensitasnya. Dalam gelap nilai tahanannya sangat besar hingga praktis tidak ada arus yang mengalir. Semakin kuat cahaya yang jatuh pada dioda maka makin kecil nilai tahanannya, sehingga arus yang mengalir semakin besar.

Spesifikasi *Photodiode* sebagai berikut :

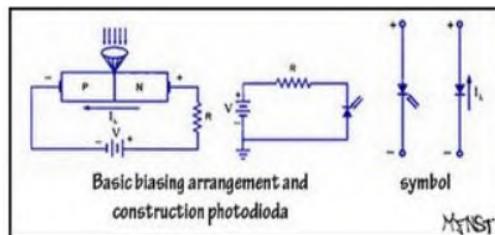
1. Fast response time

2. High photo sensitivity
3. Small junction capacitance
4. Anggle of half intensity  $\pm 25^\circ$

*Photodiode* dapat dipergunakan untuk :

- Sistem pengamanan
- *High speed Photo detector*
- Kamera

*Photodiode* terbuat dari bahan semikonduktor. Biasanya yang dipakai adalah silicon (Si) atau gallium arsenide (GaAs), indium antimonide (InSb), indium arsenide (InAs), lead selenide (PbSe), dan timah sulfide (PBS). Bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang. Misalnya dari 250 nm ke 1100 untuk nm silicon dan 800 nm ke 2,0  $\mu\text{m}$  untuk GaAs. *Photodiode* adalah jenis dioda yang berfungsi mendeteksi cahaya.



**Gambar 2.4** Struktur Dioda ( Malvino, 2003 )<sup>[10]</sup>



**Gambar 2.5** Photodiode ( Malvino, 2003 )<sup>[10]</sup>

Prinsip kerja *photodiode* sebagai berikut :

1. Cahaya yang diserap oleh *photodiode*

2. Terjadinya pergeseran foton
3. Menghasilkan pasangan electron-hole dikedua sisi
4. Electron menuju [+] sumber & hole menuju [-] sumber

Karakteristik photodiode sebagai berikut :

1. *Photodiode* mempunyai respon 100 kali lebih cepat daripada phototransistor
2. Dikemas dengan plastik transparan yang juga berfungsi sebagai lensa. Lensa tersebut lebih dikenal sebagai dengan lensa Fresnel dan *optical filter*
3. Penerima infra merah juga dipengaruhi oleh *active area* dan *respond time*

## 2.7 Modul Relay

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



**Gambar 2.6** Modul *Relay* <sup>[1]</sup>

Pada dasarnya inti dari suatu modul *relay* adalah *relay* itu sendiri. *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.<sup>[1]</sup>

## 2.8 Solenoid Valve

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

Prinsip kerja dari solenoid valve/katup (*valve*) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari solenoid valve akan keluar cairan yang berasal dari *supply*, pada umumnya solenoid valve mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



**Gambar 2.7** solenoid valve<sup>[2]</sup>

## 2.9 Microcontroller AVR ATmega 8535

*Microcontroller* merupakan suatu rangkaian terintegrasi (*IC*) dengan kepadatan yang sangat tinggi dan semua bagian yang diperlukan oleh suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping yang didalamnya terdiri dari pusat pemroses (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), EEPROM / EPROM / PROM, unit *input/output*, antarmuka serial dan parallel, *timer* dan *counter*, serta *interrupt* kontroler. Mikrokontroler tersedia dalam beberapa pilihan, tergantung dari keperluan dan kemampuan yang diinginkan. Mikrokontroler yang banyak beredar biasanya terdiri dari 4, 8, 16 atau 32 bit.

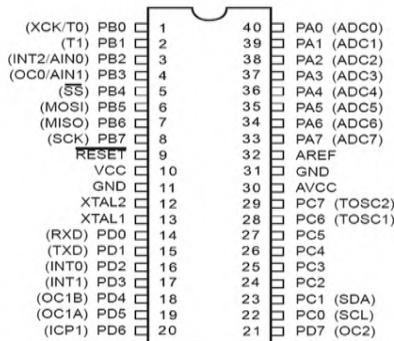
*Microcontroller* AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (*16-bits word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi *clock*. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 *clock*. RISC adalah *Reduced Instruction Set Computing* sedangkan CISC adalah *Complex Instruction Set Computing*.

AVR dikelompokkan kedalam 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan keluarga AT86RFxx. Dari kesemua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran *onboard memori*, *on-board peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan mereka bisa dikatakan hampir sama.

### Konfigurasi Pin ATmega8535

- VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya
- GND merupakan Pin *Ground*
- Port A (PA0-PA7) merupakan pin I/O dan pin masukan ADC
- Port B (PB0-PB7) merupakan pin I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus yaitu *Timer/Counter*, komparator Analog dan SPI
- Port C (PC0-PC7) merupakan port I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan *Timer Oscillator*
- Port D (PD0-PD7) merupakan port I/O dan pin fungsi khusus yaitu komparator analog dan *interrupt eksternal* serta komunikasi serial
- RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock eksternal*
- AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC
- AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC

Mikrokontroler ATMEGA 8535 memiliki 40 pin dengan susunan seperti pada gambar 2.7 di bawah ini :



**Gambar 2.8** Konfigurasi pin IC ATmega8535<sup>[2]</sup>



**(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)**

## BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

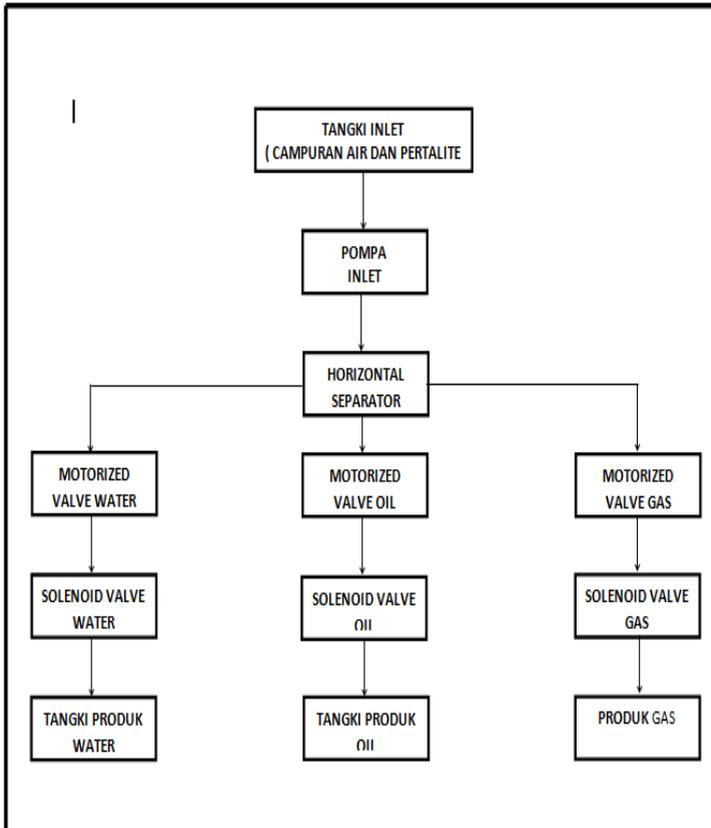
Bab ini menjelaskan mengenai perancangan dan pembuatan alat yang meliputi penentuan komponen yang digunakan, perancangan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*), serta perancangan dan pembuatan perangkat lunak (*software*). Dimana *hardware* terdiri dari komponen-komponen elektronika, yaitu sensor dan *microcontroller* AVR.



**Gambar 3.1** Flowchart pengerjaan Tugas Akhir

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

Pada tugas akhir ini adalah merancang sebuah sistem kontrol *level oil* di unit *horizontal separator* yang terintegrasi dengan *Microcontroller* Atmega 8535. Perancangan sistem *safety level* ini di aplikasikan pada *mini plant horizontal separator*.



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

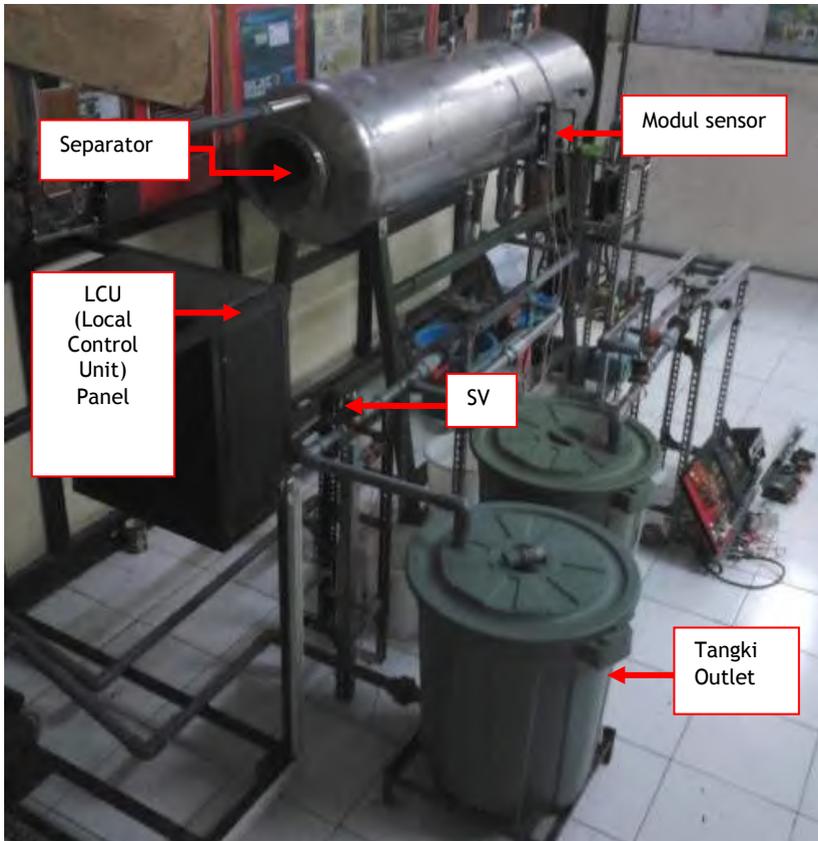
Pada *mini plant horizontal separator* ini terdapat beberapa bagian penting, yaitu :

- **Tangki Inlet** adalah tangki yang berfungsi sebagai penampung bahan pengganti *crude oil* yaitu pertalite dan air.
- **Horizontal Separator** adalah bagian yang berfungsi sebagai tempat pemisahan antara air , pertalite, dan gas.

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

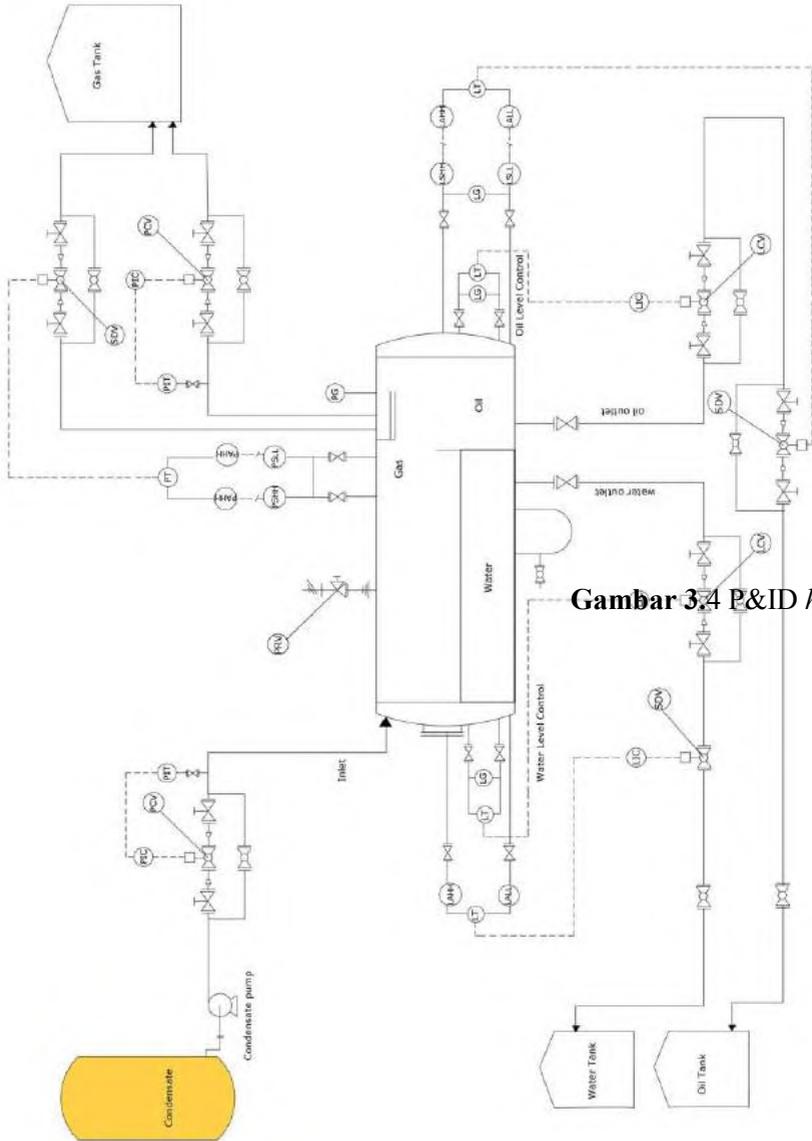
### **3.3 Perancangan *Safety Instruments System (SIS) level water***

sistem *safety level water* pada *mini plant horizontal separator* 3 fasa berbasis mikrokontroler di workshop instrumentasi, dimana terdapat *separator* yang dikendalikan ketinggiannya agar tidak terjadi pengurangan tekanan dan . Sensor yang digunakan dalam sistem *safety level* ini adalah sensor photodiode. Untuk memudahkan proses *safety* ini, digunakannya *microcontroller* ATmega 8535. Dengan adanya *safety* otomatis ini apabila *level* air pada *set point high* maka secara otomatis akan menyalakan atau mengaktifkan *alarm* dan selenoid valve dan apabila *level* air dalam *set point low* maka *alarm* akan mati secara otomatis. Sehingga dengan adanya *safety level* secara otomatis ini *level* airnya tetap terjaga.

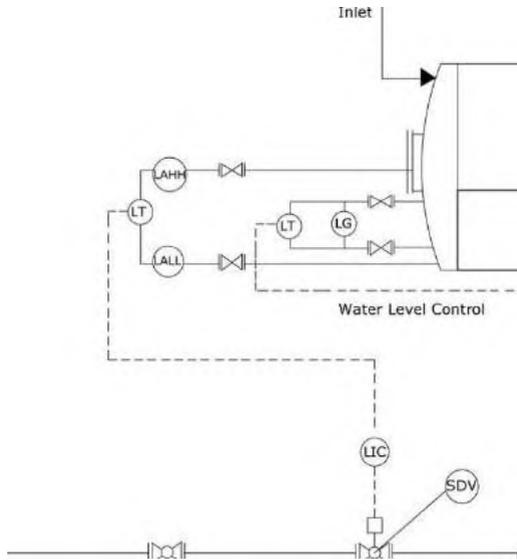


**Gambar 3.3** Rancangan *mini plant safety level water*

Pada perancangan SIS terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan untuk *hardware* ini dimulai dari perancangan *plant safety* ketinggian, suplai daya, perancangan sistem akuisisi data, sistem penyajian data, sistem eksekusi data, serta sistem komunikasi data.

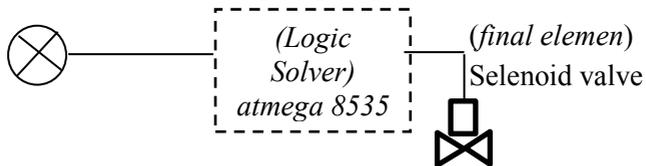


Gambar 3.4 P&ID horizontal se



**Gambar 3.5** P&ID Sistem *Safety* Ketinggian Air

(Sensor)  
photodioda



**Gambar 3.6** Blok diagram sistem *safety* ketinggian Air

Sistem *safety* ketinggian ini dibantu dengan adanya LED (*Light Emiting Dioda*) sebagai pemancar cahaya yang akan diserap oleh photodioda serta diberikannya penghambat datangnya cahaya berupa pertalit untuk mengurangi nilai tegangan yang keluar dari photodioda. Kemudian nilai-nilai tersebut akan digunakan sebagai masukan Port A pada minsis

(*Minimum System*). Port A ini berfungsi sebagai *Analog to digital Converter* (ADC), yang selanjutnya akan dimasukkan ke dalam *Microcontroller*. *Microcontroller* mengirimkan perintah untuk menyalakan alarm dan membuka *solenoid valve*.

### 3.4 Perancangan *Hardware*

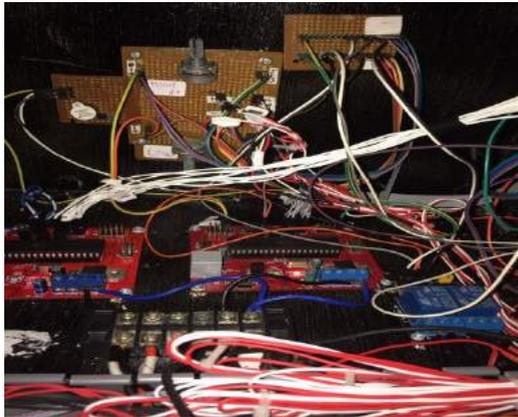
#### 3.4.1 Perancangan SIS

Dalam perancangan SIS ini dirancang sesuai dengan tingkat bahaya yang akan terjadi pada *level* air separator dimana bahaya yang terjadi merupakan ledakan pada separator. Untuk itu dipasanglah photodiode pada *level glass* separator pada bagian atas tangki dan *solenoid valve*. Sehingga dari peralatan-peralatan diatas didapatkan definisi perancangan sebagai berikut:

1. Dibuatlah panel box rangkaian pengontrol photodiode dan *solenoid valve* menggunakan atmega 8535 sebagai mikrokontroler. Dalam panel box tersebut dibuatlah rangkaian *powersupply*, dan rangkaian LCD.
2. Dibuatlah sambungan photodiode yang merupakan analog input pada atmega 8535 serta dibuat sambungan untuk *solenoid valve*. Pada sambungan BDV ini diberikan *bypass switch* yang bertujuan sebagai fasilitas perbaikan atau *maintenance* tanpa *shutdown system*. Sehingga pada saat *bypass* kondisi ON, apapun yang terjadi pada pembacaan photodiode, maka *solenoid valve* akan tetap pada kondisi *close*.
3. Dibuatlah rangkaian SIS *level* air separator secara keseluruhan dirangkai menjadi satu yang kemudian di program dan dilakukan pengujian.



**Gambar 3.7** Indikator LCD 16x2



**Gambar 3.8** Rangkaian *Safety*

#### 3.4.2 Perancangan Sensor Ketinggian Photodioda

Dengan bantuan tegangan 5 Volt DC ini berfungsi untuk membuat LED menyala atau aktif agar memberikan nilai keluaran tegangan yang rendah pada photodioda. Dan saat cahaya dari LED terhalang maka akan memberikan nilai tegangan yang tinggi pada photodioda. Nilai-nilai tersebut dimasukan ke rangkaian *voltage divider*, dimana dibantu dengan tegangan 5 Volt DC. Dengan bedanya nilai keluaran tegangan pada photodioda maka, nilai tegangan yang akan keluar pun berbeda-beda. Nilai keluaran dari photodioda akan diolah dengan bantuan *microcontroller*.

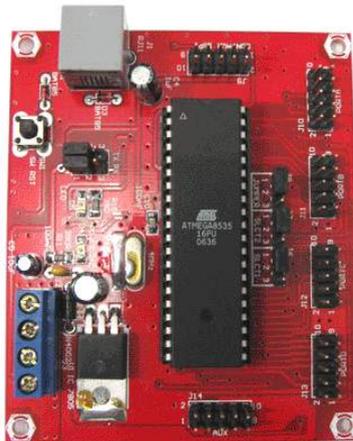


**Gambar 3.9** Rangkaian Sensor Ketinggian Menggunakan LED Dan Photodioda

### 3.4.3 Perancangan *Microcontroller* AVR ATmega8535

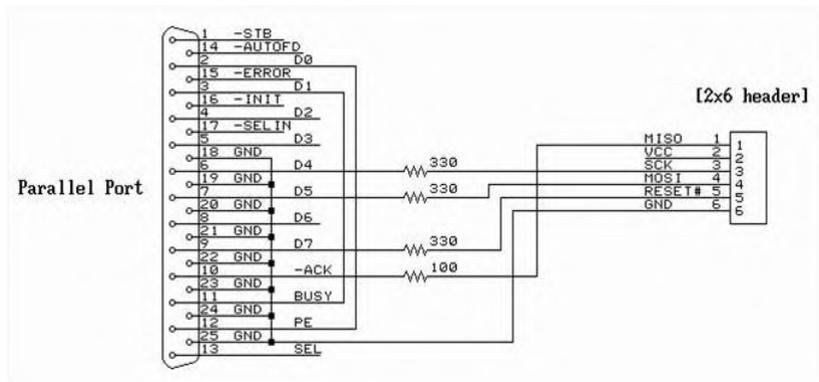
AVR merupakan seri *microcontroller* CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang ditingkatkan. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*.

Mempunyai ADC dan *PWM internal*. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATmega16 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Untuk lebih jelas tentang arsitektur dari ATmega8535 ditunjukkan pada gambar 3.7 ATmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses.



**Gambar 3.10** (*Minimum System*) ATmega8535<sup>[2]</sup>

Perancangan *minimum system microcontroller AVR* ATmega8535 dimaksudkan untuk mendapatkan suatu sistem kontrol yang sesuai dengan kebutuhan dan menghubungkan mikrokontroler yang berisi alur program dengan peralatan lain yang dibutuhkan. *Microcontroller* berfungsi membangkitkan pulsa PWM yang digunakan untuk mengatur dan juga memberi informasi besarnya prosentase *duty cycle* untuk menswitch MOSFET pada rangkaian *buck converter*. Sedangkan untuk mendownload program dari PC ke mikrokontroler di gunakan rangkaian *downloader*. Jadi dari kedua diagram rangkaian diatas mikrokontroler sudah dapat digunakan untuk melakukan proses yang diperlukan.



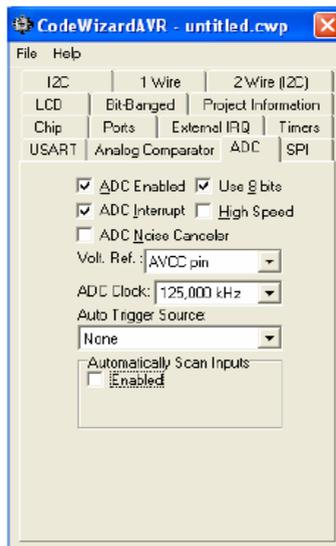
**Gambar 3.11** Rangkaian *downloader*<sup>[2]</sup>

#### 3.4.4 Perancangan Inisialisasi ADC Pada *Microcontroller*

Pada *microcontroller AVR* ATmega8535 sudah tersedia fasilitas berupa ADC (*Analog to Digital Converter*). ADC mengkonversi tegangan masukan *analog* ke nilai *digital* 8 bit secara berurutan. Nilai tegangan minimum dijadikan *ground* dan nilai tegangan maksimal dijadikan tegangan referensi dengan pin minus 1 LSB. Tegangan referensi dapat dipilih AVCC atau AREF dengan inisialisasi pada *codewizard*.

Pada perancangan tugas akhir ini dipilih AVCC sebagai tegangan referensi dengan menyambung pin AVCC dengan VCC mikrokontroller. Ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk inisialisasi ADC, yaitu penentuan *clock*, tegangan *referensy*, format data *output* dan *mode* pembacaan. Dimana *Vin* adalah tegangan pada pin *input* yang terpilih dan *Vref* adalah tegangan referensi yang dipilih. Sedangkan 255 adalah nilai desimal dari 8 bit dikurangi 1.

Pada tugas akhir ini pin-pin yang digunakan sebagai masukan ADC adalah pada PORTA.0. Digunakannya PORTA karena pada PORTA hanya dapat digunakan sebagai masukan analog untuk ADC . Pada PORTA.0 digunakan sebagai masukan dari umpan balik sensor tegangan. Sedangkan inisialisasi ADC secara program pada *software CodeVision AVR*. ditunjukkan pada gambar 3.9 sebagai berikut:



**Gambar 3.12** Konfigurasi ADC Secara Program

Inisialisasi program ADC berdasarkan *Run the CodeWizardAVR automatic program generator*, didapatkan bahwa ADC ini menggunakan :

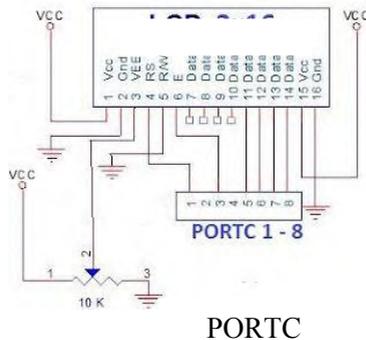
- 8 bit dengan ADC *interrupt*.
- AVCC sebagai tegangan referensi , *max 5V min 2.75 V*
- *Clock* = 125.000 kHz.

### 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 3.13** Koneksi LCD 2 X 16 ke *microcontroller*



*[Halaman Ini Sengaja Dikosongkan]*

## BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengkajian Prinsip Kerja *Safety Instrument System*

*Safety Instruments System (SIS) level water* yang dirancang merupakan sebuah rangkaian penanggulangan bahaya dari separator dimana pada tugas akhir ini dibuat sebuah *mini plant* separator tiga fasa. Pada umumnya SIS disini memiliki lapisan-lapisan penanggulangan bahaya tergantung dari tingkat keparahan bahaya yang terjadi dari *plant* itu sendiri, karena ini merupakan sebuah *mini plant* dengan maksimum *over pressure* hanya mencapai 6-8bar maka *mini plant* ini dikategorikan kedalam *mini plant* dengan tingkat bahaya rendah. Sehingga pada *mini plant* ini hanya diperlukan *safety* yang sebagaimana telah dibuat. SIS ini dirancang dan ditentukan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi dan *mini plant* separator.

Mekanisme kerja pada rancang SIS *level water* separator tiga fasa ini adalah untuk menjaga ketinggian air pada separator dengan tujuan agar volume air pada separator tidak mencapai ketinggian *inlet*, serta menjaga tekanan yang ada pada separator agar tidak langsung terbuang percuma. Tekanan merupakan hal yang sangat vital dalam separator karena dengan tekanan dapat mengalirkan fluida ke proses selanjutnya serta dengan tekanan juga proses pemisahan pada separator dapat terjadi dengan baik. Selain itu separator merupakan sebuah bejana bertekanan sehingga sangat mungkin untuk terjadi ledakan jika terdapat *over pressure*. SIS disini bekerja ketika pengendalian *level* air sudah tidak dapat memenuhi fungsinya atau melewati setpoint yang ditentukan. Kemudian *level* yang melebihi setpoint pengendalian ini dibaca sebagai bahaya oleh SIS. Pada plant ini, SIS bekerja pada ketinggian setpoint 18cm dengan pembacaan tegangan 4,647 V untuk *High-High level water*. Sehingga terjadi kondisi ketika *level* itu mencapai ketinggian air *High-High level water*, photodiode akan membaca sebagai bahaya. Hasil bacaan photodiode ini akan diolah oleh atmega 8535 sebagai data untuk memberikan aksi kepada *solenoid valve*. Ketika ketinggian 18 cm

atmega 8535 akan mengirimkan perintah untuk menyalakan alarm dan membuka *solenoid valve*. Ketika ketinggian set point 4 cm dengan pembacaan tegangan 4,196 V untuk *low-low level water*. Photodiode akan membaca sebagai bahaya. Hasil bacaan photodiode ini akan di olah atmega 8535 sebagai data untuk memberikan aksi berupa alarm dan menutup *solenoid valve*.

Pada proses pembuatan SIS ini dibuatlah skenario design pembuatan SIS agar mengetahui golongan tingkat bahaya dari SIS yang telah dibuat. Dilakukan perhitungan PFD (*Probability Failure on Demand*) sebagai berikut dengan nilai  $\lambda$  dan  $D$  yang diambil dari tabel oreda:

$$PFD_{komponen} = \frac{\lambda \cdot T_i}{D}$$

dimana:

$\lambda$  : failure rate untuk tiap komponen

$T_i$  : waktu interval untuk tiap komponen

$D$  : demand untuk tiap komponen

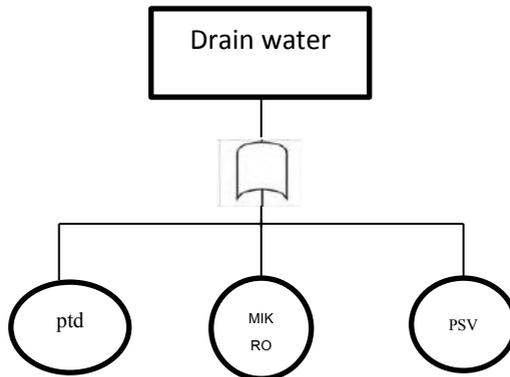
$$\begin{aligned} PFD_{photodiode} &= \frac{\lambda \cdot T_i}{D} \\ &= \frac{(0,0079 \times 10^{-6}) \times 8760}{1,3} \\ &= 0,000053234^{[20]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PFD_{logic\ solver\ (mikro)} &= \frac{\lambda \cdot T_i}{D} \\ &= \frac{(2,5 \times 10^{-6}) \times 8760}{2} \\ &= 0,0109^{[31]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PFD_{psv} &= \frac{\lambda \cdot T_i}{D} \\ &= \frac{(25,28 \times 10^{-6}) \times 8760}{6,5} \\ &= 0,03406966 \end{aligned}$$

Dalam perancangan ini, dilakukan perhitungan nilai PFD dengan menggunakan metode FTA, sehingga dari hasil diatas

ditemukan FTA. Dari gambar FTA tersebut kemudian dapat diketahui nilai PFD total.



**Gambar 4.1** Gambar FTA

$$\begin{aligned}
 PFD_{total} &= PFD_{photodiode} + PFD_{logic\ solver} + PFD_{psv} \\
 &= 0,000053234 + 0,0109 + 0,03406966 \\
 &= 0,0450229
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dikategorikan sebagai SIL 1 (*safety integrated level*) dengan range 0,01-0,1 untuk SIL 1, sehingga pembuatan dari SIS ini mengacu pada tabel 2.1 yaitu SIL 1 dimana dalam 10 sampai 100 kali berjalannya proses hanya dikehendaki 1 kali kegagalan.

#### 4.1.1 Analisa SIS dengan Hazop

- Penentuan tabel *cause & effect*

Pada perancangan ini, dibuatlah tabel *cause and effect* untuk melihat aksi serta respon ketika adanya bahaya seperti dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 4.1** Tabel *Cause&Effect*

EFFECT CAUSE	Indikator <i>Alarm</i> Menyala	<i>Selenoid</i> <i>valve</i> membuka	<i>Selenoid</i> <i>valve</i> menutup	<i>Solenoid</i> Membuka+ Indikator <i>alarm</i> Menyala
ketinggian $\geq 4$ cm	✓		✓	
ketinggian $\geq 18$ cmi	✓	✓		✓

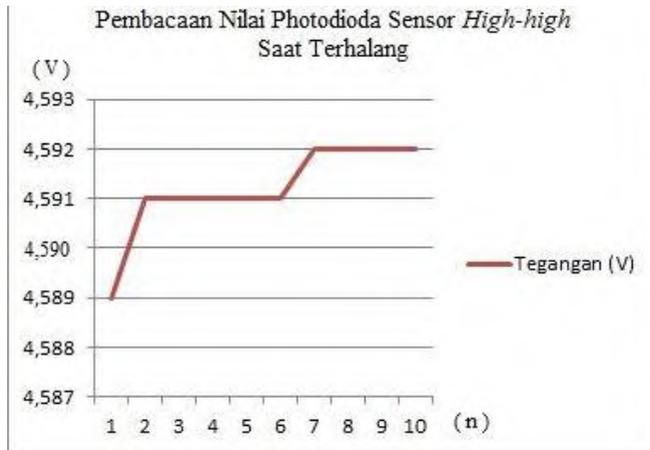
#### 4.2 Pengujian *Safety Intrument System level water*

Berikut merupakan pengujian sistem alat SIS yang terdiri dari photodiode, rangkaian kontroler dengan atmega 8535 dan solenoid valve disambungkan dengan *power supply* 24v. Dalam pengujian tersebut didapatkan hasil setpoint SIS yaitu bekerja pada ketinggian 4 cm untuk *low- low level* dan 18cm untuk *High-High level*.

Berikut adalah data berupa tabel yang terdiri dari pengujian pembacaan photodiode tegangan yang dihasilkan.

**Tabel 4.2** pengukuran Pembacaan Nilai photodiode Sensor *High-high* Saat Terhalang

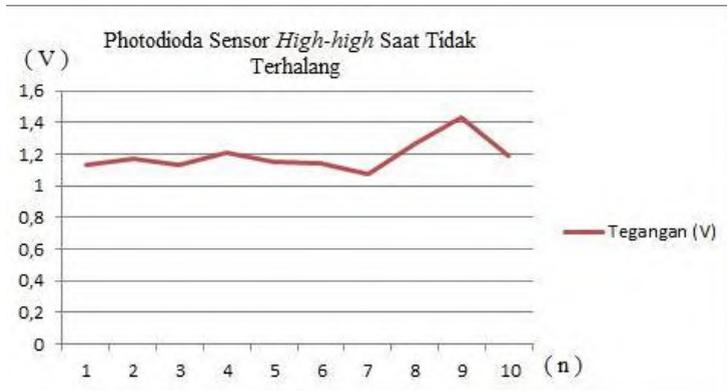
Pengujian ke-n	Tegangan (V)
1	4,589
2	4,591
3	4,591
4	4,591
5	4,591
6	4,591
7	4,592
8	4,592
9	4,592
10	4,592
<b>Rata-rata</b>	<b>4,592</b>



**Gambar 4.2** Grafik Nilai photodiode Sensor *High-high* Saat Terhalang

**Tabel 4.3** Pengukuran Nilai photodioda Sensor *High-high* Saat Tidak Terhalang

Pengujian ke-n	Tegangan (V)
1	1,129
2	1,170
3	1,134
4	1,208
5	1,156
6	1,140
7	1,072
8	1,271
9	1,432
10	1,190
<b>Rata-rata</b>	<b>1,261</b>



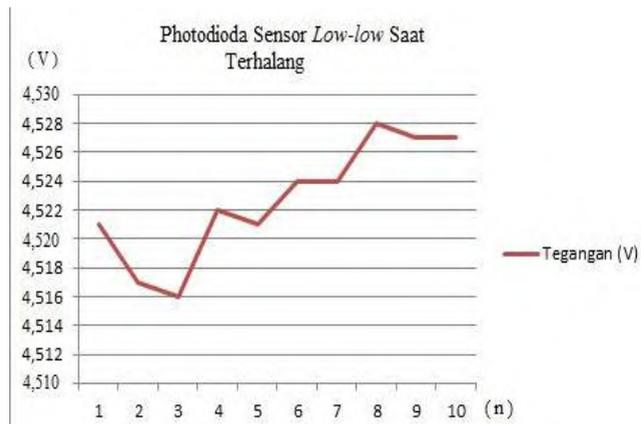
**Gambar 4.3** Grafik Nilai photodioda Sensor *High-high* Saat Tidak Terhalang

Dari tabel di atas dapat diketahui jika photodioda tidak menerima cahaya atau cahaya yang akan masuk terhalang, maka photodioda mengeluarkan nilai tegangan rata-rata  $\pm$

4,592V, dan jika photodiode menerima cahaya secara langsung, maka nilai tegangan rata-ratanya adalah  $\pm 1,261$  V.

**Tabel 4.4** Pengukuran Nilai photodiode Sensor *Low-low* Saat Terhalang

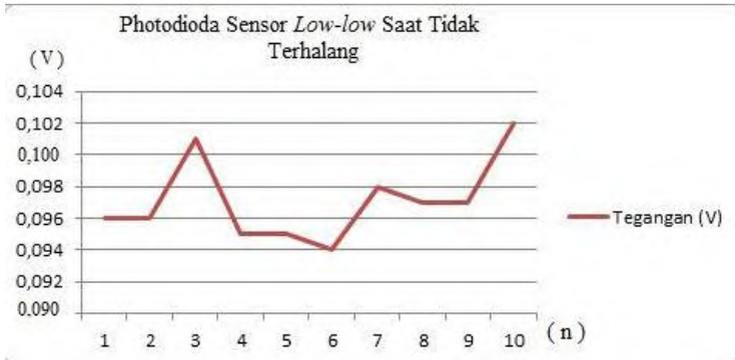
Pengujian ke-n	Tegangan (V)
1	4,521
2	4,517
3	4,516
4	4,522
5	4,521
6	4,524
7	4,524
8	4,528
9	4,527
10	4,527
<b>Rata-rata</b>	<b>4,525</b>



**Gambar 4.4** Grafik Nilai photodiode Sensor *Low-Low* Saat Terhalang

**Tabel 4.5** Pengukuran Nilai photodioda Sensor *Low-low* Saat Tidak Terhalang

Pengujian ke-n	Tegangan (V)
1	0,096
2	0,096
3	0,101
4	0,095
5	0,095
6	0,094
7	0,098
8	0,097
9	0,097
10	0,102
<b>Rata-rata</b>	<b>0,099</b>



**Gambar 4.5** Grafik Nilai photodioda Sensor *Low-Low* Saat Tidak Terhalang

Dari tabel diatas dapat diketahui jika photodioda tidak menerima cahaya atau cahaya yang akan masuk terhalang, maka photodioda mengeluarkan nilai tegangan rata-rata  $\pm 4,525$  V, dan jika photodioda menerima cahaya secara langsung, maka nilai resistansi rata-ratanya adalah  $\pm 0,099$  V.

### 4.3 Pembahasan

Dari penujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kinerja dari *Safety Instruments System level water separator* dengan menggunakan sensor photodioda dapat bekerja dengan baik untuk dapat memvariasikan tegangan inputan yang dapat diolah. Sensor photodioda yang digunakan ini membutuhkan cahaya dari LED, jadi LED disini digunakan sebagai *transceiver* cahaya dengan tegangan tetap dan photodioda sebagai *receiver* cahaya yang akan dirubah menjadi nilai-nilai tegangan yang bervariasi, tergantung dengan cahaya yang masuk atau yang diterima photodioda itu sendiri.

Nilai tegangan yang keluar dari photodioda Dari pengujian sensor untuk keadaan *set point high-high* yang terukur photodioda tidak menerima cahaya atau cahaya yang akan masuk terhalang, maka photodioda mengeluarkan nilai tegangan rata-rata  $\pm 4,592V$ , dan jika photodioda menerima cahaya secara langsung, maka nilai tegangan rata-ratanya adalah  $\pm 1,261 V$ . Nilai tegangan yang keluar dari photodioda Dari pengujian sensor untuk keadaan *set point Low-Low* photodioda tidak menerima cahaya atau cahaya yang akan masuk terhalang, maka photodioda mengeluarkan nilai tegangan rata-rata  $\pm 4,525 V$ , dan jika photodioda menerima cahaya secara langsung, maka nilai tegangan rata-ratanya adalah  $\pm 0,099 V$ .

Dari data yang didapat dari hasil pengujian dapat dilihat sensor yang digunakan berjalan dengan baik. Pengujian alat yang lain dilakukan setelah diyakini semua alat yang digunakan dapat berjalan dengan baik. Mulai dari plant yang digunakan untuk melakukan proses, sensor, kontrol dan aktuator. Dari pengujian alat yang dilakukan dapat dilihat *set point* yang diinginkan, untuk *level* agar memeberikan sinyal pada *controller (microcontroller)* adalah saat mencapai *set point high-high* dan *set point low-low*. ketika *level* sudah mencapai *level high-high* maka sensor *level* akan memeberikan sinyal pada *controller (microcontroller)* yang kemudian dari kontroller akan mengeksekusi *solenoid valve* yang keadaan awal *normaly close (NC)* menjadi *open*, sedangkan saat mencapai *set point low-low* maka sensor akan memeberikan

sinyal pada *controller (microcontroller)* yang membuat *solenoid valve* kembali menjadi keadaan awal atau *close*.

# LAMPIRAN (DATASHEET PHOTODIODA)

**EVERLIGHT**  
EVERLIGHT  
EVERLIGHT

**DATASHEET**

5mm Silicon PIN Photodiode , T-1 3/4  
PD333-3C/H0/L2



#### Features

- Fast response time
- High photo sensitivity
- Small junction capacitance
- Pb free
- This product itself will remain within RoHS compliant version.

#### Description

PD333-3C/H0/L2 is a high speed and high sensitive PIN photodiode in a standard S1 plastic package. Due to its water clear epoxy the device is sensitive to visible and infrared radiation.

#### Applications

- High speed photo detector
- Security system
- Camera

## DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode, T-1 3/4  
PD333-3C/H0/L2

EVERLIGHT

## Device Selection Guide

Chip Materials	Lens Color
Silicon	Water clear

## Absolute Maximum Ratings (Ta=25 °C)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Reverse Voltage	$V_R$	32	V
Power Dissipation	$P_d$	150	mW
Lead Soldering Temperature	$T_{sol}$	260	
Operating Temperature	$T_{opr}$	-25 ~ +85	
Storage Temperature	$T_{stg}$	-40 ~ +100	

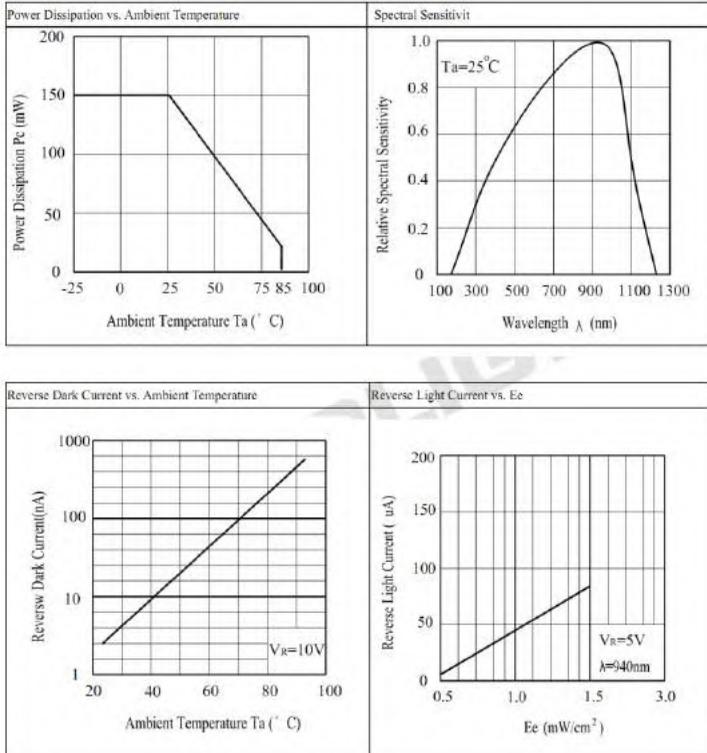
Notes: \*1: Soldering time  $\leq$  5 seconds.



Electro-Optical Characteristics (Ta=25 °C)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Condition
Range Of Spectral Bandwidth	$\lambda_{0.5}$	400	---	1100	nm	----
Wavelength Of Peak Sensitivity	$\lambda_p$	---	940	---	nm	----
Open-Circuit Voltage	$V_{OC}$	---	0.39	---	V	$E_e=5m\ W/cm^2$ $\lambda_p=940nm$
Short- Circuit Current	$I_{SC}$	---	40	---	$\mu A$	$E_e=1m\ W/cm^2$ $\lambda_p=940nm$
Reverse Light Current	$I_L$	36	40	---		$E_e=1m\ W/cm^2$ $\lambda_p=940nm$ $V_R=5V$
Reverse Dark Current	$I_D$	---	5	30	nA	$E_e=0m\ W/cm^2$ $V_R=10V$
Reverse Breakdown Voltage	$V_{BR}$	32	170	---	V	$E_e=0m\ W/cm^2$ $I_R=100\mu A$
Total Capacitance	$C_T$	---	18	---	pF	$E_e=0m\ W/cm^2$ $V_R=5V$ $f=1MHz$
Rise Time/ Fall Time	$t_r / t_f$	---	45/45	---	nS	$V_R=10V$ $R_L=1K\Omega$
View Angle	$2\theta_{1/2}$	--	80	--	deg	$I_f=20mA$

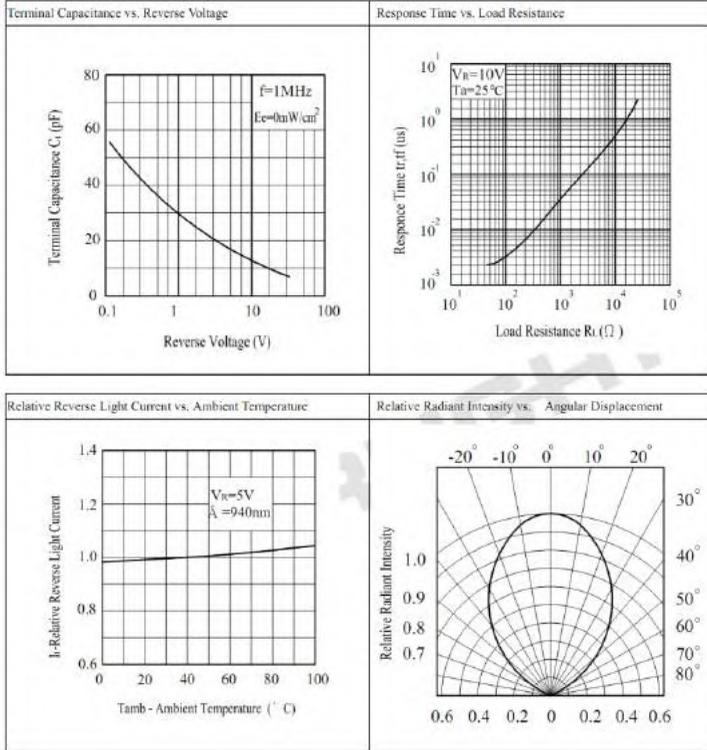
Typical Electro-Optical Characteristics Curves



DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode, T-1 3/4  
PD333-3C/H0/L2

EVERLIGHT





**Label Form Specification**



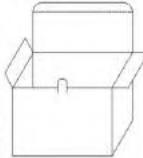
- CPN: Customer's Product Number
- P/N: Product Number
- QTY: Packing Quantity
- CAT: Luminous Intensity Rank
- HUE: Dom. Wavelength Rank
- REF: Forward Voltage Rank
- LOT No: Lot Number
- X: Month
- Reference: Identify Label Number

**Packing Specification**

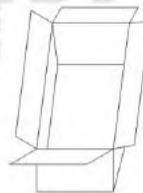
- Anti-electrostatic bag



- Inner Carton



- Outside Carton



- Packing Quantity  
1. 500 PCS/1 Bag, 5 Bags/1 Inner Carton  
2. 10 Inner Cartons/1 Outside Carton

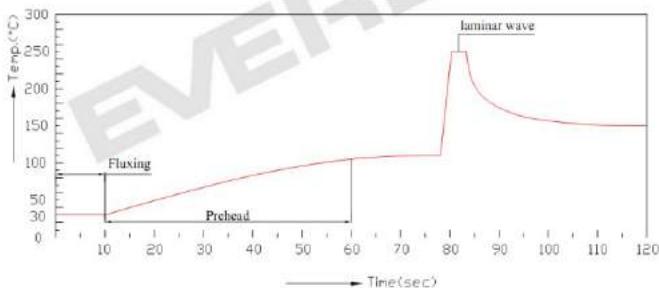
**Notes**

- Lead Forming
  - During lead formation, the leads should be bent at a point at least 3mm from the base of the epoxy bulb.
  - Lead forming should be done before soldering.
  - Avoid stressing the LED package during leads forming. The stress to the base may damage the LED's characteristics or it may break the LEDs.
  - Cut the LED lead frames at room temperature. Cutting the lead frames at high temperatures may cause failure of the LEDs.
  - When mounting the LEDs onto a PCB, the PCB holes must be aligned exactly with the lead position of the LED. If the LEDs are mounted with stress at the leads, it causes deterioration of the epoxy resin and this will degrade the LEDs.
- Storage
  - The LEDs should be stored at 30°C or less and 70%RH or less after being shipped from Everlight and the storage life limits are 3 months. If the LEDs are stored for 3 months or more, they can be stored for a year in a sealed container with a nitrogen atmosphere and moisture absorbent material.
  - Please avoid rapid transitions in ambient temperature, especially, in high humidity environments where condensation can occur.

- Soldering
  - Careful attention should be paid during soldering. When soldering, leave more than 3mm from solder joint to epoxy bulb, and soldering beyond the base of the tie bar is recommended.
  - Recommended soldering conditions:

Hand Soldering		DIP Soldering	
Temp. at tip of iron	300 Max. (30W Max.)	Preheat temp.	100 Max. (60 sec Max.)
Soldering time	3 sec Max.	Bath temp. & time	260 Max. 5 sec Max
Distance	3mm Min. (From solder joint to epoxy bulb)	Distance	3mm Min. (From solder joint to epoxy bulb)

- Recommended soldering profile



- Avoiding applying any stress to the lead frame while the LEDs are at high temperature particularly when soldering.
- Dip and hand soldering should not be done more than one time
- After soldering the LEDs, the epoxy bulb should be protected from mechanical shock or vibration until the LEDs return to room temperature.
- A rapid-rate process is not recommended for cooling the LEDs down from the peak temperature.

## DATASHEET

5mm Silicon PIN Photodiode , T-1 3/4  
PD333-3C/H0/L2

# EVERLIGHT

Although the recommended soldering conditions are specified in the above table, dip or hand soldering at the lowest possible temperature is desirable for the LEDs.

- Wave soldering parameter must be set and maintain according to recommended temperature and dwell time in the solder wave.
4. Cleaning
- When necessary, cleaning should occur only with isopropyl alcohol at room temperature for a duration of no more than one minute. Dry at room temperature before use.
  - Do not clean the LEDs by the ultrasonic. When it is absolutely necessary, the influence of ultrasonic cleaning on the LEDs depends on factors such as ultrasonic power and the assembled condition. Ultrasonic cleaning shall be pre-qualified to ensure this will not cause damage to the LED
5. Heat Management
- Heat management of LEDs must be taken into consideration during the design stage of LED application. The current should be de-rated appropriately by referring to the de-rating curve found in each product specification.
  - The temperature surrounding the LED in the application should be controlled. Please refer to the data sheet de-rating curve.
6. ESD (Electrostatic Discharge)
- Electrostatic discharge (ESD) or surge current (EOS) can damage LEDs.
  - An ESD wrist strap, ESD shoe strap or antistatic gloves must be worn whenever handling LEDs.
  - All devices, equipment and machinery must be properly grounded.
  - Use ion blower to neutralize the static charge which might have built up on surface of the LEDs plastic lens as a result of friction between LEDs during storage and handling.
7. Other
- Above specification may be changed without notice. EVERLIGHT will reserve authority on material change for above specification.
  - When using this product, please observe the absolute maximum ratings and the instructions for using outlined in these specification sheets. EVERLIGHT assumes no responsibility for any damage resulting from use of the product which does not comply with the absolute maximum ratings and the instructions included in these specification sheets.
  - These specification sheets include materials protected under copyright of EVERLIGHT corporation. Please don't reproduce or cause anyone to reproduce them without EVERLIGHT's consent.

# LAMPIRAN (DATASHEET INFRARED)



www.vishay.com

TSAL6200

Vishay Semiconductors

## High Power Infrared Emitting Diode, 940 nm, GaAlAs, MQW



94-8389

### FEATURES

- Package type: leaded
- Package form: T-1 $\frac{3}{4}$
- Dimensions (in mm):  $\varnothing$  5
- Peak wavelength:  $\lambda_p = 940$  nm
- High reliability
- High radiant power
- High radiant intensity
- Angle of half intensity:  $\varphi = \pm 17^\circ$
- Low forward voltage
- Suitable for high pulse current operation
- Good spectral matching with Si photodetectors
- Material categorization: For definitions of compliance please see [www.vishay.com/doc?99912](http://www.vishay.com/doc?99912)



### DESCRIPTION

TSAL6200 is an Infrared, 940 nm emitting diode in GaAlAs multi quantum well (MQW) technology with high radiant power and high speed molded in a blue-gray plastic package.

### APPLICATIONS

- Infrared remote control units with high power requirements
- Free air transmission systems
- Infrared source for optical counters and card readers

### PRODUCT SUMMARY

COMPONENT	$I_c$ (mW/sr)	$\varphi$ (deg)	$\lambda_p$ (nm)	$t_r$ (ns)
TSAL6200	72	$\pm 17$	940	15

#### Note

- Test conditions see table "Basic Characteristics"

### ORDERING INFORMATION

ORDERING CODE	PACKAGING	REMARKS	PACKAGE FORM
TSAL6200	Bulk	MOQ: 4000 pcs, 4000 pcs/bulk	T-1 $\frac{3}{4}$

#### Note

- MOQ: minimum order quantity

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ( $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Reverse voltage		$V_R$	5	V
Forward current		$I_F$	100	mA
Peak forward current	$t_p/T = 0.5, t_p = 100 \mu\text{s}$	$I_{FM}$	200	mA
Surge forward current	$t_p = 100 \mu\text{s}$	$I_{FSM}$	1.5	A
Power dissipation		$P_J$	160	mW
Junction temperature		$T_J$	100	$^\circ\text{C}$
Operating temperature range		$T_{amb}$	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range		$T_{stg}$	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature	$t \leq 5$ s, 2 mm from case	$T_{scl}$	260	$^\circ\text{C}$
Thermal resistance junction/ambient	J-STD-051, leads 7 mm soldered on PCB	$R_{thJA}$	230	K/W

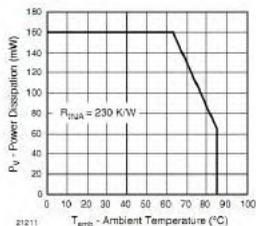


Fig. 1 - Power Dissipation Limit vs. Ambient Temperature

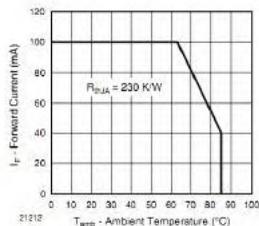


Fig. 2 - Forward Current Limit vs. Ambient Temperature

BASIC CHARACTERISTICS (T <sub>amb</sub> = 25 °C, unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward voltage	I <sub>F</sub> = 100 mA, t <sub>P</sub> = 20 ms	V <sub>F</sub>		1.35	1.6	V
	I <sub>F</sub> = 1 A, t <sub>P</sub> = 100 μs	V <sub>F</sub>		2.2	3	V
Temperature coefficient of V <sub>F</sub>	I <sub>F</sub> = 1 mA	TK <sub>VF</sub>		-1.8		mV/K
Reverse current	V <sub>R</sub> = 5 V	I <sub>R</sub>			10	μA
Junction capacitance	V <sub>B</sub> = 0 V, f = 1 MHz, E = 0	C <sub>J</sub>		40		pF
Radiant intensity	I <sub>F</sub> = 100 mA, t <sub>P</sub> = 20 ms	I <sub>e</sub>	40	72	200	mW/sr
	I <sub>F</sub> = 1 A, t <sub>P</sub> = 100 μs	I <sub>e</sub>	340	600		mW/sr
Radiant power	I <sub>F</sub> = 100 mA, t <sub>P</sub> = 20 ms	Φ <sub>e</sub>		40		mW
Temperature coefficient of Φ <sub>e</sub>	I <sub>F</sub> = 20 mA	TK <sub>Φe</sub>		-0.6		%/K
Angle of half intensity		φ		± 17		deg
Peak wavelength	I <sub>F</sub> = 100 mA	λ <sub>p</sub>		940		nm
Spectral bandwidth	I <sub>F</sub> = 100 mA	Δλ		30		nm
Temperature coefficient of λ <sub>p</sub>	I <sub>F</sub> = 100 mA	TK <sub>λp</sub>		0.2		nm/K
Rise time	I <sub>F</sub> = 100 mA	t <sub>r</sub>		15		ns
Fall time	I <sub>F</sub> = 100 mA	t <sub>f</sub>		15		ns

**BASIC CHARACTERISTICS** ( $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified)

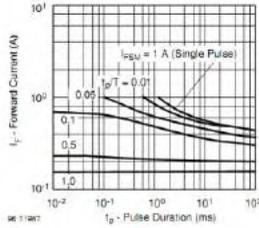


Fig. 3 - Pulse Forward Current vs. Pulse Duration

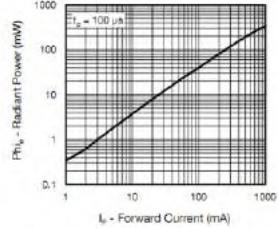


Fig. 6 - Radiant Power vs. Forward Current

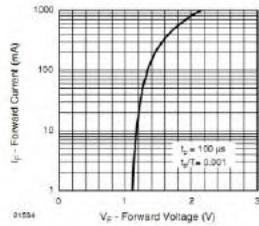


Fig. 4 - Forward Current vs. Forward Voltage

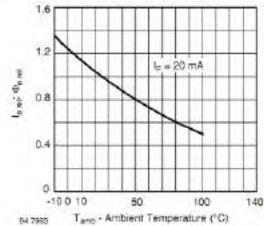


Fig. 7 - Relative Radiant Intensity/Power vs. Ambient Temperature

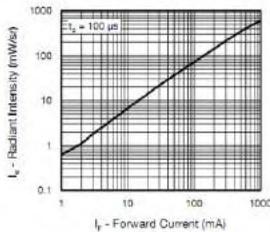


Fig. 5 - Radiant Intensity vs. Forward Current

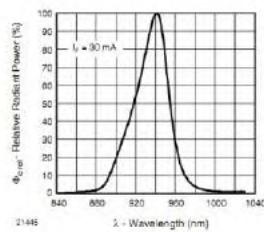


Fig. 8 - Relative Radiant Power vs. Wavelength

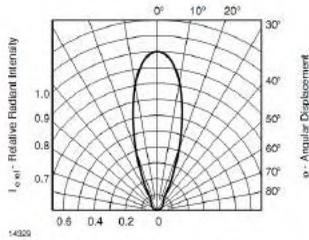
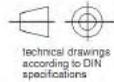
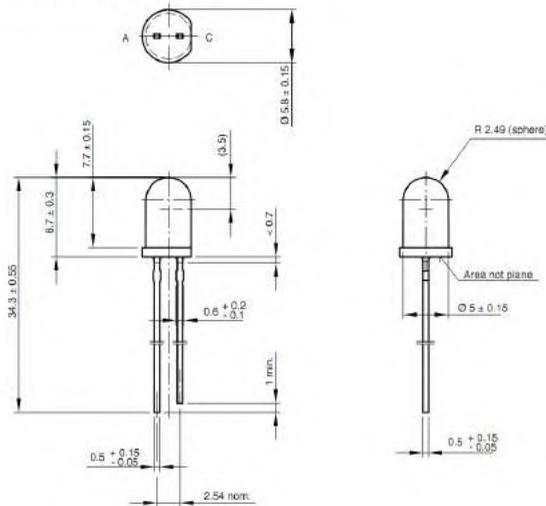


Fig. 9 - Relative Radiant Intensity vs. Angular Displacement

**PACKAGE DIMENSIONS** in millimeters


Drawing-No.: 6 544-5259.06-4  
 Issue: 6; 19.05.09  
 19257



**LAMPIRAN**  
**( LISTING PROGRAM)**

/\*  
\*\*\*\*

This program was produced by the

CodeWizardAVR V2.05.3 Standard

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 26/06/2016

Author : dugong

Company :

Comments:

Chip type : ATmega8535

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 8,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 128

```
*****  
***/
```

```
#include <mega8535.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
```

```
#include <alcd.h>
```

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x20
```

```
// Read the 8 most significant bits
```

```
// of the AD conversion result
```

```
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
```

```
{
```

```
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
```

```
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
```

```
delay_us(10);
```

```
// Start the AD conversion
```

```
ADCSRA|=0x40;
```

```

// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCH;
}
// Declare your global variables here
unsigned int sensorLow;
unsigned int sensorHigh;
char buff1[16];
char buff2[18];

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In
Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x00;

```

```
DDRA=0x00;
```

```
// Port B initialization
```

```
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out  
Func2=Out Func1=Out Func0=Out
```

```
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0  
State1=0 State0=0
```

```
PORTB=0x00;
```

```
DDRB=0xFF;
```

```
// Port C initialization
```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In  
Func2=In Func1=In Func0=In
```

```
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T
```

```
PORTC=0x00;
```

```
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization
```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In  
Func2=In Func1=In Func0=In
```

```
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T
```

```
PORTD=0x00;
```

```
DDRD=0x00;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 0 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=0xFF
```

```
// OC0 output: Disconnected
```

```
TCCR0=0x00;
```

```
TCNT0=0x00;
```

```
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer1 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=0xFFFF
```

```
// OC1A output: Discon.
```

```
// OC1B output: Discon.
```

```
// Noise Canceler: Off
```

```
// Input Capture on Falling Edge
```

```
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
```

```
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
```

```
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
```

```
SFIOR=0x00;
```

```
// ADC initialization
```

```
// ADC Clock frequency: 1000,000 kHz
```

```
// ADC Voltage Reference: AREF pin
```

```
// ADC High Speed Mode: Off
```

```
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
```

```
// Only the 8 most significant bits of
```

```
// the AD conversion result are used
```

```
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
```

```
ADCSRA=0x83;
```

```
SFIOR&=0xEF;
```

```
// SPI initialization
```

```
// SPI disabled
```

```
SPCR=0x00;
```

```
// TWI initialization
```

```
// TWI disabled
```

```
TWCR=0x00;
```

```
// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
// menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);
```

```
while (1)
{
    // Place your code here
    sensorLow = read_adc(0); //LOW
    sensorHigh = read_adc(1); //HIGH
    sprintf(buff1,"%d",sensorLow);
    sprintf(buff2,"%d",sensorHigh);
```

```
lcd_gotoxy(0,0);  
lcd_puts(buff1);  
lcd_gotoxy(4,0);  
lcd_puts(buff2);  
delay_ms(300);  
if(sensorHigh>=237)  
{PORTB=0b00000100;  
  lcd_clear();  
  lcd_gotoxy(0,1);  
  lcd_putsf("ALARM ON SV ON");}  
if(sensorLow>=205)  
{PORTB=0b00000001;  
  lcd_clear();  
  lcd_gotoxy(0,1);  
  lcd_putsf("ALARM OFF SV OFF");}  
}
```

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Telah dikembangkan rancang bangun sistem *safety level* air pada *separator* horizontal tipe 3 fasa pada workshop instrumentasi.
2. Telah dilakukan suatu sistem *safety* dengan sistem *on-off*, Dengan adanya *safety* otomatis ini apabila *level* air pada dengan *set point high-high* yang terukur photodiode tidak menerima cahaya atau cahaya yang akan masuk terhalang, maka photodiode mengeluarkan nilai tegangan rata-rata  $\pm 4,647V$  dengan ADC 237, akan menyalakan alarm dan membuka *solenoid valve*. Nilai tegangan yang keluar dari photodiode Dari pengujian sensor untuk keadaan *set point Low-Low* photodiode tidak menerima cahaya atau cahaya yang akan masuk terhalang, maka photodiode mengeluarkan nilai tegangan rata-rata  $\pm 4,196 V$  dengan ADC 205, akan menutup *solenoid valve*, agar *level water* tetap terjaga.
3. Dari data yang diperoleh didapatkan penggolongan *safety* berdasarkan *safety integrity level* (SIL) yaitu SIL 1

#### **3.2 Saran**

Adapun saran dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Untuk pengaplikasian *safety instrument system* lebih baik digunakan *final control element* berupa BDV yang sesungguhnya agar mempermudah proses *drain* menjadi seperti *plant* sesungguhnya.
2. Untuk pembuatan *safety* sistem dari suatu *plant* perlu ditinjau kembali tentang tekanan yang diinjeksikan dan memastikan bahwa meminimalisir adanya *loss* tekanan.

*[Halaman Ini Sengaja Dikosongkan]*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khalil, Muhammad. 2015. *Rancang Bangun Sistem Pengendalian Pressure Steam Output Boiler Pada Power Plant Di Workshop Instrumentasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [2] Nofianri, Younanda. 2012. *Rancang Bangun Sistem Pengendalian Level Separator Vertikal Tipe 2 Fase Pada Mini Plant Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [3] Hasan, Firdaus. 2015. *Hazop Oil Water Seeparator*. Jakarta
- [4] N, Bernadet V. 2009. *Analisa HIRA-HAZID-HAZOP*. Depok : Universitas Indonesia.
- [5] Pujiono, Bayu Nugroho. 2013. *ANALISIS POTENSI BAHAYA SERTA REKOMENDASI PERBAIKAN DENGAN METODE HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP) MELALUI PERANGKINGAN OHS RISK ASSESSMENT AND CONTROL (Studi Kasus: Area PM-1 PT. Ekamas Fortuna)*. Malang : Universitas Brawijaya
- [6] <http://www.prosafe.co.id/home/index.php/Table/Consultation/HAZOPS-HAZID/> (diakses pada tanggal 27 mei 2016)
- [7] <http://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/> (diakses pada tanggal 6 juni 2016)
- [8] <https://id.wikipedia.org/wiki/Transistor> (diakses pada tanggal 6 juni 2016)
- [9] <http://elektronika-dasar.web.id/definisi-kapasitor/> (diakses pada tanggal 6 juni 2016)

[10] <http://rangkaiaielektronika.info/pengertian-dan-fungsi-dioda/> (diakses pada tanggal 6 juni 2016)

[11] <http://teknikelektronika.com/jenis-ic-voltage-regulator-pengatur-tegangan/> (diakses pada tanggal 8 juni 2016)

[12] <http://zoniaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya/> (diakses pada tanggal 8 juni 2016)

[13] Tenggara, Yugie. 2015. *Redesign Safety Instrumented System(SIS) Pada Reactor Charge Heater F-3-01A Hydrocracker Complex* Di PT.Pertamina RU-V Balikpapan. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

[14] 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-bit/> (diakses pada tanggal 02 Juni 2016)

[15] [www.arduino.cc/en/Main/Products](http://www.arduino.cc/en/Main/Products) (diakses pada tanggal 09 Juni 2016)

[16] [www.solenoid-valve-info.com](http://www.solenoid-valve-info.com) (diakses pada tanggal 09 Juni 2016)

[17] Afif, Fadhilah. 2015. *Analisis Keamanan Menggunakan Fuzzy Fault Tree Analysis Dan Perancangan Model Safety Instrumented System (SIS) Pada Unit High Pressure Separator C-3-08A Di Pertamina RU V Balikpapan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[18] Sikumbang, Supriyanto. 2015. *DESAIN ENGINEERING SAFETY INSTRUMENTED SYSTEM (SIS) PADA FURNACE 5 (F05) KILANG PUSDIKLAT MIGAS*. Cepu : Pusdiklat Migas

[19] Widodo, Rahmat Tri. Soehartanto, Totok. Tanpa Tahun. *Perancangan Safety Instrumented System pada Proses Loading PT Pertamina (Persero) Refinery Unit VI Balongan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[20] <http://www.judsontechnologies.com/files/pdf/PB4200.pdf>  
(diakses pada tanggal 14 juli 2016)

## LAMPIRAN BIOGRAFI PENULIS



nama penulis Putri Lailatul Qodriyah akrab di panggil Putri. Penulis lahir di Surabaya, Jawa Timur pada tanggal 21 Februari 1995 dan merupakan anak ke-tiga. Penulis bertempat tinggal di JL. Medokan Semampir Indah 271, Surabaya Jawa Timur. Pada tahun 2001 penulis mengenyam pendidikan di SDI Raden Patah, selanjutnya pada 2007, penulis meneruskan sekolah di SMP Negeri 6 Surabaya, dan setelah

lulus pada 2010, meneruskan ke SMA Negeri 14 Surabaya. 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 SAFETY LEVEL AIR PADA SEPARATOR HORIZONTAL TIPE 3 FASA PADA 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 [putrilq@yahoo.co.id](mailto:putrilq@yahoo.co.id).