

**PENGEMBANGAN ALAT DESINFEKSI AIR MINUM DENGAN UVGI  
(*ULTRAVIOLET GERMICIDAL IRRADIATION*) BERBASIS ARDUINO**



**Harmawan Febrianto  
5115120361**

**Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**




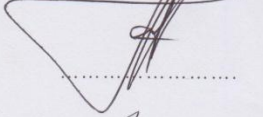
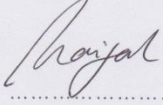
**2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN ALAT DESINFEKSI AIR MINUM UVGI  
(ULTRAVIOLET GERMECIDAL IRRADIATION) BERBASIS ARDUINO

HARMAWAN FEBRIANTO / 5115120361

PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Drs. Irzan Zakir, M.Pd</u> (Ketua Penguji)		6/2 '17
<u>Dr. Suvitno, M.Pd</u> (Sekretaris)		03.02.2017
<u>Imam Arif Rahardjo, S.Pd., M.T</u> (Dosen Ahli)		06-02-2017
<u>Massus Subekti, S.Pd., M.T</u> (Dosen Pembimbing I)		08-02-2017
<u>Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T</u> (Dosen Pembimbing II)		10-02-2017

Tanggal Lulus : 26 - Januari 2016

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi / karya inovatif saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah di tulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah di peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 26 Januari 2017



Harmawan Febrianto  
5115120361

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini bertujuan sebagai persyaratan kelulusan untuk menyelesaikan studi S1 Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dan juga memberikan kesempatan kepada mahasiswa agar dapat mengimplementasikan teori yang didapat pada bangku kuliah, menambah wawasan pengetahuan serta dapat memaparkan hasil pengetahuan yang didapat selama pelaksanaan penelitian dalam bentuk skripsi.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih atas bantuannya kepada penulis, terutama kepada:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya.
2. Kepada kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungannya secara moril maupun materil.
3. Bapak Massus Subekti, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan motivasi dan serta selalu bersemangat untuk terus membimbing untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Nur Hanifah Yuninda, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan motivasi, dan yang selalu bersemangat memberikan suatu tuntunan ilmu yang bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Kepada dosen-dosen Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang dicintai yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang sangat berguna semasa bangku perkuliahan
6. Bapak Fatoro Halawa selaku kepala Laboratorium PT. Monysaga Prima Bekasi yang telah memberikan izin dalam kerjasama dalam pengujian penelitian ini.
7. Ibu Yani selaku kepala Laboratorium mikrobiologi FMIPA UNJ yang memberikan kesempatan dalam pengujian pada penelitian ini.

8. Kepada Muhammad Arif Rahman (FT- Teknik Mesin 2012) dan Nurul Family ( FMIPA-Biologi 2012) sebagai partner kerja saya dalam membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.
9. Kepada partner terbaik saya di P2EK KPM UNJ Kak Dwi Asmarawati, Rian Glory, Muhammad Arif, Ary, Gigih, Hanifah, Nurjayanah dan Ega
10. Kepada tim PETROBAS UNJ PIMNAS XIX, Sugeng Riyadi, Anwar Setiadi dan Ary Akbar sebagai adik, partner yang paling hebat selama menempuh riset bareng.
11. Kepada teman-teman Kelompok Peneliti Muda (KPM) Universitas Negeri Jakarta Sebagai keluarga terbaik saya dikampus dalam hal penelitian.
12. Kepada teman-teman RETRO 12 (Reguler Pendidikan Elektro 2012) yang selalu bersama-sama dari awal hingga akhir dalam memberikan dukungan serta motivasi satu sama lain dalam menyelesaikan kuliah di kampus ini.
13. Dan seluruh pihak lain yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian serta dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, baik dalam sistematika penulisan maupun dalam isi materinya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, untuk penyempurnaan penulisan skripsi ini dimasa yang akan datang.

Jakarta, 26 Januari 2017

Penulis

## ABSTRAK

**HARMAWAN FEBRIANTO, PENGEMBANGAN ALAT DESINFEKSI AIR MINUM DENGAN UVGI (*ULTRAVIOLET GERMECIDAL IRRADIATION*) BERBASIS ARDUINO**, Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta 2016. Dosen Pembimbing: Massus Subekti, S.Pd., M.T. dan Nur Hanifah Yuninda, M.T.

Tujuan penelitian ini adalah membuat suatu alat desinfeksi air minum dengan penyinaran lampu ultraviolet (UV) berbasis Arduino. Alat ini dapat memberikan informasi secara spesifik terhadap besar intensitas lampu UV dalam keoptimalannya untuk medesinfeksi air minum, serta memberikan sinyal kepada operator apabila, intensitas lampu UV telah menurun dan akan mengakibatkan aliran air akan tertutup secara otomatis yang dikendalikan dengan Arduino.

Penelitian ini menggunakan Metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) yang meliputi perencanaan, analisis kebutuhan, perancangan, dan implementasi sistem. Kebutuhan sistem yang diperlukan pada penelitian ini adalah : sensor ultraviolet yang dapat mengukur besar intensitas sinar ultraviolet dan sensor laju air untuk mengukur kecepatan aliran air yang masuk pada alat ini. Dalam hal ini berfungsi memantau keoptimalan lampu UV secara spesifik serta Arduino akan memproses hasil *input* tersebut untuk membuka *solenoid valve* secara otomatis dan memberikan sinyal *alarm* kepada operator.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat desinfeksi air minum dengan UVGI berbasis Arduino telah berhasil bekerja dimana alat ini dapat memberikan informasi besar intensitas sinar UV serta, dapat memberikan sinyal *alarm* kepada operator dan mengendalikan *solenoid valve* agar bisa menutup aliran air secara otomatis sebagai tindak keamanan jika tidak sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan, yakni pada titik maksimal 978 lux dengan kecepatan aliran air 3 L/min berdasarkan pengujian mikroba di laboratorium. Pada titik ini adalah titik yang paling optimal dalam mereduksi bakteri yakni sebesar 94,57% atau tersisa 25 Koloni/ml dari angka total bakteri sebelum disinari sinar UV yakni 460 koloni/ml . Hal ini disesuaikan oleh standar (SNI 7388:2009-14.1.1.2) dengan batas maksimum cemaran mikroba pada air minum sebesar 100 koloni/ml.

**Kata kunci :** Desinfeksi, sinar ultraviolet, optimal, mikroba

## ABSTRACT

**HARMAWAN FEBRIANTO, DRINKING WATER DESINFECTOR DEVICE USING UVGI (ULTRAVIOLET GERMICIDAL IRRADIATION) DEVELOPMENT BASED ON ARDUINO**, Skripsi. Jakarta: Faculty of Engineering, State University of Jakarta, 2016. Supervisor: Massus Subekti, S.Pd., M.T. and Nur Hanifah Yuninda, M.T.

The purpose of this study is to make a drinking water desinfector device by irradiating ultraviolet light (UV) based on Arduino. The device can provide information specific to large-intensity UV lamps in optimal performance to disinfection drinking water, as well as a signal to the operator if, the intensity of the UV lamps has decreased resulting in water flow will be closed automatically controlled by on Arduino.

This study uses a method of Research and Development (Research and Development), which includes planning, requirements analysis, design, and implementation of the system. System requirements necessary in this study are ultraviolet sensor that can measure the magnitude and intensity of ultraviolet rays water rate sensor to measure the flow rate of water entering on this instrument. In this case serves to monitor the UV lamp specifically keoptimalan and Arduino will process the input results for the solenoid valve opens automatically and gives an alarm signal to the operator.

These results indicate that the instrument disinfection of drinking water with UVGI-based Arduino has managed to work out where these tools can provide large information intensity of UV rays as well, can give an alarm signal to the operator and the control solenoid valve in order to shut off the flow of water automatically as a follow security if not in accordance with a predetermined set point, namely at the point of maximum 978 lux with a water flow rate 3 L / min based microbial testing in the laboratory. At this point is the most optimal point in reducing bacteria which amounted to 94.57% or the remaining 25 colonies / ml of the total number of bacteria before exposed to UV light that is 460 colonies / ml. It is adjusted by the standard (SNI 7388: 2009-14.1.1.2) with a maximum limit of microbial contamination in drinking water is 100 colonies / ml.

Keywords : Disinfection, ultraviolet light, optimal, microbe

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	3
1.3. Pembatasan Masalah .....	3
1.4. Perumusan Masalah .....	4
1.5. Tujuan Penelitian .....	5
1.6. Manfaat Hasil Penelitian .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Kerangka Teoritik .....	6
2.1.1. Sistem Pengendali .....	6
2.1.1.1. Definisi Sistem Pengendali .....	6
2.1.1.2. Istilah – istilah dalam Sistem Pengendali.....	7
2.1.1.3. Parameter dan Elemen Sistem Pengendali.....	8
2.1.1.4. Sistem <i>Open Loop</i> dan <i>Close Loop</i> .....	10



2.1.2. Pengertian Desinfeksi .....	11
2.1.2.1. Jenis Desinfeksi Dalam Air Minum.....	11
2.1.3. Pengertian Sinar Ultraviolet.....	13
2.1.3.1. Pengertian UVGI ( <i>Ultraviolet Germicidal Irradiation</i> ) .....	14
2.1.3.2. Desinfeksi Mikroba Dari Keefektifan Terhadap Besar Intesitas dan Lama Waktu Pemaparan .....	14
2.1.3.3. Desinfeksi Ultraviolet Untuk Air Minum .....	15
2.1.3.4. Kelebihan Dan Kelemahan Desinfeksi Dengan Sinar UV.....	16
2.1.3.5. Desain Ultraviolet .....	16
2.1.3.6. Model Desain Ultraviolet.....	17
2.1.4. Sensor.....	18
2.1.4.1. Ultraviolet Sensor UVM3A .....	18
2.1.4.2. G ½ Sensor <i>Water Flow</i> .....	20
2.1.5. Saklar <i>Push Button</i> .....	23
2.1.6. Pompa.....	24
2.1.7. <i>Solenoid Valve</i> .....	25
2.1.8. LCD ( <i>Liquid Crystal display</i> ) .....	27
2.1.8.1. Material LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ).....	27
2.1.9. <i>Buzzer</i> .....	30
2.1.10. Lampu Ultraviolet UVC (200 - 260 nm) .....	30
2.1.10.1. Cara Kerja Lampu Ultraviolet UVC (200 - 260 nm) ..	31
2.1.11. <i>Board</i> Arduino Uno R3.....	31
2.2. Rancangan Produk .....	33
2.2.1. Penerapan Desain Maket Alat Desinfeksi Air Minum Dengan UVGI .....	33
2.2.2. Diagram Alir Rancangan Produk .....	34
2.2.3. Diagram Blok Rancangan Produk.....	35
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
3.2. Metode Pengembangan Alat .....	36

3.2.1. Metode Pengembangan .....	36
3.2.2. Instrumen .....	36
3.2.2.1. Alat dan Bahan .....	36
3.3. Prosedur Penelitian .....	37
3.4. Tahap Perencanaan Dan Perancangan Alat .....	40
3.4.1 Spesifikasi Sensor Yang Digunakan .....	40
3.4.1.1. Spesifikasi Sensor Ultraviolet UVM30A.....	40
3.4.1.2. Spesifikasi Sensor <i>Water Flow</i> .....	41
3.4.2. Desain Tabung Reaktor Ultraviolet .....	42
3.4.2.1. Analisa Rancangan Tabung Reaktor UV .....	43
3.4.3. Desain Alat Kontrol Sistem UVGI ( <i>Ultraviolet Germecidal Irradiation</i> )	45
3.4.4. Perencanaan Input dan Output .....	47
3.5. Deskripsi Kerja Alat .....	48
3.6. <i>Wiring</i> Pada Panel Kontrol .....	50
3.6.3. <i>Wiring Diagram</i> Panel Kontrol UVGI berbasis Arduino.....	50
3.6.4. <i>Wiring Diagram</i> Pada <i>Power Supply</i> .....	50
3.6.5. <i>Wiring Diagram Driver Relay</i> Arus Searah.....	51
3.6.6. <i>Wiring Diagram</i> Pemasangan Lampu Ultraviolet .....	52
3.7. Teknik Pengumpulan Data.....	53
3.7.3. Pengujian <i>Hardware</i> .....	53
3.7.3.1. Pengujian Intesitas Lampu Ultraviolet.....	53
3.7.3.2. Pengujian Kalibrasi Sensor Ultraviolet.....	54
3.7.3.3. Pengujian Sensor <i>Water Flow</i> .....	55
3.7.3.4. Pengujian Catu Daya Lampu Ultraviolet .....	55
3.7.3.5. Pengujian Catu Daya <i>Solenoid Valve</i> .....	56
3.7.3.6. Pengujian Catu Daya Pada Panel Kontrol.....	56
3.7.4. Pengujian Mikrobiologi Pada Air Hasil Olahan .....	57
3.7.5. Pengujian <i>Software</i> .....	58

3.8. Teknik Analisa Data .....	59
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>60</b>
4.1. Konsep dan Desain Rancangan UVGI (Ultraviolet Germicidal Irradiation) .....	60
4.1.1. Realisasi Alat UVGI (Ultraviolet Germicidal Irradiation) berbasis Arduino .....	60
4.1.2. Realisasi Panel Kontrol UVGI (Ultraviolet Germicidal Irradiation) .....	62
4.2. Pembuatan <i>Hardware</i> Alat .....	63
4.2.1. Pembuatan Tabung Reaktor Lampu UV (Ultraviolet) .....	63
4.2.2. Perakitan Instalasi Pipa Air .....	63
4.2.3. Pemasangan <i>Solenoid Valve</i> .....	64
4.2.4. Perakitan dan Instalasi Panel Kontrol .....	65
4.2.5. Instalasi dan Pemasangan Sensor .....	66
4.3. Pembuatan <i>Software</i> .....	67
4.3.1. Instalasi <i>Software</i> IDE Arduino .....	67
4.3.2. Pembuatan Bahasa Pemrograman .....	73
4.3.2.1. Penginisialisasi <i>input</i> dan <i>output</i> .....	73
4.3.2.2. Program atau <i>coding Input</i> Sensor .....	73
4.3.2.3. Pemrograman Kontrol Menggunakan <i>Software</i> IDE .....	74
4.3.3. <i>Pengupload</i> Program Arduino ke Dalam Panel Kontrol .....	75
4.3.3.1. Tampilan Proses <i>Compiling</i> dan <i>Peng-upload</i> Program .....	75
4.4. Pengujian Air Olahan Alat .....	75
4.4.1. Tahap Pengurusan Air ( <i>Flushing</i> ) .....	76
4.4.2. Tahap Pengujian Sampel Air Terhadap Intesitas Sinar UV .....	77
4.4.3. Tahap Pengujian Sampel Air Terhadap Laju Air .....	79
4.4.4. Tahap Pengujian Mikroba di Laboratorium .....	81
4.5. Pengujian Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	81
4.5.1. Pengujian Intesitas Lampu UV (Ultraviolet) .....	81
4.5.2. Pengujian sensor Ultraviolet (UVM-30A) .....	84

4.5.2.1. Pengujian Kalibrasi Sensor Ultraviolet .....	85
4.5.3. Pengujian Sensor <i>Water Flow Sensor</i> .....	85
4.5.4. Pengujian Catu Daya Lampu Ultraviolet .....	87
4.5.5. Pengujian Catu Daya <i>Solenoid Valve</i> .....	87
4.5.6. Pengujian Catu Daya Panel Kontrol .....	88
4.6. Pengujian Mikrobiologi Pada Air Hasil Olahan .....	88
4.6.1. Pengujian pengaruh besar intensitas terhadap jumlah bakteri .....	88
4.6.2. Pengujian pengaruh kecepatan aliran air terhadap jumlah mikroba .....	91
4.7. Pengujian Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	92
4.8. Kelebihan dan Kelemahan Alat .....	93
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>98</b>
5.1. Kesimpulan .....	98
5.2. Saran .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>100</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>102</b>
(SURAT-SURAT) .....	103
(DOKUMENTASI).....	104
(DESAIN RANCANGAN ALAT 2 D) .....	108
( <i>FLOWCHART</i> SISTEM) .....	110
( <i>LISTING</i> PROGRAM).....	113
(DATASHEET INSTRUMEN) .....	125
1. <i>Datasheet</i> Multimeter Digital .....	126
2. <i>Datasheet</i> Clamp Ampere Digital .....	127
3. <i>Datasheet</i> Photometer / Lux meter .....	128
( <i>DATASHEET PERANGKAT</i> ) .....	130
1. <i>Datasheet</i> Arduino UNO R3.....	131

2.	<i>Datasheet</i> Sensor UVM30A .....	134
3.	<i>Datasheet</i> Sensor <i>WATER FLOW</i> .....	137
4.	Spesifikasi Lampu Ultraviolet ( <i>Germecidal Lamp-C</i> ).....	140
	( <i>SNI 7388 :2009</i> ).....	141

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Alat dan Bahan .....	31
Tabel 3.2 Perencanaan I/O .....	47
Tabel 3.3 Pengujian Intesitas Lampu UV .....	54
Tabel 3.4 Pengujian Sensor Ultraviolet .....	54
Tabel 3.5 Pengujian Sensor <i>Water Flow</i> .....	55
Tabel 3.6 Pengukuran catu daya Lampu UV .....	56
Tabel 3.7 Pengukuran catu daya <i>Solenoid Valve</i> .....	56
Tabel 3.8 Pengukuran catu daya panel kontrol .....	57
Tabel 3.9 Hasil pengujian perubahan intesitas terhadap jumlah mikroba .....	57
Tabel 3.10 Hasil pengujian pengaruh besar kecepatan aliran air terhadap jumlah mikroba .....	58
Tabel 3.11 Hasil pengujian sistem alat kontrol UV .....	58
Tabel 4.1 Pengujian Intesitas Lampu UV dengan tingkat pencahayaan 100%.....	82
Tabel 4.2 Pengujian Intesitas Lampu UV dengan tingkat pencahayaan 75% .....	82
Tabel 4.3 Pengujian Intesitas Lampu UV dengan tingkat pencahayaan 50%.....	83
Tabel 4.4 Hasil pengujian intesitas maksimum.....	83
Tabel 4.5 Pengujian Kalibrasi Sensor Ultraviolet .....	85
Tabel 4.6 Pengujian Hasil Kalibrasi Sensor <i>Water Flow</i> .....	86
Tabel 4.7 Pengukuran Tegangan Lampu Ultraviolet .....	87
Tabel 4.8 Pengukuran catu daya <i>Solenoid Valve</i> .....	87
Tabel 4.9 Pengujian catu daya alat kontrol UV .....	88
Tabel 4.10 Hasil pengujian perubahan intesitas terhadap jumlah mikroba .....	89
Tabel 4.11 Hasil pengujian pengaruh besar kecepatan aliran air terhadap jumlah mikroba .....	91
Tabel 4.12 Keterangan perubahan intesitas .....	92
Tabel 4.13 Keterangan perubahan aliran air .....	92
Tabel 4.13 Hasil pengujian sistem panel kontrol UV .....	93
Tabel 4.11 Hasil pengujian sistem panel kontrol UV .....	95

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh gambar diagram blok <i>open loop</i> .....	10
Gambar 2.2 Contoh gambar diagram blok <i>close loop</i> .....	10
Gambar 2.3 Desinfeksi mikrobiologi dengan pemanasan .....	12
Gambar 2.4 Perimbangan dosis UV terhadap kecepatan aliran air ( <i>Retention Time</i> )	14
Gambar 2.5 Beberapa Model Desain UV .....	18
Gambar 2.6 Sensor Ultraviolet UVM30A .....	18
Gambar 2.7 Grafik Indeks Sensor Ultraviolet UVM30A .....	19
Gambar 2.8 Indeks Sensor Ultraviolet UVM30A .....	19
Gambar 2.9 <i>Water Flow Sensor G ½</i> .....	20
Gambar 2.10 Skema Rangkaian <i>Water Flow Sensor</i> Dengan Arduino .....	21
Gambar 2.11 Saklar <i>Push Button</i> .....	22
Gambar 2.12 Pompa Air Untuk Kolam Mini .....	24
Gambar 2.13 <i>Solenoid Electric Valve</i> .....	25
Gambar 2.14 Prinsip Kerja <i>Solenoid Electric Valve</i> .....	26
Gambar 2.15 Bentuk <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> 16 X 2 .....	27
Gambar 2.16 <i>Buzzer</i> .....	30
Gambar 2.17 Lampu Ultraviolet UVC 200 nm – 260 nm .....	31
Gambar 2.18 Arduino Uno R3 .....	32
Gambar 2.19 Maket Alat Kontrol UVGI Air Minum .....	33
Gambar 2.20 <i>Flowchart</i> Rancangan Produk .....	34
Gambar 2.21 Diagram Blok Sistem Kerja .....	35
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian .....	39
Gambar 3.2 Sensor UVM30A .....	40
Gambar 3.3 Sensor <i>Water Flow</i> .....	41
Gambar 3.4 Penampang melintang menggunakan 1 lampu UV .....	42
Gambar 3.5 Tampak Samping (Tabung Reaktor UV) .....	43
Gambar 3.6 Maket Sistem UVGI .....	45

Gambar 3.7 Desain 3D Maket Sistem UVGI (Tampak Samping Kiri) .....	46
Gambar 3.8 Desain 3D Maket Sistem UVGI (Tampak Samping Kanan) .....	46
Gambar 3.9 Desain 3D Maket Sistem UVGI (Tampak Depan).....	46
Gambar 3.10 <i>Wiring diagram</i> pada alat kontrol UVGI .....	50
Gambar 3.11 <i>Wiring diagram Power Supply DC</i> .....	51
Gambar 3.12 <i>Wiring diagram Driver Relay</i> Arus Searah .....	52
Gambar 3.13 <i>Wiring diagram Driver</i> Pemasangan Lampu Ultraviolet .....	52
Gambar 3.14 Pengujian Intesitas Lampu UV .....	53
Gambar 3.15 Pengatur Intesitas UV menggunakan <i>Dimmer Lamp</i> .....	55
Gambar 4.1 Desain alat UVGI ( <i>Ultraviolet Germicidal Irradiation</i> ).....	60
Gambar 4.2 Realisasi sistem UVGI ( <i>Ultraviolet Germicidal Irradiation</i> ). .....	61
Gambar 4.3 Realisasi panel kontrol UVGI. ....	62
Gambar 4.4 Pembuatan dan pemasangan tabung reaktor ultraviolet .....	63
Gambar 4.5 profil hasil instalasi pemipaan alat UVGI .....	64
Gambar 4.6 Pemasangan <i>Solenoid Valve</i> .....	65
Gambar 4.7 Instalasi komponen kontrol .....	66
Gambar 4.8 Pemasangan sensor <i>Water flow</i> dan uji coba sensor UV .....	67
Gambar 4.9 Jendela “ <b>Control Panel</b> ” di Windows 7. ....	68
Gambar 4.10 Jendela “ <b>Device and Printers</b> ” di Windows 7.....	68
Gambar 4.11 Jendela menu <i>Properties</i> di Windows 7.....	69
Gambar 4.12 Jendela menu tab “ <b>Arduino Uno Properties</b> ” di Windows 7.....	69
Gambar 4.13 Jendela menu tab <i>general</i> di Windows 7. ....	70
Gambar 4.14 Jendela menu tab <i>Update Driver</i> di Windows 7 .....	70
Gambar 4.15 Jendela menu tab <i>Browse my computer for driver software</i> di Windows 7. ....	71
Gambar 4.16 Tampilan hasil <i>update driver</i> .....	72
Gambar 4.17 Tampilan <i>Device and Printers</i> .....	72
Gambar 4.18 Tampilan inisialisasi <i>input</i> dan <i>output</i> dengan <i>software IDE</i> .....	73
Gambar 4.19 Tampilan pengaturan pembacaan sensor .....	73



Gambar 4.20 Tampilan pengaturan sistem kontrol terhadap <i>solenoid valve</i> dan pengaturan sistem peringatan .....	74
Gambar 4.21 Tampilan proses <i>compiling</i> dan peng- <i>Upload</i> data ke <i>Arduino Board</i> .	75
Gambar 4.22 Proses sterilisasi keran pengambilan sampel .....	76
Gambar 4.23 Proses sterilisasi air dengan cara <i>flushing</i> atau pengurasan .....	77
Gambar 4.24 Pengukuran intensitas lampu UV sebesar 1015 lux.....	78
Gambar 4.25 Pengukuran intensitas lampu UV sebesar 978 lux.....	78
Gambar 4.26 Pengukuran intensitas lampu UV sebesar 762 lux .....	79
Gambar 4.27 Proses sterilisasi air dengan cara <i>flushing</i> atau pengurasan .....	79
Gambar 4.28 Pengujian sampel air dengan kecepatan aliran air sebesar 6.279 L/min	80
Gambar 4.29 Pengujian sampel air dengan kecepatan aliran air sebesar 3.014 L/min	80
Gambar 4.30 Pengujian sampel air dengan kecepatan aliran air sebesar 1.255 L/min	80
Gambar 4.31 Sistematika peletakan sensor UV .....	81
Gambar 4.32 Pengujian Sensor Ultraviolet .....	84
Gambar 4.33 Proses kalibrasi sensor <i>Water Flow</i> .....	84
Gambar 4.34 Grafik karakteristik Sensor <i>Water Flow</i> .....	86
Gambar 4.35 Pengujian Tegangan Lampu Ultraviolet .....	86
Gambar 4.36 Grafik pengaruh perubahan intensitas terhadap jumlah mikroba .....	87
Gambar 4.37 Grafik pengujian sampling dengan pengaruh kecepatan aliran air terhadap jumlah mikroba .....	90
Gambar 4.38 Grafik kemampuan deaktivasi mikroba dengan pengaruh kecepatan aliran air .....	91

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat-surat.....	99
Lampiran 2. Dokumentasi .....	100
Lampiran 3. Desain Rancangan 2D .....	104
Lampiran 4. <i>Flow chart</i> sistem .....	106
Lampiran 5. <i>Listing</i> Program .....	109
Lampiran 6. <i>Datasheet</i> Instrumen.....	121
Lampiran 7. <i>Datasheet</i> Perangkat .....	127
Lampiran 8. SNI 7388:2009 .....	137

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia semakin hari semakin meningkat, hal tersebut tentunya berdampak dengan peningkatan kebutuhan sumber daya (alam) salah satunya yaitu air bersih.

Begitu juga di Indonesia, mengalami penurunan akses air bersih sekitar 7% dilihat dari perbandingan tahun antara tahun 2007 sampai tahun 2010, dimana kondisi ini umumnya terjadi di daerah perkotaan sebesar 23 % sejak tahun 2007 (Risksdas 2007 dan 2010).

Hingga saat ini, akses masyarakat terhadap air minum secara nasional baru mencapai 47,71% atau jauh dari target MDGs pada tahun 2015 yaitu sebesar 68,87% (Pokja AMPL, 2012), sehingga dalam laporan pencapaian MDGs di Indonesia target MDGs dalam bidang akses sumber air minum yang aman ini berstatus perlu perhatian khusus. Keadaan dan kecenderungan yang terjadi dalam bidang air minum di Indonesia adalah belum terpenuhinya pelayanan kualitas air minum yang baik serta masih rendahnya cakupan dan tingkat pelayanan air minum. Saat ini, kualitas air yang dialirkan PDAM hingga sampai ke pelanggan tidak/belum memenuhi kualitas standar air minum, tetapi dalam batas kualitas air bersih. Salah satu faktor penyebab terkontaminasinya air dalam proses pengaliran adalah karena jaringan distribusi yang kurang layak dan kondisi perpipaan yang buruk sehingga menyebabkan tingginya angka kebocoran air sehingga terjadinya kontaminasi salahsatunya terhadap bakteri.

Dalam meminimalisir kontaminasi bakteri terhadap air minum yang akan dikonsumsi masyarakat, maka dibutuhkan suatu metode desinfeksi seperti pemanasan, pemberian cairan kimia atau penyinaran dengan menggunakan lampu ultraviolet pada panjang gelombang 200-260 nm. Metode desinfeksi menggunakan metode penyinaran lampu ultraviolet atau UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*) merupakan cara sederhana untuk membunuh bakteri secara cepat, efektif dan tidak membutuhkan energi yang besar. Penyinaran dengan lampu ultraviolet banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan yang memproduksi air minum, bahkan depot isi ulang air mineral banyak menggunakan metode penyinaran dengan sinar ultraviolet untuk membunuh kuman pada minuman yang akan dikonsumsi kepada masyarakat.

Dengan penyinaran menggunakan lampu ultraviolet agar air yang diproduksi aman dikonsumsi, belum tentu menjadi solusi yang tepat karena lampu sinar ultraviolet memiliki kelemahan dalam intensitas radiasi seiring lamanya penggunaan serta ketidakstabilan laju air yang berakibat menurunnya kualitas air dari standar yang telah ditetapkan.

Hingga saat ini dalam proses desinfeksi air minum dengan lampu ultraviolet masih menggunakan alat *hour meter*, dimana hanya bekerja dengan memantau lama waktu pemakaian lampu ultraviolet dan memberikan sinyal kepada operator jika terjadi kerusakan terhadap lampu atau ketidak optimalan lampu dalam mendesinfeksi air dengan berparameter usia lampu atau lama pemakaian. Sehingga *hour meter* belum memberikan parameter yang spesifik dalam menentukan kinerja lampu ultraviolet dalam mendesinfeksi bakteri pada air minum. Dengan

masalah tersebut maka melatarbelakangi penelitian untuk membuat suatu alat yang dapat memberikan informasi besarnya intensitas sinar ultraviolet setelah sekian lama digunakan. Parameter tersebut diambil dikarenakan, bahwa keefektifan lampu UV dipengaruhi dalam berbagai faktor salahsatunya selain lama pemakaian yakni besar intensitas sinar UV dan lama waktu pemaparan, Lekang.(2013:122).

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang masalah di atas dapat diambil beberapa identifikasi masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana proses desinfeksi air minum dengan UVGI (*Ultraviolet Germecidal Irradiation*)?
2. Bagaimana kinerja alat desinfeksi air minum dalam mendeteksi intensitas sinar lampu ultraviolet dan kecepatan aliran air minimum yang sesuai standar SNI?
3. Bagaimana membuat alat desinfeksi air minum dengan UVGI (*Ultraviolet Germecidal Irradiation*) berbasis Arduino?
4. Bagaimana cara mendapat nilai referensi debit air yang sesuai kinerja alat desinfeksi UVGI berbasis Arduino ?

## **1.3. Pembatasan Masalah**

Berdasarkan indentifikasi masalah di atas, didapatkan pembatasan masalah pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Dalam mengetahui banyaknya koloni bakteri dalam sampel air menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*) dengan acuan SNI 7388:

2009--14.1.1.2 dengan batas maksimum yang diperbolehkan yakni 100 koloni/ml.

2. Dalam penelitian digunakan lampu ultraviolet tipe-C 200-260 nm merk Sankyo Denki G20T10 dengan daya 20 watt.
3. Menggunakan *board* Arduino UNO R3 sebagai pengendali
4. Dalam penelitian digunakan tabung reaktor UV dengan panjang tabung UV: 54 cm, diameter dalam tabung UV: 5.1 cm dan diameter luar tabung UV :6.1 cm.
5. Dalam pengujian mikroba terhadap besar intensitas digunakan tiga sampel intensitas yakni : 1015 Lux, 978 Lux dan 762 Lux dengan jarak pengukuran lux meter dengan lampu UV yakni 1 cm. Serta dalam penelitian ini menggunakan panjang gelombang tetap yakni 200-260 nm.
6. Dalam pengujian mikroba terhadap besar kecepatan aliran air digunakan tiga sampel kecepatan aliran air yakni 1 L/min, 3 L/min dan 6 L/min
7. Dalam pengujian alat diketahui besarnya presentase kemampuan dalam membunuh atau deaktivasi mikroba.

#### **1.4. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas, maka perumusan masalahnya ialah “ Apakah pengembangan alat desinfeksi air minum dengan UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*) berbasis Arduino mampu membunuh mikroba dibawah 100 koloni/ml berdasarkan SNI 7388:2009-14.1.1.2?”.

### **1.5. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini ialah menghasilkan pengembangan alat desinfeksi air minum dengan UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*) berbasis Arduino sesuai kriteria SNI 7388:2009-14.1.1.2 .

### **1.6. Manfaat Hasil Penelitian**

Penelitian ini didapat beberapa manfaat yang diharapkan oleh peneliti ialah:

1. Adanya alat ini dapat meminimalisir dampak negatif bagi kesehatan dari produksi air minum isi ulang yang tercemar bakteri patogen.
2. Adanya alat ini dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap air minum yang akan dikonsumsi.
3. Adanya alat ini dapat meningkatkan keamanan dalam upaya mendesinfeksi bakteri secara optimal pada air minum menggunakan sinar lampu ultraviolet.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kerangka Teoritik**

##### **2.1.1. Sistem Pengendali**

Sistem pengendali telah menunjukkan peranan yang sangat penting diseluruh aspek kehidupan manusia. Perkembangannya meluas dari yang pada awalnya hanya berupa kontrol manual kini beberapa diantaranya telah dapat digantikan oleh kontrol otomatis (otomasi). Istilah otomasi ini digunakan untuk mendeskripsikan operasi atau kontrol otomatis dari sebuah proses. Dalam industri modern, penggunaan sistem otomasi terus menerus mengalami peningkatan. Ada kalanya proses kini tidak memerlukan tenaga manusia sehingga kontrol otomasi terhadap mesin sekarang menjadi bagian yang vital. Keuntungan dari kontrol semacam ini mencakup konsistensi produk yang lebih baik, berkurangnya biaya produksi dan tingkat keamanan dan keselamatan yang lebih tinggi. (W. Bolton, 2006).

##### **2.1.1.1. Definisi Sistem Pengendali**

Sistem merupakan istilah yang berasal dari bahasa Yunani, yaitu sistem yang berarti kumpulan objek yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan logis dalam suatu lingkungan yang kompleks. Objek yang menjadi elemen dari sistem dapat berupa objek terkecil dan bisa juga berupa sub-sistem atau sistem yang lebih kecil lagi. (Law and Kelton, 1991). Istilah pengendali sendiri merupakan kegiatan yang tujuannya adalah untuk mengarahkan dan mengatur. Secara sederhana, sistem pengendali



merupakan usaha atau perlakuan terhadap suatu sistem dengan masukan tertentu guna mendapatkan keluaran sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu, sistem pengendali dapat didefinisikan pula sebagai hubungan timbal balik antara elemen-elemen yang membentuk suatu konfigurasi sistem yang memberikan suatu hasil berupa respon yang dikehendaki (Dorf, 1983). Sistem kontrol dapat disebut dengan istilah yang lainnya seperti teknik kendali, sistem pengendalian atau sistem pengontrolan.

#### **2.1.1.2. Istilah – istilah dalam Sistem Pengendali**

Berikut ini beberapa istilah yang sering digunakan dalam sistem pengendali :

1. Sistem (*system*) adalah kombinasi dari elemen-elemen yang bekerja bersama-sama membentuk suatu objek tertentu.
2. Variabel terukur (*measured variable*) adalah suatu besaran (*quantity*) atau kondisi yang terukur oleh *transmitter*
3. *Set value/set point* (SP), adalah besaran proses variabel yang dikehendaki dan digunakan sebagai acuan pada kegiatan pengendalian.
4. Variabel termanipulasi (*manipulated variable*) adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasikan oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.
5. *Error* adalah merupakan selisih antara *set point* dengan variabel terukur.
6. Gangguan (*disturbance*) adalah sinyal yang tidak dikehendaki dan mempengaruhi nilai keluaran sistem.
7. Variabel terkontrol merupakan variabel hasil yang merupakan output proses.
8. *Plant* adalah sesuatu objek fisik yang dikontrol.

9. Aksi kontrol (*control action*) adalah besaran atau nilai yang dihasilkan oleh perhitungan kontroler untuk diberikan pada *plant* (pada dasarnya sama dengan variabel termanipulasi).
10. Aktuator (*actuator*) adalah suatu peralatan atau kumpulan elemen yang menggerakkan *plant*.

### **2.1.1.3. Parameter dan Elemen Sistem Pengendali**

Ada banyak parameter fisik yang harus dikendalikan di dalam suatu proses industri.

Diantaranya yang paling umum yaitu :

1. Tekanan (*pressure*) di dalam suatu pipa/*vessel*
2. Laju aliran (*flow*) di dalam pipa
3. Temperatur di unit proses penukar kalor (*heat exchanger*)
4. Level permukaan cairan di sebuah tangki

Suatu sistem pengendali pada umumnya terdiri dari beberapa elemen yang menyusunnya. Elemen tersebut seperti :

1. *Sensing element* atau sensor merupakan bagian paling awal dari suatu sistem pengukuran (*measurement system*), yang menerima variabel proses dan mentransmisikannya ke *transmitter*.
2. *Transmitter* adalah alat yang berfungsi untuk membaca sinyal yang dihasilkan dari sensor dan mengubahnya menjadi suatu sinyal standar yang dapat dimengerti oleh kontroler. Pada umumnya, *sensing element* dan *transmitter* sudah diintegrasikan menjadi satu dan tetap disebut sebagai *transmitter*.

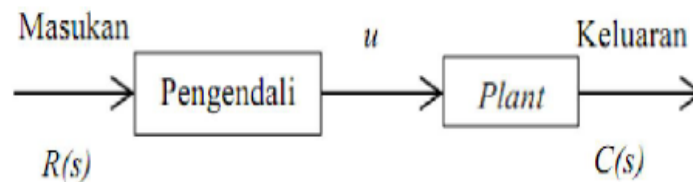
3. *Controller* bertugas mengatur jalannya proses agar suatu besaran proses tetap berada pada kondisi yang diinginkan (*set point*) dan akan memberikan koreksi apabila ada perbedaan besaran proses yang diatur dengan *set point*-nya sesuai dengan aksi dan mode kontrolnya. Kontroler sangat penting pada sistem kontrol otomatis, karena kontroler akan merespon nilai *process variable* (variabel terukur) dan posisi *control valve*.

*Controller* secara terus menerus membandingkan antara nilai proses variabel (biasanya sinyal output dari *transmitter*) dengan pengaturan *set point*-nya. Sinyal *set point* dapat diatur secara manual oleh operator atau melalui komputer atau melalui instrumen lain. Jika proses variabel menyimpang dari nilai *set point*, kontroler akan beraksi mengoreksi dengan cara mengubah besarnya sinyal *output* yang menuju ke elemen kontrol akhir. Dengan adanya reposisi *control valve* akan merubah aliran *manipulated variable* yang akan membawa proses variabel untuk kembali menuju ke *set point*-nya.

4. *Final control element* merupakan elemen paling akhir dari suatu sistem pengendalian proses yang berfungsi untuk mengubah *process variable* dengan cara memanipulasi besarnya *manipulated variabel* berdasarkan perintah dari kontroler. Bekerja dengan mewujudkan signal output dari kontroler menjadi suatu gerakan *valve* membuka atau menutup aliran sehingga dapat mengembalikan variabel proses ke harga yang telah ditentukan.

#### 2.1.1.4. Sistem *Open Loop* dan *Close Loop*

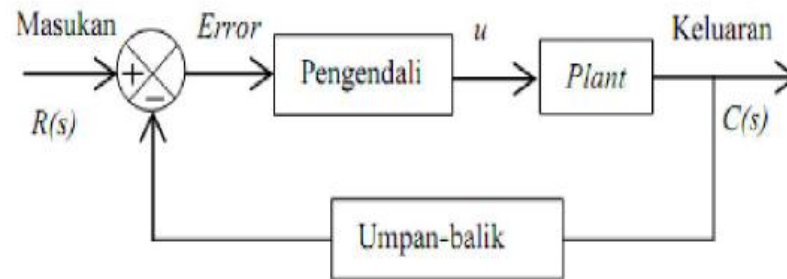
Sistem loop terbuka (*open loop*) atau sistem kontrol umpan maju (*feed forward control*) adalah sistem pengendalian yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengendalian, keluaran yang dihasilkan tidak diukur ataupun diumpan balikkan untuk dibandingkan dengan masukan. Secara sederhana dapat diartikan bahwa sistem ini merupakan suatu sistem yang tindakan pengendaliannya tidak tergantung pada keluarannya.



**Gambar 2.1.** Contoh gambar diagram *blok open loop*

**Sumber:** Bakhsi. U.A .2009

Sistem pengendalian *loop* tertutup (*closed loop*) adalah sistem pengendalian yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengendalian. Jadi sistem pengendalian tertutup adalah sistem pengendalian berumpan balik (*feedback control*). Sistem pengendalian *loop* tertutup menggunakan aksi umpan balik (keluaran dijadikan sebagai *feedback* kepada masukan sebagai perbandingan) untuk memperkecil kesalahan sistem.



**Gambar 2.2.** Contoh gambar diagram *blok close loop*

**Sumber:** Bakhsi. U.A .2009

### 2.1.2. Pengertian Desinfeksi

Desinfeksi merupakan metode untuk membunuh bakteri yang tidak dikehendaki yang ada di dalam air minum, seperti bakteri patogen sebagai penyebab berbagai penyakit. Berbeda dengan sterilisasi yang berarti membunuh semua mikroorganisme hidup. Sasaran sterilisasi adalah untuk riset, penggunaan dalam bidang kedokteran dan farmasi. Air minum tidak memerlukan sterilisasi. Desinfeksi sendiri dapat diartikan sebagai deaktivasi (membunuh) mikroorganisme patogen yang terdapat dalam air. Semula proses ini bertujuan untuk membunuh mikroorganisme penyebab penyakit (patogen), baik dari instalasi pengolahan atau yang masuk melalui jaringan distribusi. Mikroorganisme–mikroorganisme tersebut dapat berupa virus (penyebab *poliomyelitis*), bakteri (penyebab kolera, disentri, demam tifoid dan sebagainya), dan mikroorganisme lain

#### 2.1.2.1. Jenis Desinfeksi Dalam Air Minum

Secara umum desinfeksi dapat dikelompokkan sebagai berikut : secara fisik, ultraviolet dan dengan menggunakan bahan kimia pengoksidasi.

### A. Desinfeksi Secara Fisik

Dalam proses ini desinfeksi dilakukan dengan memanfaatkan panas (pendidihan), selama 15 – 20 menit. Cara ini akan efektif untuk menghilangkan bakteri atau mikroorganisme lain yang dapat menyebabkan penyakit (*Water Borne Disease*). Prinsip desinfeksi dengan pemanasan dikembangkan dari proses pasteurisasi susu yaitu dengan pemanasan pada  $161^{\circ}\text{C}$  selama 15 detik. Kelemahan pada prinsip ini sisa panas (residual) tidak dapat dipertahankan untuk pengamanan pada waktu kontak dan jarak tempuh tertentu. Dengan pemanasan  $100^{\circ}\text{C}$  mampu mereduksi hampir 100% dalam waktu 15 – 20 menit. (Mursid, 1991). Proses ini dilakukan dengan menggunakan radiasi gelombang pendek dari sinar ultraviolet pada lapisan film air setebal 120 mm. Panjang gelombang yang dipergunakan 200 – 295 mikro meter. Hasil kajian pada tingkat kekeruhan  $< 20$  ppm, untuk MPN 580 / 100 ml air 99,90% tereduksi. Efisiensi tersebut akan mengalami penurunan pada tingkat kekeruhan yang lebih besar, sehingga prekondisi sebelum dilakukan desinfeksi sangat diperlukan. (Mursid, 1991).



(a)



(b)

**Gambar 2.3.** Desinfeksi mikrobiologi dengan pemanasan (a) dan dengan penyinaran sinar Ultraviolet

**Sumber:** [www.nanosmartfilter.com](http://www.nanosmartfilter.com)

## B. Desinfeksi Secara Kimiawi

Bahan kimia pengoksidasi / oksidan terdiri dari : kelompok halogen seperti klorin, bromin, serta bentuk lainnya seperti *klorin dioksida*, ozon ( $O_3$ ), oksidan lain seperti  $KMnO_3$ , dan peroksida  $H_2O_2$  meskipun tidak seefektif *halogen* dan ozon. Diantara halogen, gas *klorin* dan senyawa *klorin* lainnya merupakan desinfektan yang efektif dan efisien. *Bromin* dan *Iodin* dapat digunakan untuk penggunaan di kolam renang.  $KMnO_4$  yang harganya relatif mahal, merupakan bahan kimia desinfektan yang digunakan untuk berbagai keperluan di rumah sakit. Bahan ini meninggalkan warna dan bau yang tidak begitu disukai bila digunakan untuk air minum. Ozon merupakan desinfektan yang kuat namun mahal, tanpa meninggalkan sisa ozon untuk pengaman di jaringan distribusi. Sering dianggap bahwa efektifitas oksidasi sebanding dengan efisiensi desinfeksi. Hal ini tidak sepenuhnya benar, untuk peroksida yang merupakan oksidan yang kuat namun bukan sebagai desinfektan yang baik.

### 2.1.3. Pengertian Sinar Ultraviolet

Sinar yang terlihat adalah antara sinar merah ke sinar ungu. Pada saat kita melampaui sinar ini kita menghadapi sinar yang tidak terlihat yaitu sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet (UV) merupakan suatu radiasi elektromagnetik (Saiful,2015).

Sinar matahari yang sampai di permukaan bumi dan mempunyai dampak dibedakan menjadi sinar ultraviolet A atau UV-A ( $\lambda 320-400$  nm), sinar UV-B ( $\lambda 280-320$  nm) dan sinar UV-C ( $\lambda 100-280$  nm) (WHO, 2009).

### **2.1.3.1. Pengertian UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*)**

UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*) adalah metode disinfeksi mikrobiologi dengan radiasi sinar ultraviolet, cahaya UV yang paling efektif menginaktivasi mikroorganisme adalah UV-C dengan panjang gelombang antara 200-280 nm dengan cahaya UV efektif pada panjang gelombang 254 nm (Lechevallier dan Kwok-Keu Au,2004). Jenis lampu UV yang dibuat untuk tujuan sterilisasi atau disinfeksi terbuat dari uap merkuri dengan panjang gelombang 253.7 nm (Lekang,2013). Untuk mengetahui keefektifan cahaya UV dilihat dari keefektifan intensitas sinar dan lama penyinaran lampu UV dalam proses disinfeksi.

### **2.1.3.2. Disinfeksi Mikroba Dari Keefektifan Terhadap Besar Intensitas dan Lama Waktu Pemaparan**

Untuk menghitung intensitas efektif sinar ultraviolet dalam ruang disinfeksi diberikan, intensitas lampu rata-rata dikalikan dengan kualitas transmisi ultraviolet dari fluida yang diradiasi. Intensitas lampu-rata didirikan dengan cara rumus yang diterapkan pada pembacaan yang diambil pada titik tengah dipanjang busur dari lampu ultraviolet untuk digunakan (panjang busur adalah jarak antara filamen listrik terletak di setiap akhir lampu).

Waktu paparan sinar ultraviolet (*Retention Time*) secara langsung berhubungan dengan laju aliran lewat air melalui ruang disinfeksi. Dengan mengubah waktu retensi untuk intensitas ultraviolet diberikan, dosis dapat meningkat atau menurun sesuai kebutuhan. Artinya, tingkat dosis yang lebih tinggi atau lebih rendah dapat dicapai dengan



baik mengurangi atau meningkatkan laju aliran. Semakin lama air di dalam ruang desinfeksi ultraviolet yang lebih tinggi dosis, dan sebaliknya. Seperti salah satu contoh pertimbangan perancangan proses desinfeksi terhadap kecepatan aliran air atau lama waktu pemaparan dengan satuan GPM (*Gallon Per Minute*).

<u>Flow Rate (US GPM)</u>	<u>Ultraviolet Dosage</u>
5.0	16,000 $\mu\text{w-sec}/\text{cm}^2$
3.0	40,000 $\mu\text{w-sec}/\text{cm}^2$
1.3	90,000 $\mu\text{w-sec}/\text{cm}^2$

**Gambar 2.4.** Perimbangan dosis UV terhadap kecepatan aliran air (*Retention Time*)

**Sumber:** International Water Guard, 2010

### 2.1.3.3. Desinfeksi Ultraviolet Untuk Air Minum

Disinfektan ini efisien untuk menghilangkan mikroba yang merupakan substansi utama penyebar penyakit air dari sumber air tanah. Di rumah sakit *khlorin* ditambahkan untuk menjaga residu setelah dilakukan iradiasi UV. Dengan dosis 30.000  $\mu\text{W-s}/\text{cm}^2$ , UV mengurangi *Legionella pneumophila* sampai 4-5 log dalam 20 menit pada sistem distribusi air di rumah sakit. Walaupun dosis ini tidak efektif untuk mengaktivasi *kista Giardia lamblia*, yang membutuhkan dosis 63.000  $\mu\text{W-s}/\text{cm}^2$  untuk pengurangan 1-log, nilai ini jauh lebih besar dari minimum dosis yang dikeluarkan oleh *U.S Public Health Service* yaitu 16.000  $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$ . Dalam proses mendesinfeksi air minum dari bakteri patogen pada Standar Nasional Indonesia atau (SNI) 7388:2009, menerangkan bahwa dalam kelayakan air minum untuk dikonsumsi jumlah mikroba harus dibawah 100 koloni/ml.

#### **2.1.3.4. Kelebihan Dan Kelemahan Desinfeksi Dengan Sinar UV**

Berikut kelebihan disinfeksi air atau air limbah dengan iradiasi UV antara lain :

1. Efisien untuk mengdeaktivasi bakteri dan virus pada air minum (diperlukan dosis yang lebih tinggi untuk *kista protozoa*).
2. Tidak menimbulkan hasil samping senyawa karsinogen atau hasil samping yang bersifat racun.
3. Tidak menimbulkan masalah rasa atau bau.
4. Tidak diperlukan penyimpanan dan penanganan bahan kimia beracun.
5. Unit UV hanya memerlukan ruang yang kecil.
6. Tidak membutuhkan waktu yang lama

Beberapa kelemahan disinfeksi dengan UV antara lain adalah :

1. Tidak ada residu disinfektan pada air yang telah diolah (oleh karena itu diperlukan penambahan *khlorin* atau ozon setelah proses UV)
2. Relatif sulit menentukan dosis UV.
3. Pembentukan biofilm pada permukaan lampu.
4. Masalah dalam hal pemeliharaan dan pembersihan lampu UV.
5. Masih ada potensi terjadi fotoreaktivasi pada mikroba patogen yang telah diproses dengan UV.

#### **2.1.3.5. Desain Ultraviolet**

Desain ultraviolet sangat penting karena akan sangat mempengaruhi kemampuan deaktivasi mikrobiologi khususnya bakteri patogen. Secara keseluruhan kemampuan deaktivasi ini berkaitan dengan berkas cahaya UV yang dihasilkan, dan proses desain

rancang bangun sangat berkaitan pada dosis yang dihasilkan. Dosis yang dimaksud (D) adalah proporsi dosis radiasi per unit area (intesitas) cahaya UV (I) dan waktu paparan (t) (Lekang,2013), sehingga muncul persamaan dosis:

$$D = I \cdot t \quad (2.1)$$

Keterangan:

D = Dosis ( $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$ )

I = Intesitas Cahaya UV ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )

t = Waktu paparan (s)

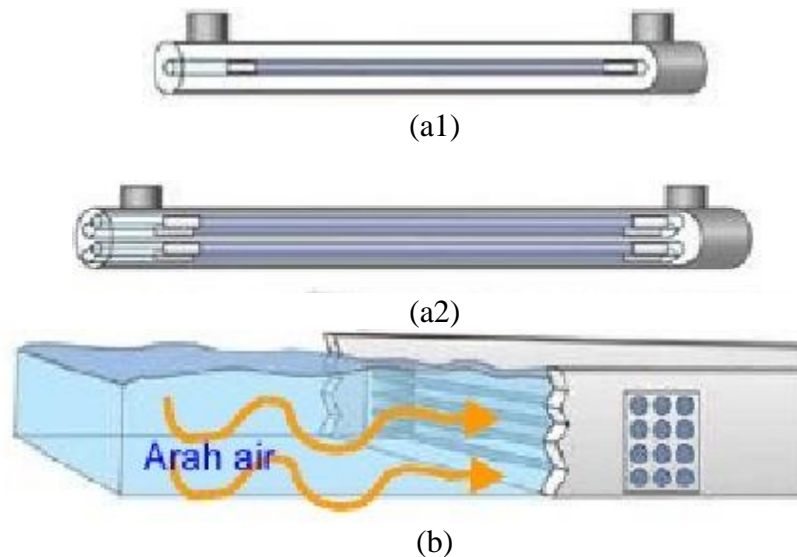
Efektifitas cahaya UV sangat tergantung pada daya (watt) lampu, usia pakai lampu, panjang lampu, kebersihan permukaan lampu, jarak permukaan lampu dengan target, waktu interaksi antara lampu dan organisme, dan kejernihan air.

#### **2.1.3.6. Model Desain Ultraviolet**

Model desain bagian dari upaya untuk menghasilkan variasi produk. Model desain UV yang dibuat dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang didasarkan pada target deaktivasi, kemudahan dan kecepatan suplai air serta ekonomis. Secara umum model-model yang bisa ditemukan adalah

- a. Aliran air searah dengan panjang lampu
  1. Satu lampu UV dalam satu tabung
  2. Beberapa lampu UV dalam satu tabung
- b. Arah air tegak lurus dengan panjang lampu pada gambar 2.4a2 dan 2.4b, digunakan untuk kebutuhan suplai air yang cukup besar namun daya deaktivasinya tetap tinggi. Dari ketiga model tersebut kemudian model-model

yang sama bisa dipasang secara seri sehingga dosisnya akan meningkat dua kali lipat atau lebih tergantung pada jumlah lampu. Dalam aplikasi lampu UV bisa kontak langsung dengan air atau tanpa kontak langsung, yakni menggunakan lapisan kaca. Sehingga yang perlu dibersihkan rutin adalah kaca pelindungnya.



**Gambar 2.5.** Beberapa Model Desain UV  
Sumber: (Nana .S & Sugeng. R, 2008)

#### 2.1.4. Sensor

Sensor adalah suatu alat yang dapat mengukur atau mendeteksi kondisi sebenarnya di dunia nyata, seperti pergerakan, panas atau cahaya dan mengubah kondisi nyata tersebut ke dalam bentuk analog atau digital.

##### 2.1.4.1. Ultraviolet Sensor UVM3A

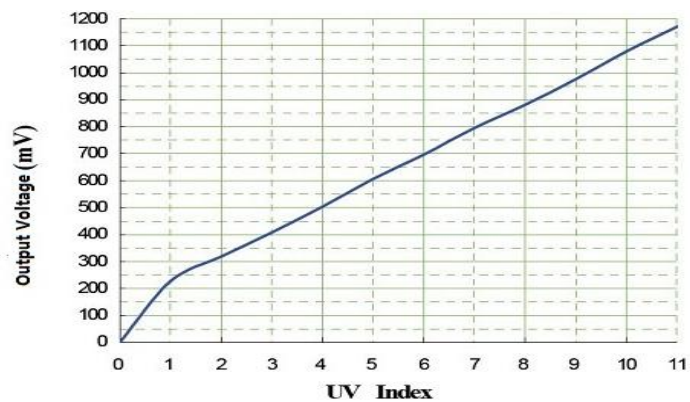
UV Sensor digunakan untuk mendeteksi intensitas radiasi ultraviolet (UV). Bentuk radiasi elektromagnetik memiliki panjang gelombang lebih pendek dari radiasi terlihat. Modul ini didasarkan pada sensor UVM-30A, yang memiliki berbagai spektrum yang luas dari 200 nm-370 nm. Modul sinyal listrik *output* yang bervariasi dengan intensitas UV.



**Gambar 2.6.** Sensor Ultraviolet UVM30A  
**Sumber:** *Datasheet* sensor UVM30A

Spesifikasi :

- Tegangan kerja: DC 3 ~ 5V
- *Curent*: 0.06 mA (Standard) /0.1mA (Max)
- Tanggapan panjang gelombang: 200 ~ 370 nm
- Bekerja suhu: -20 ~ 85'C



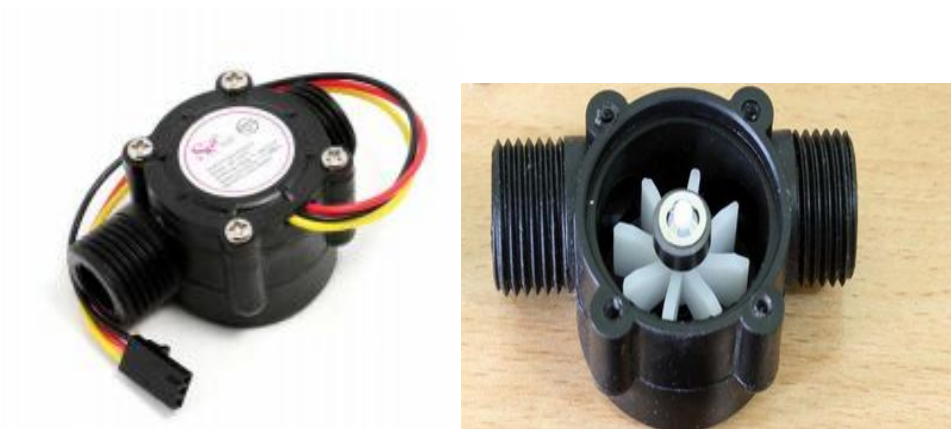
**Gambar 2.7.** Grafik Indeks Sensor Ultraviolet UVM30A  
**Sumber:** *Datasheet* sensor UVM30A

紫外线指数 UV Index	0	UV INDEX 1	UV INDEX 2	UV INDEX 3	UV INDEX 4	UV INDEX 5
Vout(mV)	<50	227	318	408	503	606
紫外线指数 UV Index		UV INDEX 6	UV INDEX 7	UV INDEX 8	UV INDEX 9	UV INDEX 10
Vout(mV)	696	795	881	976	1079	1170+

**Gambar 2.8.** Indeks Sensor Ultraviolet UVM30A  
**Sumber:** *Datasheet* sensor UVM30A

#### 2.1.4.2. G ½ Sensor Water Flow

Sensor *Water Flow* ini terdiri atas katup plastik, rotor air, dan sebuah sensor *hall-effect*. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena efek *Hall*. Efek *Hall* ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada *device* efek *Hall* yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi *device* tersebut disebut potensial *Hall*. Potensial *Hall* ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui *device*.



**Gambar 2.9.** *Water Flow Sensor G ½*  
**Sumber:** *Datasheet Flow Sensor G 1/2*

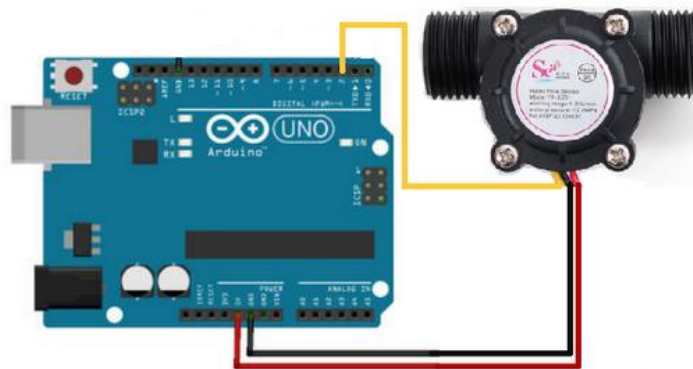
Spesifikasi :

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| a. Bekerja pada tegangan    | : 5V DC-24VDC      |
| b. Arus Maksimum saat ini   | :15 mA (DC5V)      |
| c. Berat sensor             | : 43 g             |
| d. Tingkat Aliran rentang   | : 0,5~ 60L / menit |
| e. Suhu Pengoperasian       | : 0°C~ 80°         |
| f. Operasi kelembaban       | :35%~ 90% RH       |
| g. Operasi tekanan bawah    | :1.75Mpa           |
| h. <i>Store temperature</i> | :-25°C~+80°        |
| i. <i>Store humidity</i>    | :25%~90%RH         |

**a). Mekanisme Kerja Sensor *Water Flow***

Mekanisme kerjanya dimana baling-baling warna putih yang akan berputar jika ada aliran air. Pada baling-baling putih tersebut ada magnet yang ikut berputar. Gerakan magnet ini dideteksi oleh sensor “*Hall Effect*” yang ada di

bagian bawah. Sensor ini terhubung ke 3 buah kabel warna hitam, kuning dan merah. Kabel hitam untuk GND, kabel merah untuk VCC, kabel kuning untuk *output* pulsa.



**Gambar 2.10.** Skema Rangkaian sensor *Water Flow* Sensor Dengan Arduino  
**Sumber:** Dokumentasi Pribadi

Dalam pemrograman dengan Arduino menggunakan interupsi internal pada *pin digital* Arduino. Ini digunakan untuk membaca pulsa yang berasal dari sensor *Water Flow*. Ketika Arduino mendeteksi pulsa yang masuk, digunakanlah fungsi `pulseCounter()`. Fungsi ini kemudian menghitung jumlah total pulsa.

Dalam sensor laju aliran air ini, untuk setiap liter air yang mengalir dalam per menit mengeluarkan output sekitar 7,5 pulsa. Sehingga total pulsa yang terhitung adalah 7,5 pulsa dalam liter/menit.

Konversi pulsa ke dalam satuan kecepatan laju air (L/min) :

```
// Pulse frequency (Hz) = 7.5Q, Q is flow rate in L/min.
```

```
menit = (flow_frequency *60 / 7.5)*0.0167;
```

```
// (Pulse frequency x 60 min) / 7.5Q = flowrate in L/min.
```



### 2.1.5. Saklar *Push Button*



**Gambar 2.11. Saklar *Push Button***

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada umumnya saklar *push button* adalah tipe saklar yang hanya kontak sesaat saja saat ditekan dan setelah dilepas maka akan kembali lagi menjadi NO, biasanya saklar tipe NO ini memiliki rangkaian penguncinya yang dihubungkan dengan kontaktor dan tipe NO digunakan untuk tombol on. *Push button* ada juga yang bertipe NC, biasanya digunakan untuk tombol *off*. Terdapat 4 konfigurasi saklar *push button*:

- a. Tanpa - pengunci (*no guard*),
- b. Pengunci - penuh (*full guard*),
- c. *Extended guard*, dan
- d. *Mushroom button*.

#### a). Cara Kerja Saklar *Push Button*

Saklar *Push Button* berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan pada rangkaian listrik, ketika / selama bagian *knop* nya ditekan maka alat ini akan bekerja sehingga kontakannya akan terhubung untuk jenis *normally open* dan akan terlepas untuk jenis *normally close*, dan sebaliknya ketika *knop* nya dilepas kembali maka kebalikan dari sebelumnya, untuk membuktikannya pada terminalnya bisa

digunakan alat ukur tester / ohm meter. pada umumnya pemakaian terminal jenis NO digunakan untuk menghidupkan rangkaian dan terminal jenis NC digunakan untuk mematikan rangkaian, namun semuanya tergantung dari kebutuhan.

### **2.1.6. Pompa**

Pompa adalah suatu peralatan mekanik yang digerakkan oleh tenaga mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat lain, dimana cairan tersebut hanya mengalir apabila terdapat perbedaan tekanan. Pompa juga dapat diartikan sebagai alat untuk memindahkan energi dari pemutar atau penggerak ke cairan ke bejana yang bertekanan yang lebih tinggi. Selain dapat memindahkan cairan pompa juga berfungsi untuk meningkatkan kecepatan, tekanan dan ketinggian cairan. Adapun bentuk pompa bermacam-macam dengan demikian maka pompa dalam pelayanannya dapat diklasifikasikan menurut :

1. Pemakaiannya
2. Prinsip kerjanya
3. Cairan yang dialirkan
4. Material atau bahan konstruksinya



**Gambar 2.12.** Pompa Air Untuk Kolam Mini  
**Sumber:** Dokumentasi Pribadi

### 2.1.7. Solenoid Valve

*Solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis.

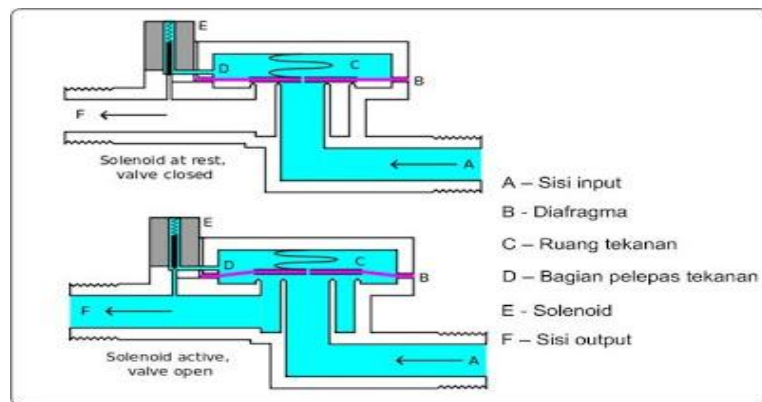


**Gambar 2.13.** *Solenoid Electric Valve*  
**Sumber:** Dokumentasi Pribadi

Contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (*cylinder*). Atau pada sebuah tandon air yang membutuhkan *solenoid valve* sebagai pengatur pengisian air, sehingga tandon tersebut tidak sampai kosong. dan berbagai contoh-contoh lainnya yang tidak mungkin saya jelaskan satu persatu disini.

Banyak sekali jenis-jenis dari *solenoid valve*, karena *solenoid valve* ini di desain sesuai dari kegunaannya. Mulai dari 2 saluran, 3 saluran, 4 saluran dan sebagainya. Contohnya pada *solenoid valve* 2 saluran atau yang sering disebut katup kontrol arah 2/2. Memiliki 2 jenis menurut cara kerjanya, yaitu NC dan NO. Jadi fungsinya hanya menutup / membuka saluran karena hanya memiliki 1 lubang *inlet* dan 1 lubang

*outlet* atau pada *solenoid* 3 saluran yang memiliki 1 lubang *inlet* , 1 lubang *outlet* ,dan 1 *exhaust*/pembuangan. Dimana lubang *inlet* berfungsi sebagai masuknya fluida, lubang *outlet* berfungsi sebagai keluarnya fluida dan *exhaust* berfungsi sebagai pembuangan fluida/cairan yang terjebak, dan *solenoid* 3 saluran ini biasanya digunakan atau diterapkan pada aktuator pneumatik (*cylinder* kerja tunggal).



**Gambar 2.14.** Prinsip Kerja *Solenoid Electric Valve*

**Sumber:** [www.wicvalve.com](http://www.wicvalve.com)

*Solenoid valve* akan bekerja bila kumparan/*coil* mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja (kebanyakan tegangan kerja *solenoid valve* adalah 100/200 VAC dan kebanyakan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 12/24 VDC). Sebuah pin akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan dari kumparan solenoida tersebut dan saat pin tersebut ditarik naik maka fluida akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang C turun dan tekanan fluida yang masuk mengangkat diafragma. Sehingga katup utama terbuka dan fluida mengalir langsung dari A ke F.

### **2.1.8. LCD (*Liquid Crystal display*)**

*Display* elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-light*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

#### **2.1.8.1. Material LCD (*Liquid Crystal display*)**

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen.

Lapisan sandwich memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



**Gambar 2.15.** Bentuk *Liquid Crystal Display* (LCD) 16 X 2  
**Sumber:** Dokumentasi Pribadi

Pengendali / Kontroler LCD (*Liquid Cristal Display*) Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat *microcontroller* yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Microntroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan *register*. Memori yang digunakan microcontroler internal LCD adalah :

1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

*Register control* yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

1. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
2. Register data yaitu *register* untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada *register* akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

1. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
3. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan high baca data.
4. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
5. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 volt.
- 6.

### 2.1.9. Buzzer

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan loud speaker, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).



**Gambar 2.16.** *Buzzer*

**Sumber:** Dokumentasi Pribadi

### 2.1.10. Lampu Ultraviolet UVC (200 - 260 nm)

Lampu ultraviolet juga digunakan sebagai alat untuk membunuh kuman dan bakteri. Lampu UV memancarkan sinar ultraviolet yang memiliki kemampuan untuk mempengaruhi fungsi sel makhluk hidup dengan mengubah materi inti sel atau DNA, sehingga makhluk tersebut mati. Jenis lampu ultraviolet tersebut dengan panjang gelombang 200-260 nm atau lebih dikenal dengan UV C.



### 2.1.10.1. Cara Kerja Lampu Ultraviolet UVC (200 - 260 nm)

Seperti halnya lampu jenis lain, lampu UV pun memiliki cara kerja yang hampir sama. Sinar ultraviolet dipancarkan dari lampu ultraviolet yang dilindungi oleh kaca berwarna hitam. Kaca tersebut melindungi lampu ultraviolet dari kerusakan akibat kontak dengan pelarut organik. Terdapat dua jenis lampu UV yang terdapat pada keseluruhan perangkat UV. Pertama lampu yang memancarkan sinar pada gelombang dibawah 366 nm dan kedua pada panjang gelombang 254 nm. Jika sinar yang dibutuhkan untuk menyinari suatu alat berada pada panjang gelombang 300 nm, maka lampu yang akan menyala ialah lampu dengan panjang gelombang 366 nm. Begitu juga sebaliknya jika sampel yang digunakan berada pada panjang gelombang di bawah 254 nm.

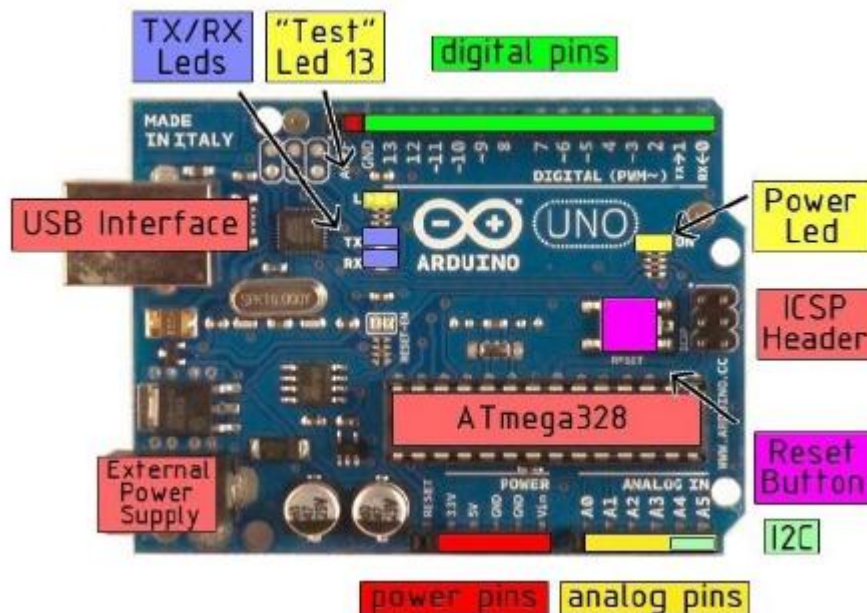


**Gambar 2.17.** Lampu Ultraviolet UVC 200 nm – 260 nm  
Sumber: *Datasheet Sanyo Denki Germecidal Lamp.*

### 2.1.11. Board Arduino Uno R3

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega8U2 sebagai konverter USB ke serialnya. “UNO” berarti satu dalam bahasa Italia, dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino. Arduino Uno

mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input analog*, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC dan untuk gambar fisik dari *board* Arduino Uno. (***Datasheet*** terlampir hal.129 )



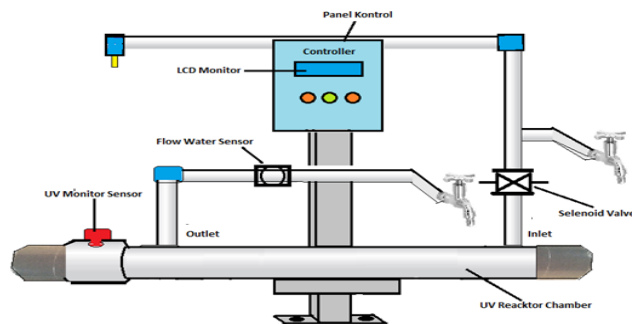
**Gambar 2.18.** Arduino Uno R3  
Sumber: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

Berikut beberapa spesifikasi dari *Board* Arduino Uno.

## 2.2. Rancangan Produk

### 2.2.1. Penerapan Desain Maket Alat Desinfeksi Air Minum Dengan UVGI

Perancangan maket UVGI untuk desinfeksi air minum ini dimana terbuat dari *stainless steel* untuk bagian tabung reaktor lampu ultraviolet karena dalam penggunaan reaktor ini harus anti karat maka digunakannya bahan *stainless steel* dan instalasi pipa menggunakan pipa PVC. Dalam alat ini digunakan dua *solenoid valve* yang di letakan dibagian *inlet* dan *outlet* pada instalasi di pemipaan ini. Desain maket dilihat pada gambar 2.18.

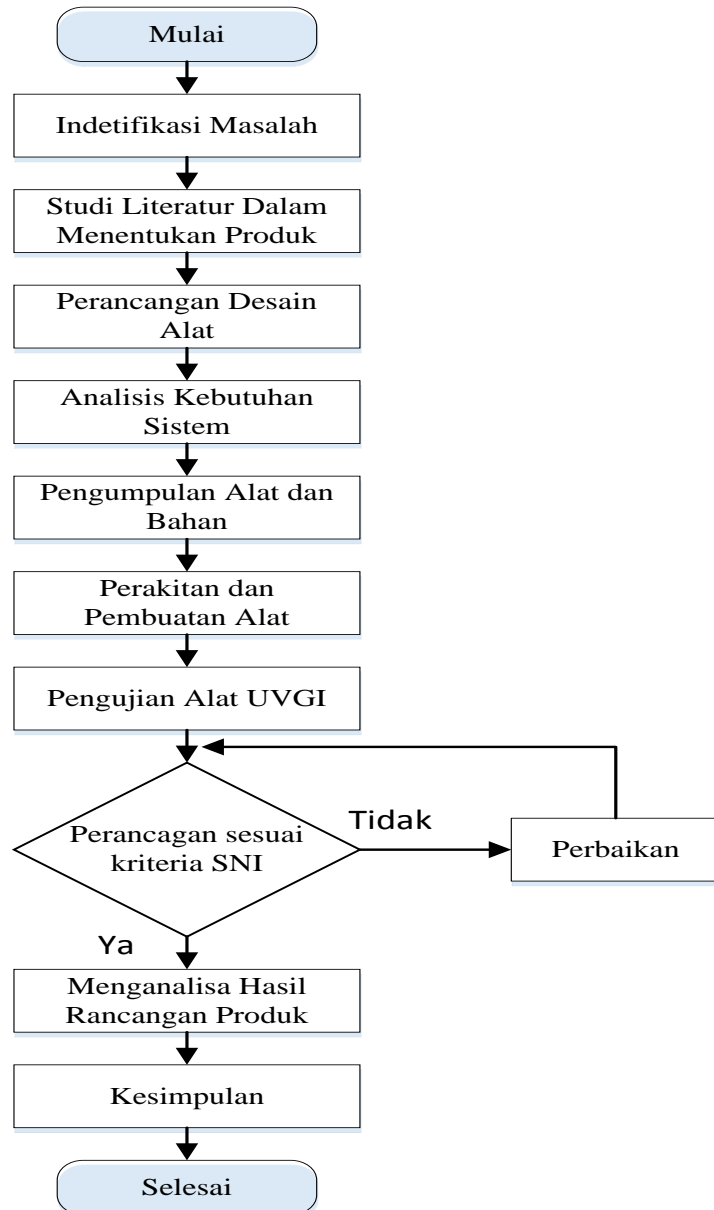


**Gambar 2.19.** Maket Alat Desinfeksi Air Minum Dengan UVGI Berbasis Arduino

Sebagai penjelasan pada Gambar 2.18, dimana penulis memberikan keterangan pada desain tersebut dimana terdapat sensor ultraviolet UVM30A dimana berfungsi untuk memonitoring intensitas sinar UV dan sensor *Water Flow* berfungsi untuk memonitoring laju air. Agar air yang dilalui tabung reaktor tidak terlalu cepat. Dalam desain ini terdapat panel kontrol untuk mengontrol sistem desinfeksi air terhadap perubahan yang dikeluarkan oleh kedua sensor tersebut agar dapat menjaga kualitas air. Alat ini akan bekerja sebagai pengaman ganda agar air yang dapat diminum dapat terjaga kualitasnya

### 2.2.2. Diagram Alir Rancangan Produk

Dalam perancangan produk ini dilakukan dengan beberapa cara yakni dari sistem perancangan, pembuatan dan pengujian yang tertera pada kerangka berfikir dibawah ini.

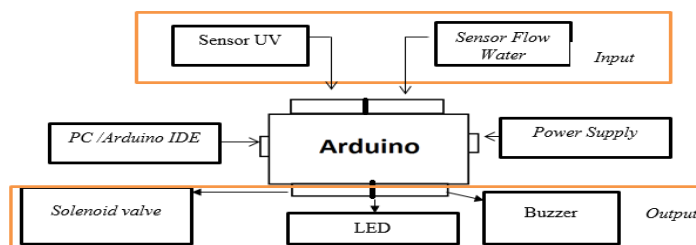


**Gambar 2.20.** Flowchart Rancangan Produk

Berdasarkan *flowchart* diatas dimana sebelum menentukan suatu produk langkah awal adalah dengan cara mengidentifikasi masalah pada produk atau metode yang sudah ada. Jika sudah lalu melakukan studi literatur dan menentukan alat yang ingin dikembangkan sebagai langkah awal untuk melakukan perancangan desain alat lalu menganalisis kebutuhan sistem jika, dalam perancangan telah selesai maka langkah selanjutnya melakukan tahap *assembly* atau perakitan dan pembuatan alat. Setelah alat telah selesai dibuat maka selanjutnya adalah melakukan pengujian para alat tersebut jika, dalam alat tersebut hasilnya sesuai dengan kriteria keberhasilan maka alat tersebut dianalisis hasil dalam perancangan alat tetapi, bila pada alat ditemukan suatu kesalahan saat pengujian dimana ketidaksesuaian dengan kriteria yang diinginkan maka alat tersebut dianalisis kesalahan kembali terhadap segi rancangan dan pembuatan.

### 2.2.3. Diagram Blok Rancangan Produk

Sebelum melakukan perancangan alat dilakukan perancangan sistem pengendali dimana pada perancangan sistem digunakanya bagian *input,output* dan proses dimana pada Gambar 2.20, dibangun suatu diagram blok untuk mengetahui komponen yang terhubung langsung dan bekerja pada sistem alat ini.



**Gambar 2.21.** Diagram Blok Sistem Kerja

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Tempat pembuatan dan pengujian alat akan dilaksanakan di Laboratorium Mesin listrik dan Kalibrasi Teknik Elektro Lantai 1 Fakultas Teknik dan Laboratorium PT.Monysaga Prima Bekasi . Dalam rentang waktu bulan Juli– September 2016.

#### **3.2. Metode Pengembangan Alat**

##### **3.2.1. Metode Pengembangan**

Metode penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang meliputi perencanaan, analisa kebutuhan, perancangan serta pengimplemtasian dalam sistem perangkat keras (*Hardware*).

##### **3.2.2. Instrumen**

###### **3.2.2.1. Alat dan Bahan**

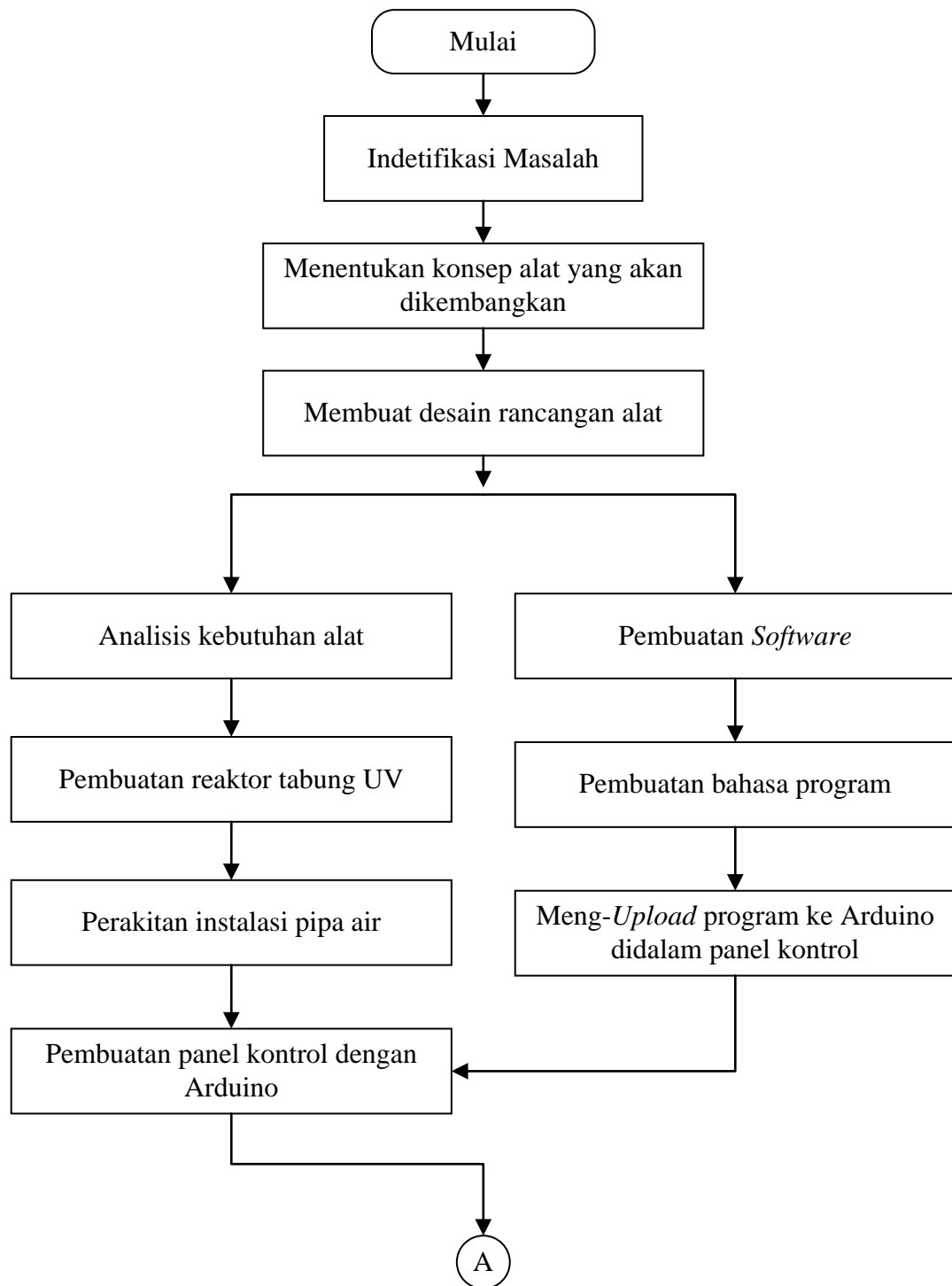
Dalam pembuatan alat ini bahan yang digunakan untuk menunjang penelitian ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 3.1.** Alat dan Bahan

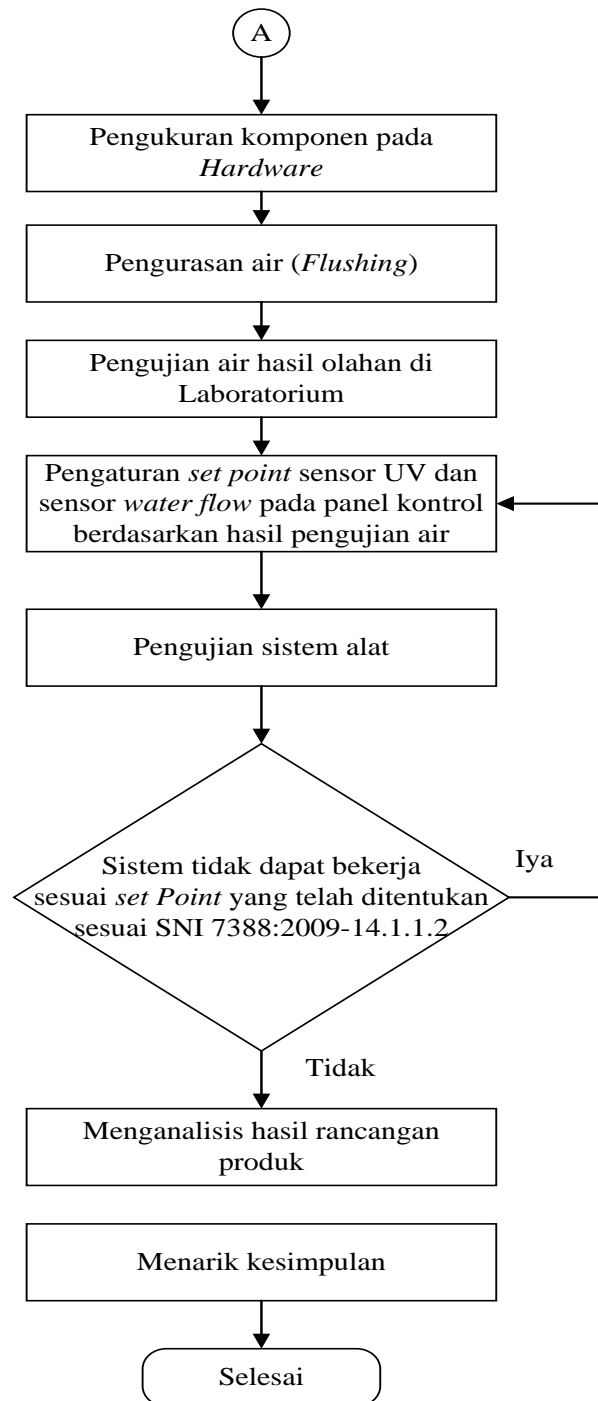
<b>Alat</b>	<b>Bahan</b>
1. Gergaji	1. Lampu Sankyo Denki Ultraviolet 20 Watt
2. Multimeter analog	5 GPM
3. Multimeter digital	2. <i>Water Flow Sensor</i> SEN-HZ21WA
4. Kabel <i>Jumper</i>	dengan kapasitas maksimum 60 L/min
5. Gerinda	3. UVM30A- Sensor
6. Las Elektroda	4. <i>Relay</i> 6 VDC
7. Kunci 10	5. Arduino UNO R3
8. Kunci 11	6. Saklar <i>Push Button</i>
9. Tang Potong	7. Saklar SPDT
10. Tang Jepit	8. LCD( <i>Liquid Crystal Display</i> ) 16 x 2
11. Obeng Kembang	9. PCB ( <i>Printed Circuit Board</i> )
12. Obeng Minus	10. <i>Panel Box</i>
13. <i>Lux Meter PMA</i>	11. <i>Buzzer</i>
2200	12. Pompa Air kapasitas 3000 L/H

### 3.3. Prosedur Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam proses pengerjaan penelitian ini ditunjukkan pada bagan alir sebagai berikut.







**Gambar 3.1.** Diagram alir tahapan penelitian

### 3.4. Tahap Perencanaan Dan Perancangan Alat

Sebelum melakukan pengujian alat, peneliti melakukan berbagai perancangan dalam pembuatan alat ini karena dalam hal ini yang menjadi pertimbangan dalam melakukan suatu pengujian alat.

#### 3.4.1 Spesifikasi Sensor Yang Digunakan

##### 3.4.1.1. Spesifikasi Sensor Ultraviolet UVM30A

Alasan penggunaan sensor UV tipe UVM30A dikarenakan pada tipe ini dapat bekerja pada spektrum 200 nm- 370 nm dan komponen ini banyak dipasaran.

##### A. Spesifikasi

- Tegangan kerja: DC 3 ~ 5V
- Curent: 0.06mA (Standard) /0.1mA (Max)
- Tanggapan panjang gelombang: 200 ~ 370 nm
- Bekerja suhu: -20 ~ 85'C



**Gambar 3.2.** Sensor UVM30A

**Sumber:** [www.mysensors.org](http://www.mysensors.org)

### 3.4.1.2. Spesifikasi Sensor Water Flow

Digunakan sensor *Water Flow* dikarenakan untuk mengukur kecepatan aliran air (*flow rate*) dan total debit yang dapat dihasilkan oleh alat ini.



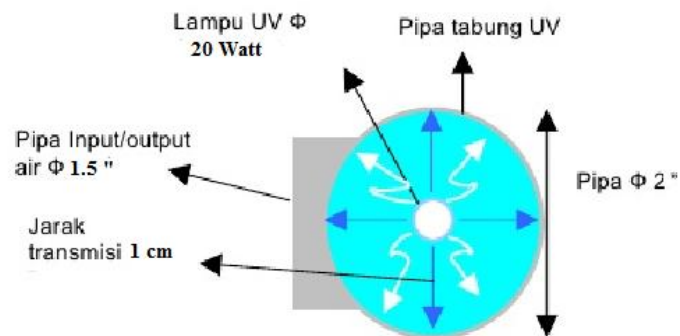
**Gambar 3.3.** Sensor *Water Flow*  
**Sumber:** [www.DIYhacking.com](http://www.DIYhacking.com)

#### A. Spesifikasi :

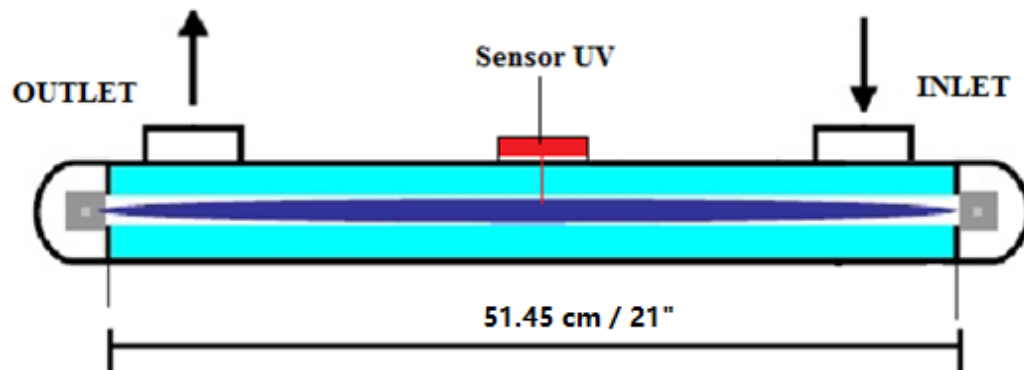
- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 1. Bekerja pada tegangan    | : 5V DC-24VDC      |
| 2. Arus Maksimum saat ini   | :15 mA (DC5V)      |
| 3. Berat sensor             | : 43 g             |
| 4. Tingkat Aliran rentang   | : 0,5~ 60L / menit |
| 5. Suhu Pengoperasian       | : 0°C~ 80°         |
| 6. Operasi kelembaban       | :35%~ 90% RH       |
| 7. Operasi tekanan bawah    | :1.75Mpa           |
| 8. <i>Store temperature</i> | : -25°C~+80°       |
| 9. <i>Store humidity</i>    | :25%~90%RH         |

### 3.4.2. Desain Tabung Reaktor Ultraviolet

Dalam penelitian ini dirancang tabung reaktor Ultraviolet Sebelum diaplikasikan menggunakan alat kontrol UVGI (*Ultraviolet Germecidal Irradiation*). Dalam perancangan konstruksi tabung reaktor ini terbuat dari pipa jenis PPR (*Polypropylane Random*) dimana dipilih jenis pipa ini dikarenakan pipa ini dapat tahan akan panas atau tekanan tinggi, tahan benturan, mempunyai daya tahan terhadap reaksi kimia.



**Gambar 3.4.** Penampang melintang menggunakan 1 lampu UV



**Gambar 3.5.** Tampak Samping (Tabung Reaktor UV)

**Spesifikasi:**

- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Daya Lampu UV              | : 20 Watt                             |
| 2. Merek Lampu UV             | : Sankyo Denki G20T10                 |
| 3. Panjang Tabung UV          | : 54 cm                               |
| 4. Jenis Pipa                 | : PPR ( <i>Polypropylane Random</i> ) |
| 5. Diameter Lampu UV          | : 1.25 inch = 3.2 cm                  |
| 6. Diameter Tabung Reaktor UV | : 2 inch = 5.08 cm                    |

**3.4.2.1. Analisa Rancangan Tabung Reaktor UV**

Sebelum melakukan pembuatan tabung reaktor maka dilakukan penganalisa dengan pendekatan secara teoritis berdasarkan acuan standar *Intertational water guard*. Dimana ukuran tabung reaktor yang akan dibuat akan menentukan karakteristik dari tabung reaktor dalam ke efektifan lampu UV dalam medesinfeksi air minum agar terhindar dari mikroba, hal ini akan mempengaruhi besar kapasitas lampu UV secara maksimal dalam membunuh mikroba.

**1. Spesifikasi Desain Rancangan :**

1. Intesitas Irradiasi UV (*Mid Point*) :  $4.07 \text{ mW/ cm}^2$  ( *Sumber*: International Water Guard, 2010)
2. Panjang Lampu UV : 55 cm
3. Diameter Lampu UV: 32 mm = 3, 2 cm
4. Panjang Tabung UV : 55 cm
5. Diameter Dalam : 51 cm= 5.1 cm
6. Diameter Luar :60 cm= 6.1 cm
7. Besar *Flow Rate* atau debit air yang digunakan  
 $Q1 = 6 \text{ L/min}$  ;  $Q2 = 3 \text{ L/min}$  ;  $Q3 = 1 \text{ L/min}$

## 2. Rumus Tabung :

$$V = \pi r^2 t \dots\dots\dots(1)$$

1. Volume Tabung Reaktor Tanpa Lampu UV:

$$= 3.14 \cdot (2.55)^2 \cdot 55 = 1123.06 \text{ cm}^3 = 1.123 \text{ L}$$

2. Volume Lampu UV:

$$= 3.14 \cdot (1.6)^2 \cdot 55 = 442.112 \text{ cm}^3 = 0.44 \text{ L} = 442 \text{ mL}$$

3. Net volume tabung yang digunakan:  $1.123 \text{ L} - 0.44 \text{ L} = 0.683 \text{ L} = 683 \text{ mL}$

## 3. Perhitungan Waktu Yang Dipaparkan ( *Time Exposure Test* )

1. Waktu paparan dengan kecepatan laju air sebesar 6 L/min:

$$T = \frac{0,683 \text{ L}}{6 \text{ L/min}} = 0.11 \text{ min} = 6.6 \text{ s}$$

2. Waktu paparan dengan kecepatan laju air sebesar 3 L/min:

$$T = \frac{0,683 \text{ L}}{3 \text{ L/min}} = 0.227 \text{ min} = 13.6 \text{ s}$$

3. Waktu paparan dengan kecepatan laju air sebesar 1 L/min:

$$T = \frac{0,683 \text{ L}}{1 \text{ L/min}} = 0.688 \text{ min} = 41.28 \text{ s}$$

## 4. Perhitungan Dosis Sinar UV Terhadap Waktu Yang Dipaparkan

1. Dosis sinar ultraviolet dengan waktu paparan sebesar 6.6 detik

$$D = I \times t = 4.07 \text{ mW/cm}^2 \cdot 6.6 \text{ s} = 26.86 \text{ mW/cm}^2 = \mathbf{26860 \mu\text{W/cm}^2}$$

2. Dosis sinar ultraviolet dengan waktu paparan sebesar 13.6 detik

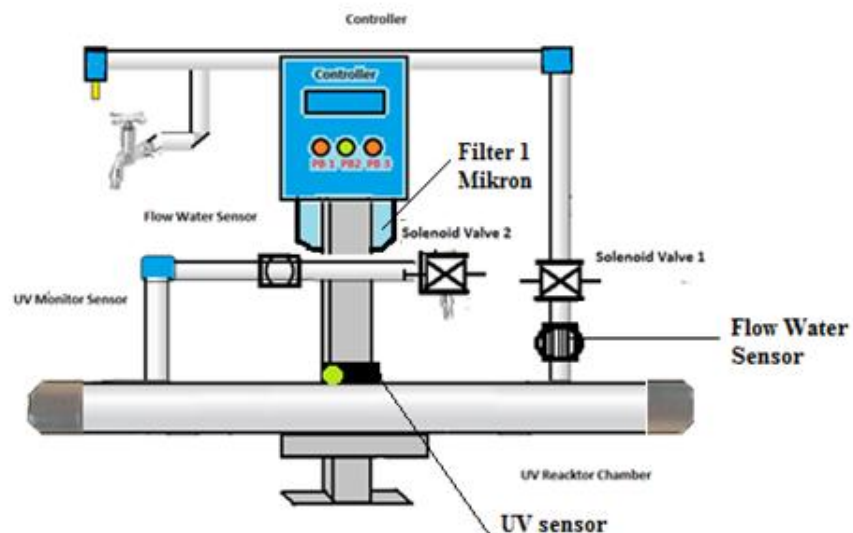
$$D = I \times t = 4.07 \text{ mW/cm}^2 \cdot 13.6 \text{ s} = 55.35 \text{ mW/cm}^2 = \mathbf{55350 \mu\text{W/cm}^2}$$

3. Dosis sinar ultraviolet dengan waktu paparan sebesar 20.49 detik

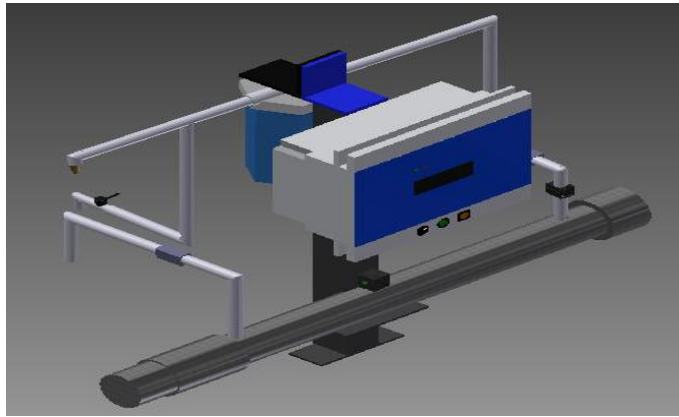
$$D = I \times t = 4.07 \text{ mW/cm}^2 \cdot 41.28 \text{ s} = 168.0096 \text{ mW/cm}^2 = \mathbf{168010 \mu\text{W/cm}^2}$$

Dalam analisis perhitungan tersebut dimana terlihat besarnya pengaruh terhadap pada rancangan desain tabung reaktor terhadap besarnya dosis sinar ultraviolet selain itu besar intensitas sinar UV dan waktu pemaparan mempunyai suatu hubungan dalam besarnya peningkatan dosis sinar ultraviolet dimana sebagai standar dalam penggunaan besarnya dosis sinar UV yakni minimal sebesar  $30 - 35 \text{ mW/cm}^2$  untuk kategori standar industri (International Water Guard, 2010).

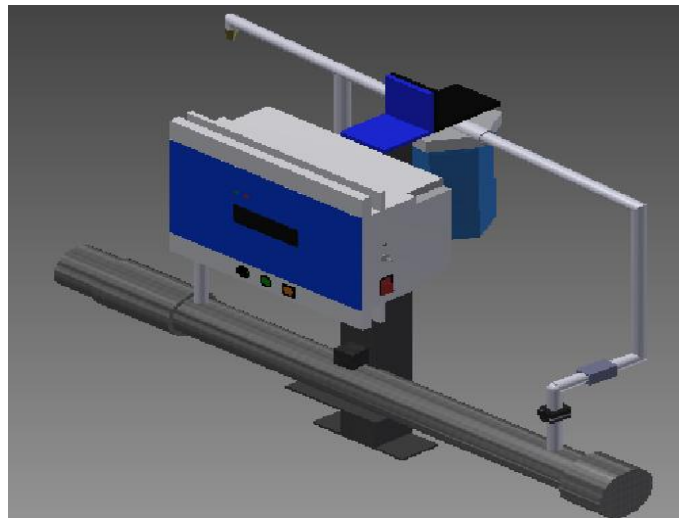
### 3.4.3. Desain Alat Kontrol Sistem UVGI (*Ultraviolet Germecidal Irradiation*)



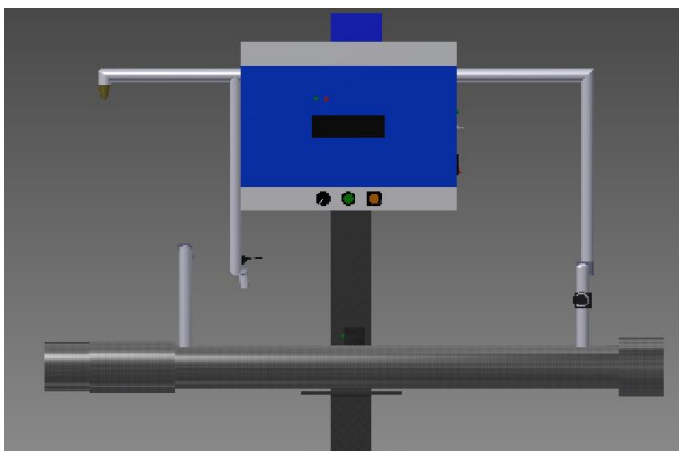
**Gambar 3.6.** Maket Sistem UVGI



**Gambar 3.7.** Desain 3D Maket Sistem UVGI (Tampak Samping Kiri)



**Gambar 3.8.** Desain 3D Maket Sistem UVGI (Tampak Samping Kanan)



**Gambar 3.9.** Desain 3D Maket Sistem UVGI (Tampak Depan)



### 3.4.4. Perencanaan *Input dan Output*

Dalam melakukan suatu perancangan sistem dilakukanya perencanaan I/O pada sistem dalam alat ini dilihat pada, Tabel.3.2.

**Tabel 3.2.** Perencanaan I/O

INPUT		OUTPUT	
PIN (Arduino)	Keterangan	PIN (Arduino)	Keterangan
Manual -Op	<i>Push Button 1</i>	6	LED Hijau
8	<i>Push Button 2</i>	5	LED Merah
		4	LED Biru
2	<i>Water Flow Sensor</i>	7	<i>Buzzer</i>
A0 (Analog)	UV Sensor	12	<i>Relay 2</i>
A1 (Analog)	Potensiometer	13	<i>Relay 1</i>
			<i>Solenoid Valve 1</i>
			<i>Solenoid Valve 2</i>
		SDA,SCL, VCC,GND	LCD 16x2

### 3.5. Deskripsi Kerja Alat

Dalam penggunaan alat ini tidak terlalu banyak berbeda dengan penggunaan desinfeksi air minum dengan sinar ultraviolet pada umumnya dibawah inilah kerja suatu alat ini:

1. Aktifkan alat kontrol UVGI dengan cara mengaktifkan tombol saklar disamping kanan alat kontrol dan aktifkan saklar lampu UV
2. Tunggu beberapa saat dimana sistem memberikan waktu tunda untuk mempersiapkan selama 10 menit agar menstabilkan lampu UV sebelum lampu UV digunakan.
3. Usahakan sebelum penggunaan alat ini, diharapkan menguras terlebih dahulu kurang lebih selama 5 – 10 menit. Hal ini dapat dilakukan dengan mengaktifkan mode manual di samping kanan alat kontrol UV dengan cara menggerakkan tuas *toggle switch* ke bawah.
4. Selanjutnya, tekan *push button 2*, maka *solenoid valve 2* akan terbuka dan air akan mengalir keluar dari tabung reaktor UV lalu, biarkan air tersebut keluar tunggu dengan waktu sesuai prosedur yang diberikan. Jika, sudah selesai segera aktifkan ke mode otomatis dengan menggeser tuas *toggle switch* ke atas.
5. Peralatan UV siap digunakan.
6. Setelah, peralatan telah siap digunakan kita dapat meninggalkan alat ini berjalan dengan sendirinya serta dapat memantaunya dengan memutar potensiometer pada alat kontrol ini untuk melihat kondisi lampu UV,

kondisi kecepatan aliran air, dan kondisi *solenoid valve* 1 atau bisa disebut *solenoid valve* utama.

7. Dalam sistem ini dilaksanakan ada 3 peringatan dalam memberikan sinyal indikasi terhadap lampu.

**Peringatan Siaga 3 :** sistem ini memberikan peringatan dengan indikator lampu LED hijau menyala serta tampilan status *performance* “ **GOOD**” di monitor LCD ini mengindikasikan sistem berjalan baik dan lampu UV dengan *performance* sebesar 90% penggunaan.

**Peringatan Siaga 2 :** sistem ini memberikan peringatan dengan indikator lampu LED hijau menyala serta tampilan status *performance* “ **NORMAL**” di monitor LCD ini mengindikasikan sistem berjalan baik dan lampu UV dengan *performance* sebesar 70% penggunaan.

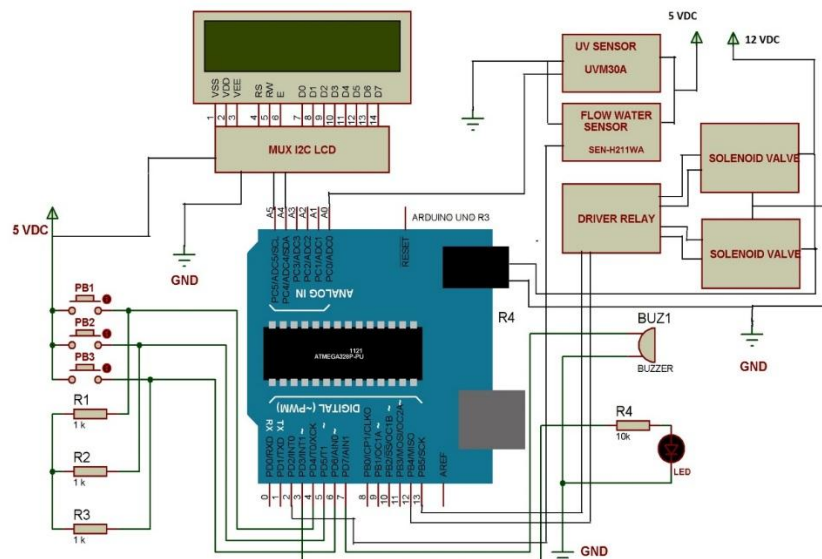
**Peringatan Siaga 1 :** sistem ini memberikan peringatan dengan indikator lampu LED merah menyala serta tampilan status *performance* “ **BAD**” di monitor LCD ini mengindikasikan sistem berjalan tidak baik dan lampu UV dengan *performance* sebesar 50% penggunaan. Peringatan ini adalah kondisi terburuknya sistem UV dikarenakan melemahnya *performance* sistem UV, hal ini diakibatkan yakni intensitas lampu UV telah menurun yang diterima oleh sensor, lampu UV putus, atau air terlalu keruh kondisi ini mengakibatkan *solenoid valve* utama langsung menutup aliran air agar tidak masuk kedalam tabung reaktor UV serta *alarm* akan menyala terus hingga lampu UV telah diganti dengan yang baru. Tidak hanya kondisi siaga 1 ini aktif Karena masalah lampu UV tetapi, juga bisa diakibatkan

oleh aliran air yang terlalu cepat dengan batas maksimal kinerja alat ini yakni pada 3 L/min tidak seperti kondisi masalah seperti lampu UV, kondisi ini hanya mengaktifkan alarm dengan *solenoid valve* utama tetap terbuka, dan dapat memberi waktu operator untuk segera mengatur kecepatan aliran air dengan *valve manual*.

### 3.6. Wiring Pada Panel Kontrol

#### 3.6.3. Wiring Diagram Panel Kontrol UVGI berbasis Arduino

Dalam pembuatan alat ini dibangun perancangan skema *wiring* diagram pada panel kontrol dimana pada *wiring* ini diperlihatkan secara detail susunan rangkaian listrik dan komponen-komponen yang berada pada panel kontrol.

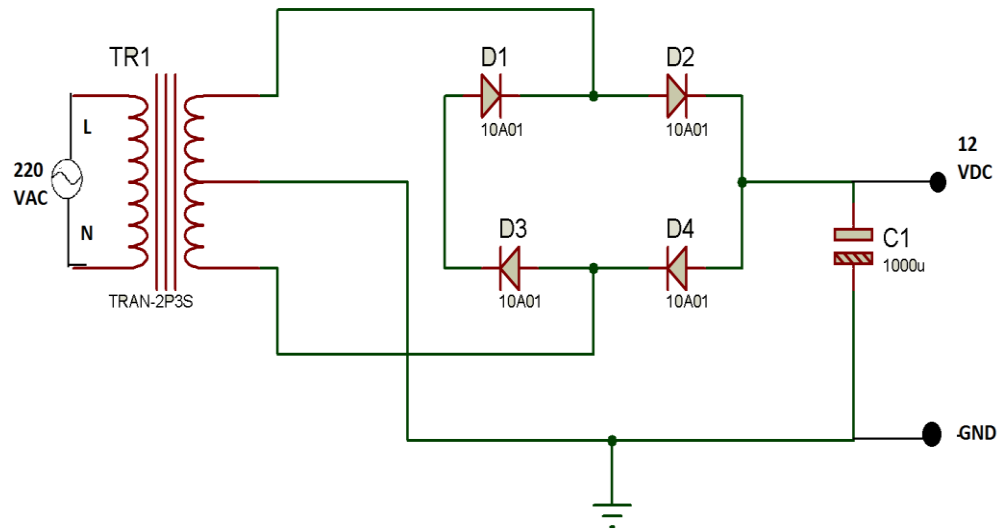


**Gambar 3.10.** Wiring diagram pada panel kontrol UVGI

#### 3.6.4. Wiring Diagram Pada Power Supply

Sistem *Power Supply* adalah sistem tenaga untuk menjalankan alat ini, Dalam menjalankan panel kontrol UVGI dibutuhkan listrik DC (*Direct Current*) atau listrik

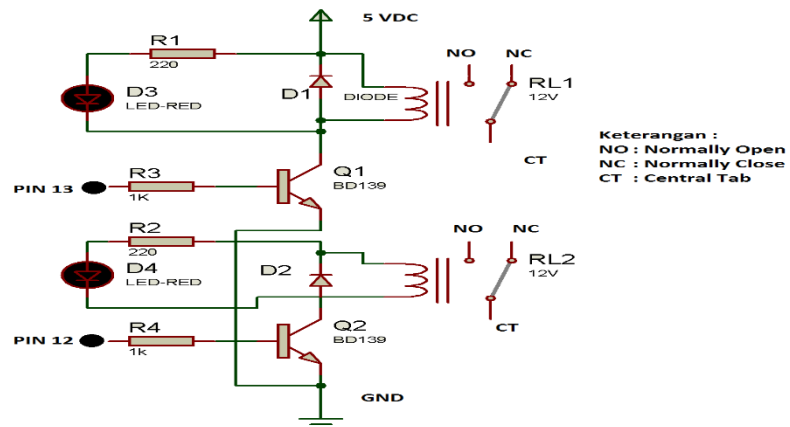
searah. Hal, ini dikarenakan dalam alat kontrol tersebut terdapat komponen elektronik dan komponen kontrol yang dapat dijalankan hanya menggunakan listrik DC yakni sebesar 12 Volt, maka diperlukan perancangan perangkat ini. Rangkaian skematik *power supply* DC dapat dilihat pada gambar 3.11.



**Gambar 3.11.** *Wiring diagram Power Supply DC*

### 3.6.5. *Wiring Diagram Driver Relay Arus Searah*

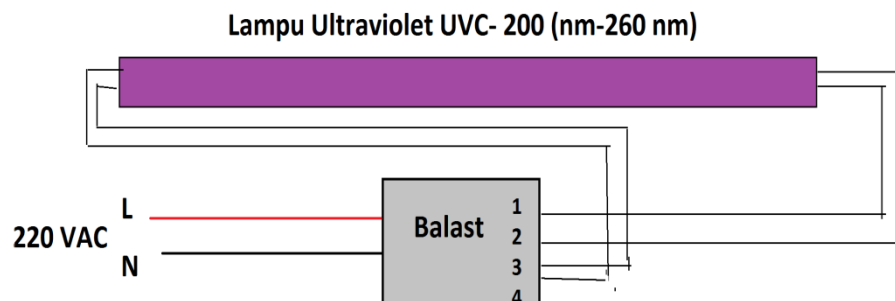
*Driver relay* diperlukan untuk mengantarkan tegangan sebesar 12 VDC ke masing masing *solenoid valve* . Dimana untuk mengaktifkan *relay* tersebut digunakan prinsip kerja *transistor* sebagai saklar. Skematik rangkaian *driver relay* dapat dilihat pada gambar 3.12.



**Gambar 3.12.** Wiring diagram Driver Relay Arus Searah

### 3.6.6. Wiring Diagram Pemasangan Lampu Ultraviolet

Lampu UV (Ultraviolet) adalah salah satu komponen utama pada sistem UVGI dimana lampu UV digunakan sebagai alat desinfeksi air dari bakteri penyakit. Untuk mengaktifkan lampu UV ini dibutuhkan sumber listrik AC (*Alternating Current*) atau arus bolak-balik sebesar 220 Volt. Dalam merangkai lampu ini dibutuhkan *ballast* dan *starter* seperti lampu TL pada umumnya. Rangkaian skematik lampu UV dapat dilihat pada gambar 3.13.



**Gambar 3.13.** Wiring diagram Driver Pemasangan Lampu Ultraviolet

### 3.7. Teknik Pengumpulan Data

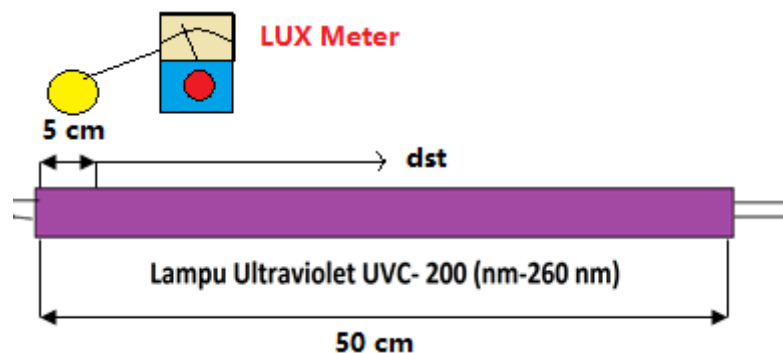
Dimanapun dalam pengujian alat ini harus disesuaikan dengan tingkat kepresisian alat ukur dan sensor maka diperlukan pengujian sensor.

#### 3.7.3. Pengujian *Hardware*

Dalam penelitian ini dilaksanakan pengujian *Hardware* (Perangkat Keras) pada alat.

##### 3.7.3.1. Pengujian Intesitas Lampu Ultraviolet

Dalam pengujian intesitas lampu UV digunakannya sebuah alat ukur Lux meter, dalam proses pengujian ini untuk mengetahui besar titik intesitas sinar tertinggi pada lampu UV yang digunakan yakni tipe Sanyo Denki G20T10 sebesar 20 Watt dengan panjang lampu 50 cm, dengan pengambilan data 11 titik terbagi dengan jarak antar titiknya sebesar 5 cm. Lalu dalam setiap pengujian dibedakan dengan perubahan tegangan yakni 220 volt, 200 volt dan 173 volt. Dalam tata cara pengambilan data bisa dilihat pada gambar 3.14.



**Gambar 3.14.** Pengujian Intesitas Lampu UV

**Tabel 3.3.** Pengujian Intesitas Lampu UV

Posisi	Intesitas Lampu UV (LUX)	Tegangan Lampu UV
1		
2		
3		
4		
-		

### 3.7.3.2. Pengujian Kalibrasi Sensor Ultraviolet

Pada pengujian sensor UV maka dilakukan penentuan titik intesitas tertinggi pada lampu UV, setelah diketahui titik intesitas tertinggi pada lampu UV tersebut maka yang dilakukan penempatan sensor UV tersebut, pada titik intesitas lampu UV tertinggi pada lampu UV tersebut. Dalam pengumpulan data ini dilakukanya pengujian sensor UV dengan melakukan komunikasi *serial* antara Arduino dengan PC (*Personal Computer*).

**Tabel 3.4.** Pengujian Sensor Ultraviolet

No.	Tegangan Input Lampu (VAC)	ADC sensor	Tegangan Sensor (Volt DC)	Intesitas (LUX)
1				
2				
3				





**Gambar 3.15.** Pengatur Intesitas UV menggunakan *Dimmer Lamp*

### 3.7.3.3. Pengujian Sensor *Water Flow*

Pada pengumpulan data ini dilakukanya pengujian sensor *Water Flow* dengan melakukan komunikasi serial antara Arduino dengan PC (*Personal Computer*).

**Tabel 3.5.** Pengujian Sensor *Water Flow*

No	Pembacaan Sensor <i>Water Flow</i> (L/min)			Alat Ukur Debit (L/min)	Deviasi
	Min	Max	Rata-rata		
1					
2					
3					
4					
5					

### 3.7.3.4. Pengujian Catu Daya Lampu Ultraviolet

Dalam pengujian alat ini harus melewati pengukuran sumber tegangan yang masuk pada rangkaian lampu ultraviolet yang dipasang dengan balast 20 Watt ini dilihat pada, Tabel 3.6.

**Tabel 3.6.** Pengukuran catu daya Lampu UV

No.	Input		
	Tegangan AC (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.			

**3.7.3.5. Pengujian Catu Daya Solenoid Valve**

Dalam pengujian alat ini harus melewati pengukuran sumber tegangan yang masuk pada rangkaian *Solenoid Valve* yang dilihat pada , Tabel 3.7.

**Tabel 3.7.** Pengukuran catu daya *Solenoid Valve*

No.	Keterangan	Input		Keterangan Kondisi
		Tegangan DC (Volt)	Arus (Ampere)	
1.	<i>Solenoid 1</i>			Aktif
2.	<i>Solenoid 2</i>			Aktif
3.	<i>Solenoid 1</i>			Tidak Aktif
4.	<i>Solenoid 2</i>			Tidak Aktif

**3.7.3.6. Pengujian Catu Daya Pada Panel Kontrol**

Dalam pengujian alat ini harus melewati pengukuran sumber tegangan yang masuk pada panel kontrol dilihat pada, Tabel 3.8.

**Tabel 3.8.** Pengukuran catu daya panel kontrol

No.	Input		
	Tegangan DC (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.			

#### 3.7.4. Pengujian Mikrobiologi Pada Air Hasil Olahan

Dalam penelitian ini dilaksanakan pengujian jumlah mikrobiologi dengan perilaku pengurangan intensitas sinar lampu UV pada air hasil olahan desinfeksi dengan alat sinar ultraviolet. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keoptimalan kinerja alat serta memperkuat data kalibrasi sensor. Dimana pada pengujian ini dilakukan 2 kali pengujian, yakni pengaruh antara jumlah mikroba dengan besar intensitas, pengaruh jumlah mikroba terhadap kecepatan aliran air.

**Tabel 3.9.** Hasil pengujian perubahan intensitas terhadap jumlah mikroba

Sampel	Kecepatan Aliran Air (L/Min)	Tegangan Lampu (V)	Intensitas (Lux)	Jumlah Mikroba (CFU/ml)	Total Mikroba (Log CFU/ml)
Kontrol					
1					
2					
3					

**Tabel 3.10.** Hasil pengujian pengaruh besar kecepatan aliran air terhadap jumlah mikroba

Sampel	Tegangan Lampu UV (Volt)	Intesitas (Lux)	Kecepatan Aliran Air (L/min)	Jumlah Mikroba (CFU/ml)	Total Mikroba (Log CFU/ml)
Kontrol					
1					
2					
3					

### 3.7.5. Pengujian *Software*

Dalam penelitian ini dilaksanakan pengujian *software* (Perangkat Lunak) pada alat dimana dengan menggunakan *software* IDE Arduino dimana kerja dari sistem ini. Saat diberikan nilai input yang berbeda.

**Tabel 3.11.** Hasil pengujian sistem alat kontrol UV

No.	INPUT		OUTPUT			
	ADC Sensor UV	Sensor <i>Water Flow</i> (L/min)	LED Hijau	LED Merah	<i>Buzzer</i>	SV1
1						
2						
3						
4						
5						

### 3.8. Teknik Analisa Data

Untuk menjalankan alat ini dibutuhkan dua sumber listrik yakni sumber listrik AC (*Alternating Current*) dan sumber listrik DC (*Direct Current*) untuk mengaktifkan lampu UV dibutuhkan listrik 220 volt AC dan untuk menjalankan sistem kontrol alat ini dibutuhkan listrik DC sebesar 12 volt. Setelah alat ini dapat diaktifkan maka selanjutnya adalah melakukan beberapa pengujian yang terbagi menjadi tiga bagian yakni pengujian *hardware*, pengujian air olahan dan pengujian *software*.

Pada pengujian *hardware* dilakukannya pengujian intensitas lampu UV terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai intensitas paling maksimum menggunakan Lux meter lalu dicatat hasilnya, setelah itu, pengujian kalibrasi sensor UV dimana diletakkan tepat di titik maksimum intensitas lampu UV lalu diberikan pengaruh perubahan intensitas dan catat hasilnya. Selanjutnya, pengujian sensor *Water Flow* dimana uji sensor tersebut dengan memberikan pengaruh perubahan aliran air lalu catat hasil ujinya, setelah kedua sensor telah dikalibrasi maka selanjutnya pengujian tegangan dan keaktifan komponen seperti, pengujian tegangan lampu UV, pengujian tegangan *solonoid valve* ,pengujian sumber tegangan listrik pada alat kontrol UV dengan mencatat hasilnya.

Setelah, pengujian *hardware* selesai selanjutnya pengujian air olahan dengan membandingkan pengaruh terhadap besar aliran air dan intensitas lampu UV terhadap jumlah mikroba yang dapat di desinfeksi, ujikan lalu catat hasilnya dan dipaparkan menggunakan grafik apakah yang terjadi terhadap perubahannya.

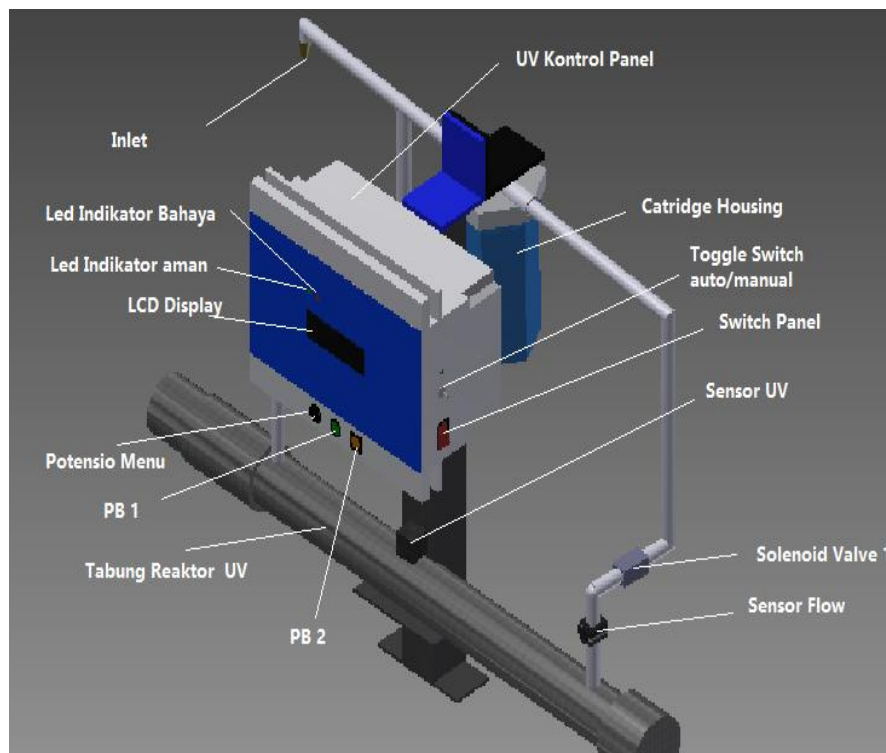
## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Konsep dan Desain Rancangan UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*)

Dalam pembuatan perancangan desain alat ini meliputi bagian desain alat kontrol dan desain tabung reaktor lampu ultraviolet.

##### 4.1.1. Realisasi Alat UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*) berbasis Arduino



**Gambar 4.1.** Desain alat UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*).



(a)



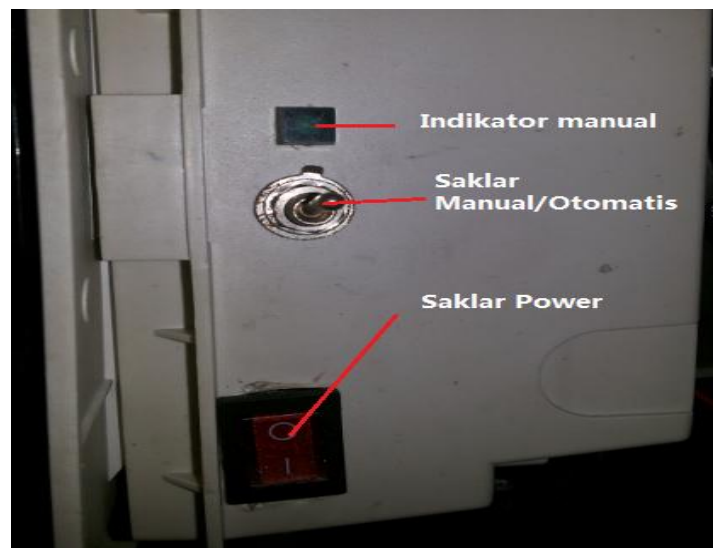
(b)

**Gambar 4.2.** Realisasi sistem UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*). (a) Tampak samping kanan. (b) Tampak samping kiri.

#### 4.1.2. Realisasi Panel Kontrol UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*)



(a)



(b)

**Gambar 4.3.** Realisasi panel kontrol UVGI. (a) Tampak depan. (b) Tampak samping panel kontrol dipasang untuk memonitoring dan mengendalikan *solenoid valve* dan *buzzer* disaat sensor UV dan sensor *Water Flow* membaca suatu nilai



dibawah kriteria optimal kerja dari lampu UV. Hal ini mengakibatkan *solenoid valve* tertutup secara otomatis agar aliran air tidak dapat memasuki tabung reaktor UV dan air tidak dapat didistribusikan. Sistem pada panel kontrol tersebut dikendalikan menggunakan *board* Arduino UNO R3.

## 4.2. Pembuatan *Hardware* Alat

### 4.2.1. Pembuatan Tabung Reaktor Lampu UV (Ultraviolet)

Dalam tahap ini dimana adalah pembuatan tabung reaktor lampu ultraviolet dimana pembuatan ini dibuat dengan bentuk silinder. Tabung reaktor adalah tempat dimana lampu ultraviolet diletakkan.



**Gambar 4.4.** Pembuatan dan pemasangan tabung reaktor ultraviolet.

### 4.2.2. Perakitan Instalasi Pipa Air

Dalam tahap ini adalah tahap perakitan instalasi saluran pipa air yang mana dalam fungsi saluran ini berfungsi mengalirkan air dari sumber untuk masuk ke tabung reaktor agar air tersebut bisa terpapar oleh sinar ultraviolet.



(a)



(b)



(c)

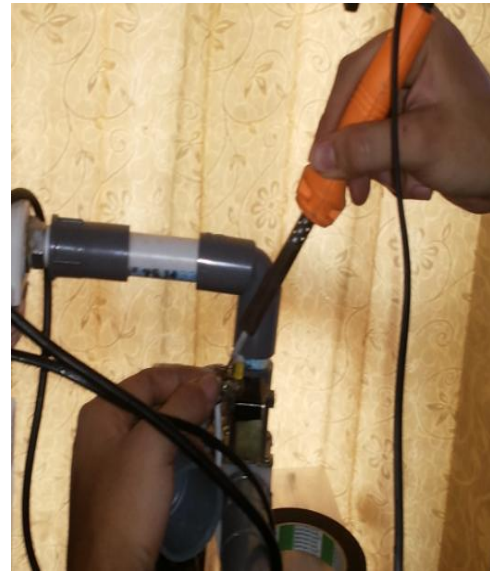
**Gambar 4.5.** (a) Pemasangan *Catridge filter housing*. (b) Pemasangan katup/*valve* manual. (c) profil hasil instalasi pemipaan alat UVGI.

#### 4.2.3. Pemasangan *Solenoid Valve*

Setelah perakitan dan instalasi pipa pada alat ini selanjutnya adalah pemasangan *solenoid valve* dimana *solenoid valve* adalah komponen untuk membuka dan menutup aliran air secara otomatis yang dikendalikan oleh panel kontrol UVGI.



(a)



(b)

**Gambar 4.6. (a)** Pemasangan *Solenoid Valve 2*. **(b)** Pemasangan *Solenoid Valve 1*.

#### 4.2.4. Perakitan dan Instalasi Panel Kontrol

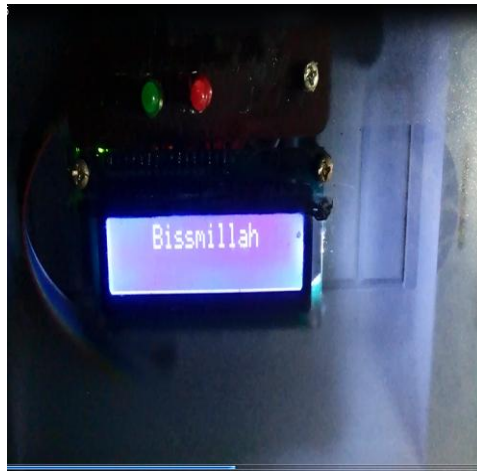
Dalam alat ini, dibutuhkan sebuah panel kontrol agar dalam alat ini bekerja dan terkontrol dan terpantau dengan baik dimana dilakukan perakitan dan pemasangan komponen-komponen kontrol dan instalasi dalam panel ini dimana dalam tahap ini sekaligus untuk pengujian *driver relay* dan tampilan LCD.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 4.7.** (a) Instalasi komponen kontrol. (b) Pemasangan alat kontrol UVGI. (c) Uji coba layar LCD. (d) Uji coba *driver relay*.

#### 4.2.5. Instalasi dan Pemasangan Sensor

Setelah panel kontrol bisa aktif digunakan maka selanjutnya adalah pemasangan sensor, yakni pemasangan sensor ultraviolet UVM30A dan pemasangan sensor *Water Flow* pada alat ini. Dimana pemasangan sensor *Water Flow* dipasang pada saluran pipa sebelum masuk ke tabung reaktor dan sensor UV dipasang tepat di tabung reaktor.



(a)



(b)





(c)



(d)

**Gambar 4.8.** (a) Pemasangan sensor *Water Flow*. (b) Perakitan sensor *Water Flow*.  
(c) Pemasangan sensor UV. (d) Uji coba sensor UV.

### 4.3. Pembuatan *Software*

#### 4.3.1. Instalasi *Software IDE Arduino*

Sebelum melakukan pemrograman menggunakan Arduino maka sebelumnya dilakukan instalasi *software* Arduino IDE. Dalam hal ini terdapat tahapan untuk menginstalasi *software* Arduino IDE.

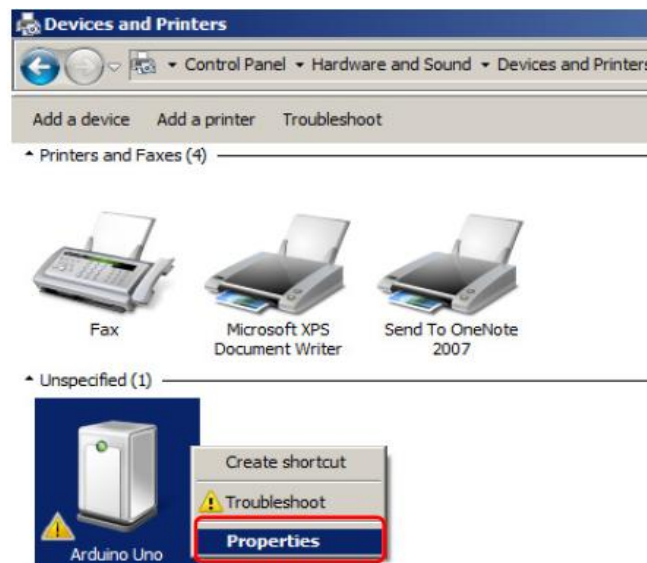
1. Sambungkan papan Arduino dengan sebuah komputer melalui kabel USB.

Umumnya Windows tidak bereaksi apa-apa saat papan Arduino telah terhubung walaupun sebetulnya Windows telah mendeteksi kehadiran sebuah perangkat baru. Untuk memulai instalasi *driver*, silakan menjalankan program *Control Panel* kemudian memilih “*View devices and printers*”.



**Gambar 4.9.** Jendela “*Control Panel*” di Windows 7.

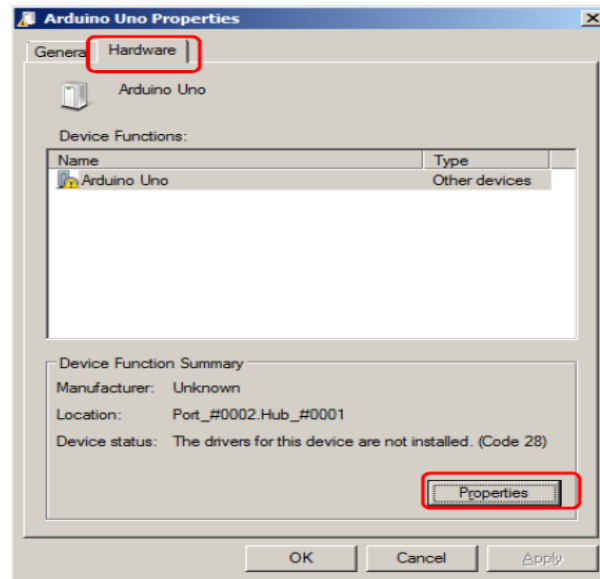
2. Papan Arduino akan tampak pada daftar perangkat namun karena ia belum dikonfigurasi dengan benar maka akan muncul di daftar *unspecified* dan di dekatnya tampak sebuah lambang peringatan (segitiga kuning dengan tanda seru) yang artinya perangkat ini belum bekerja dengan benar.



**Gambar 4.10.** Jendela “*Device and Printers*” di Windows 7.

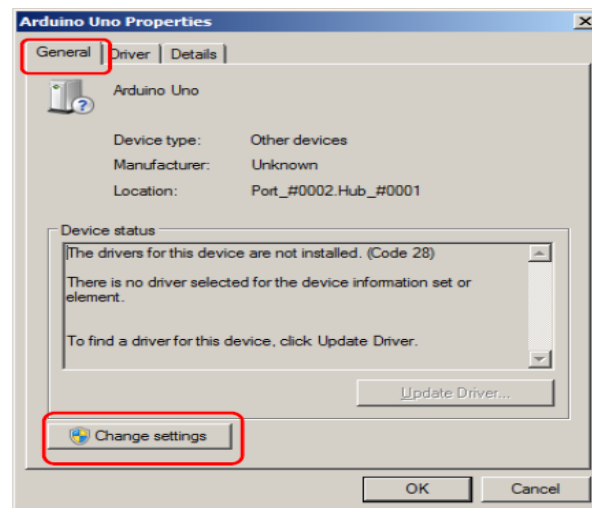
Klik kanan pada ikon Arduino kemudian pilih menu ***Properties***.

3. Pada tab *Hardware* klik tombol *Properties*.



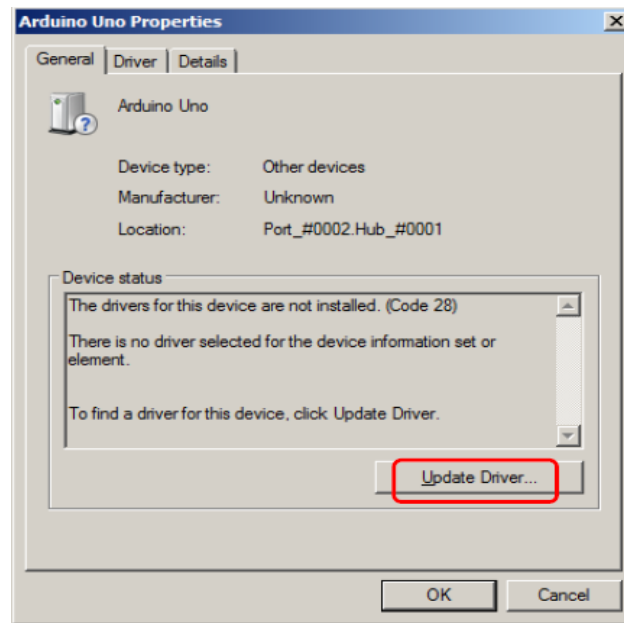
Gambar 4.11. Jendela menu *Properties* di Windows 7.

4. Muncul sebuah Window baru. Pada tab *General* klik tombol “*Change settings*”.



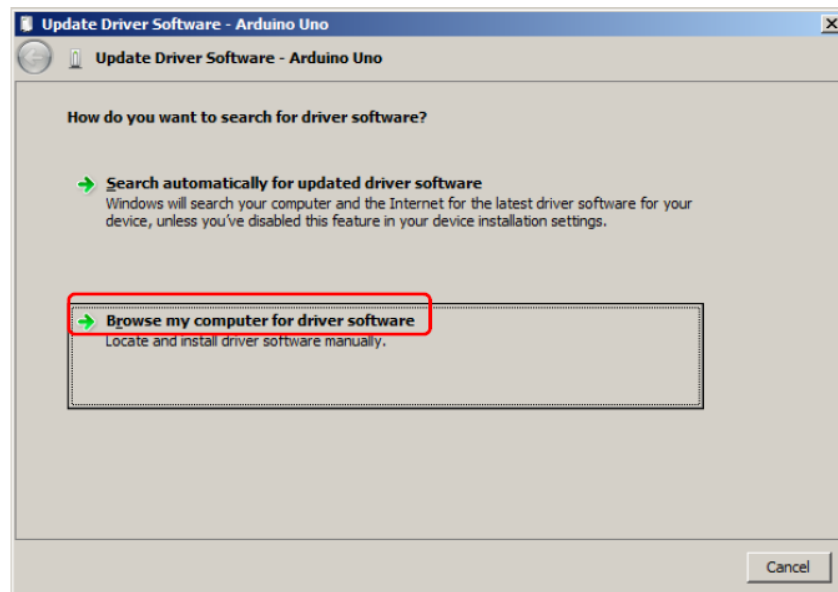
Gambar 4.12. Jendela menu tab “*Arduino Uno Properties*” di Windows 7.

5. Pada tab yang sama, klik tombol “*Update Driver*”.



**Gambar 4.13.** Jendela menu tab *general* di Windows 7.

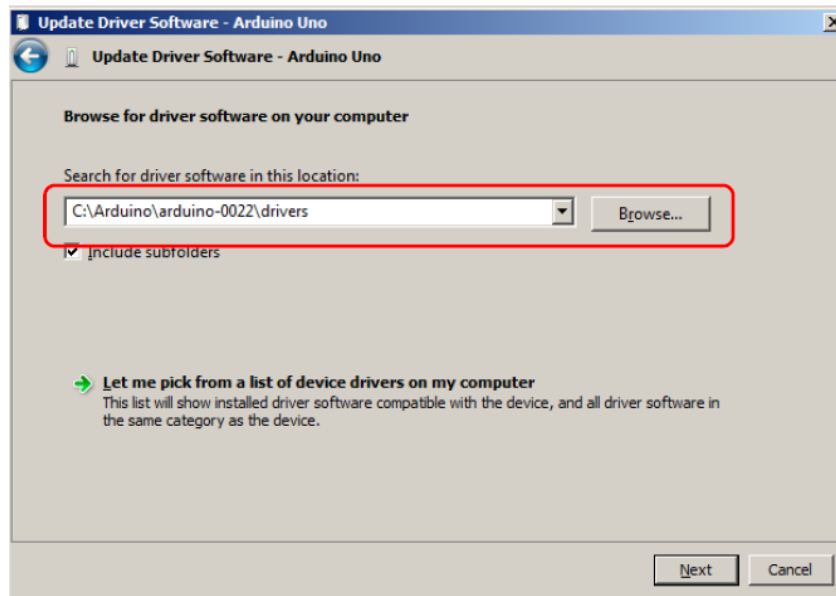
6. Klik "***Browse my computer for driver software***" untuk menentukan sendiri lokasi *driver* Arduino.



**Gambar 4.14.** Jendela menu tab *Update Driver* di Windows 7.



7. Tentukan lokasi dimana *software* Arduino ditempatkan pada komputer, pada contoh gambar di bawah ini adalah C:\Arduino\Arduino-0022. Sesuaikan lokasinya sesuai dengan hasil ekstrak *software* Arduino pada komputer. Di dalam lokasi tersebut terdapat sebuah direktori bernama ***drivers***, arahkan untuk mencari *driver* di dalam direktori tersebut.



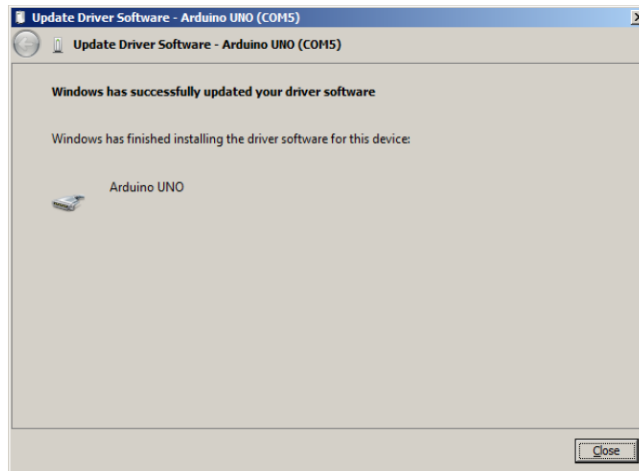
**Gambar 4.15.** Jendela menu tab *Browse my computer for driver software* di Windows 7.

Klik **Next** untuk melanjutkan. Jika muncul sebuah window peringatan seperti di bawah

ini, jawab dengan “***Install this driver software anyway***”.

8. Jika *driver* Arduino selesai diinstal pada komputer maka pada akhir proses akan tampil

sebuah pesan berhasil seperti berikut ini.



**Gambar 4.16.** Tampilan hasil *update driver*.

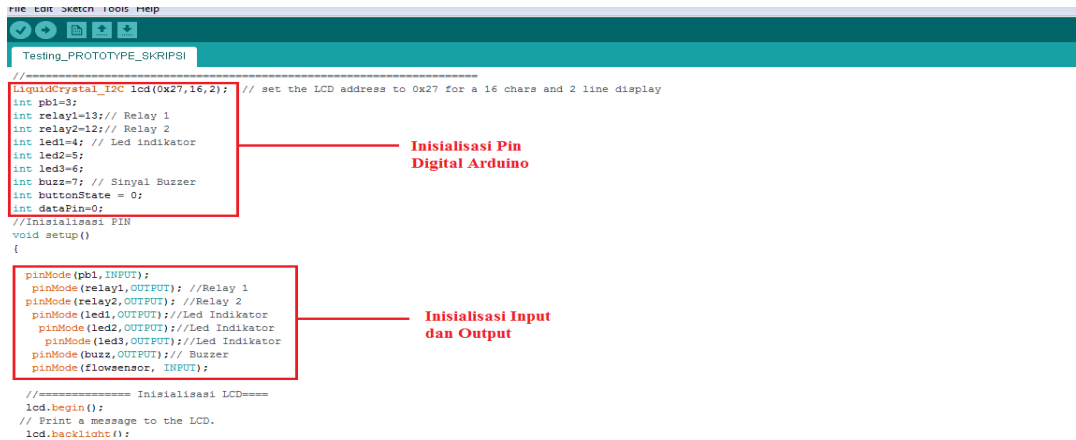
9. Jika kembali ke *Control Panel* maka tampak gambar segita kuning telah hilang dan Windows telah dapat mengenal papan Arduino.



**Gambar 4.17.** Tampilan *Device and Printers*.

## 4.3.2. Pembuatan Bahasa Pemrograman

### 4.3.2.1. Penginisialisasi *input* dan *output*



```

//-----
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
int pbl=3;
int relay1=13; // Relay 1
int relay2=12; // Relay 2
int led1=4; // Led indikator
int led2=5;
int led3=6;
int buzz=7; // Sinyal Buzzer
int buttonState = 0;
int dataPin=0;
//Inisialisasi PIN
void setup()
{
  pinMode(pbl, INPUT);
  pinMode(relay1, OUTPUT); //Relay 1
  pinMode(relay2, OUTPUT); //Relay 2
  pinMode(led1, OUTPUT); //Led Indikator
  pinMode(led2, OUTPUT); //Led Indikator
  pinMode(led3, OUTPUT); //Led Indikator
  pinMode(buzz, OUTPUT); // Buzzer
  pinMode(flowsensor, INPUT);

  //===== Inisialisasi LCD=====
  lcd.begin();
  // Print a message to the LCD.
  lcd.backlight();
}

```

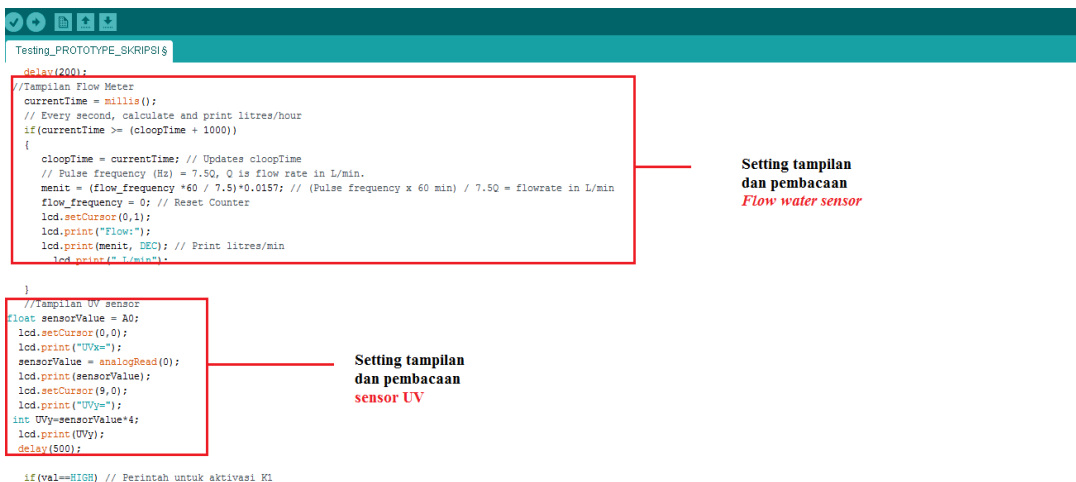
**Inisialisasi Pin Digital Arduino**

**Inisialisasi Input dan Output**

**Gambar 4.18.** Tampilan inisialisasi *input* dan *output* dengan *software* IDE

Sebelum melakukan proses pemrograman *input* dan *output* terlebih dahulu adalah melakukan penginisialisasi kebutuhan antara *input* dan *output* dengan penyesuaian terhadap pin pada Arduino.

### 4.3.2.2. Program atau *coding* Input Sensor



```

delay(200);
//Tampilan Flow Meter
currentTime = millis();
// Every second, calculate and print litres/hour
if(currentTime >= (loopTime + 1000))
{
  loopTime = currentTime; // Updates loopTime
  // Pulse frequency (Hz) = 7.50, Q is flow rate in L/min.
  menit = (flow_frequency * 60 / 7.5) * 0.0157; // (Pulse frequency x 60 min) / 7.50 = flowrate in L/min
  flow_frequency = 0; // Reset Counter
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Flow:");
  lcd.print(menit, DEC); // Print litres/min
  lcd.setCursor(2,1/menit);
}

//Tampilan UV sensor
float sensorValue = A0;
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("UVx=");
sensorValue = analogRead(0);
lcd.print(sensorValue);
lcd.setCursor(9,0);
lcd.print("UVy=");
int UVy=sensorValue*4;
lcd.print(UVy);
delay(500);

if(val==HIGH) // Perintah untuk aktivasi K1

```

**Setting tampilan dan pembacaan Flow water sensor**

**Setting tampilan dan pembacaan sensor UV**

**Gambar 4.19.** Tampilan pengaturan pembacaan sensor

Dalam hal ini ada proses pengaturan sensor yakni *Water Flow* sensor dan sensor ultraviolet. Dimana dalam pengaturan berfungsi untuk menentukan nilai digital pulsa yang didapatkan untuk mendapatkan nilai pengukuran pada *Water Flow* sensor dan pengaturan pengukuran pada pembacaan sensor ultraviolet dengan pembacaan melalui nilai ADC (*Analog Digital Converter*).

#### 4.3.2.3. Pemrograman Kontrol Menggunakan *Software IDE*

```

Testing_PROTOTYPE_SKRIPSI $
// Perintah untuk aktivasi K1
delay(500);

if (val==HIGH) // Perintah untuk aktivasi K1
{
  buttonState=1-buttonState;
  if (buttonState==HIGH) {
    digitalWrite (relay1, HIGH);
    digitalWrite (buzz, HIGH);
    delay (200);
    digitalWrite (buzz, LOW);
    delay (200);
    digitalWrite (buzz, HIGH);
    delay (200);
    digitalWrite (buzz, LOW);
    delay (200);
  }
  else
  {
    digitalWrite (relay1, LOW);
    digitalWrite (buzz, HIGH);
    delay (200);
    digitalWrite (buzz, LOW);
    delay (200);
  }
}
delay (50);
}

```

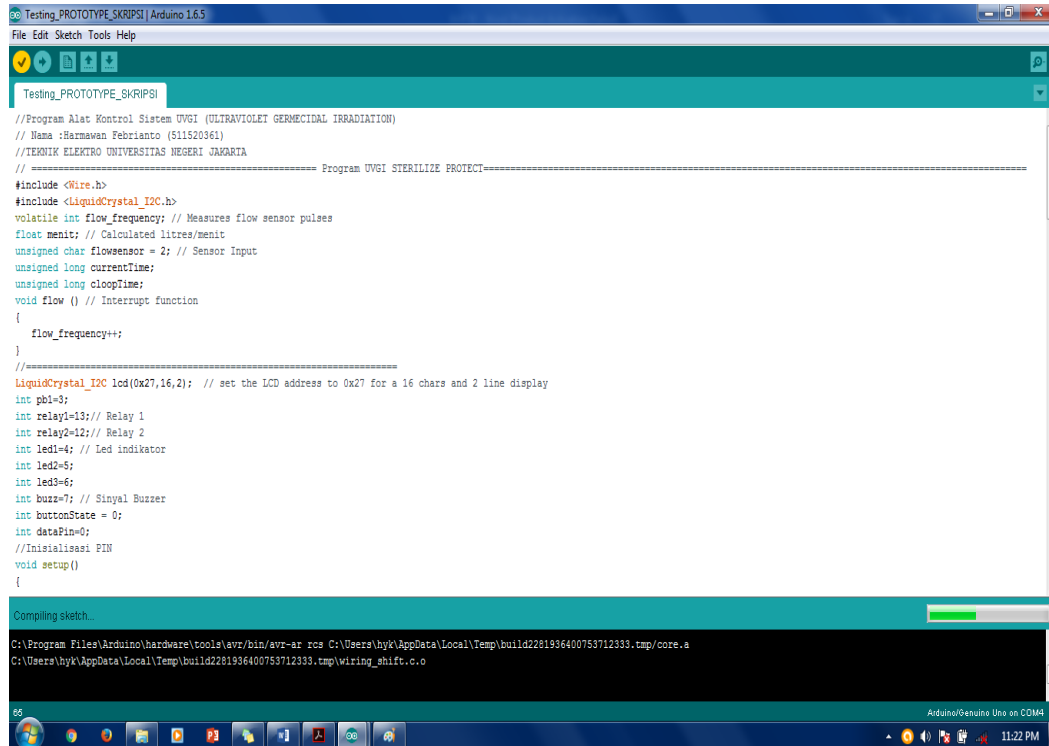
**Pengaturan proses kontrol terhadap solenoid valve dan push button, serta kontrol sistem peringatan**

**Gambar 4.20.** Tampilan pengaturan sistem kontrol terhadap *solenoid valve* dan pengaturan sistem peringatan

Dalam hal ini ada proses pemrograman sistem kontrol terhadap *solenoid valve* menggunakan rangkaian *driver relay* dan kontrol sistem peringatan menggunakan sinyal suara melalui komponen *buzzer*.

### 4.3.3. Pengupload Program Arduino ke Dalam Panel Kontrol

#### 4.3.3.1. Tampilan Proses *Compiling* dan *Peng-upload* Program



**Gambar 4.21.** Tampilan proses *compiling* dan *peng-Upload* data ke Arduino Board.

Dalam tampilan tersebut adalah suatu tampilan *proses compiling* serta proses transfer data hasil pemrograman dari *personal computer* ke Arduino UNO board.

## 4.4. Pengujian Air Olahan Alat

Setelah alat sudah selesai dibuat, maka selanjutnya adalah tahap pengujian air. Dimana dalam tahap ini mengecek apakah alat dengan desain ini dapat membunuh kuman atau tidak dengan melakukan berbagai pengujian-pengujian yang sistematis dengan parameter terhadap pengaruh perubahan intensitas dan perubahan laju air. Sebelum pengujian air menggunakan alat ini, dimana air yang akan digunakan hendaknya dicek terlebih dahulu agar sesuai dengan kriteria air bersih yang mana

air yang digunakan adalah hasil olahan proses *treatment* setelah dilalui oleh *sand filter* dan *carbon active filter*. Dalam pengecekan air pada proses *treatment* untuk mengetahui besar kadar zat fisika atau kimiawi didalam air tersebut untuk mengetahui proses filter tersebut berjalan dengan baik atau tidak. Pengambilan data ini diambil dari laporan data harian *Quality Control Water Treatment* di perusahaan ini.



(a)



(b)

**Gambar 4.22.** Pengambilan rutin sampel air (a) Proses sterilisasi keran pengambilan sampel. (b) Pengambilan sampel air hasil *treatment*

#### 4.4.1. Tahap Pengurasan Air (*Flushing*)

Sesuai standar SOP (*Standart Operational Procedure*) dalam setiap proses sanitasi air, maka dilakukan pembersihan tabung UV dan instalasi pipa dengan mengalirkan air dengan kecepatan air dengan kecepatan tinggi hingga air terbuang, dimana ini adalah metode sederhana untuk membersihkan peralatan ultraviolet agar

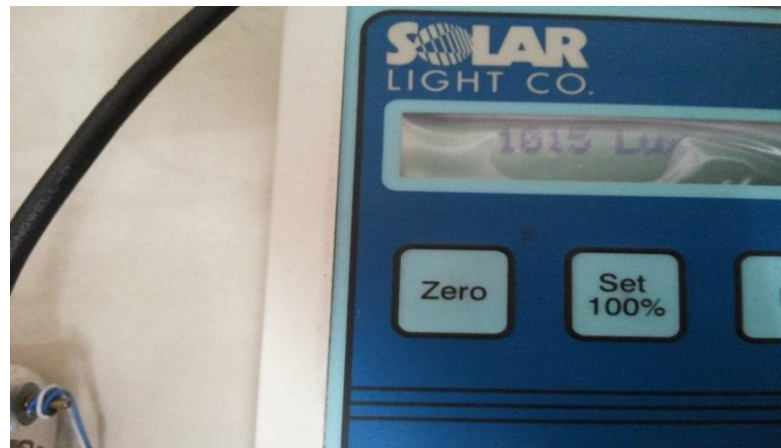
kotoran-kotoran yang menimbun agar bisa terbuang metode ini disebut dengan metode *flushing* atau pengurasan.



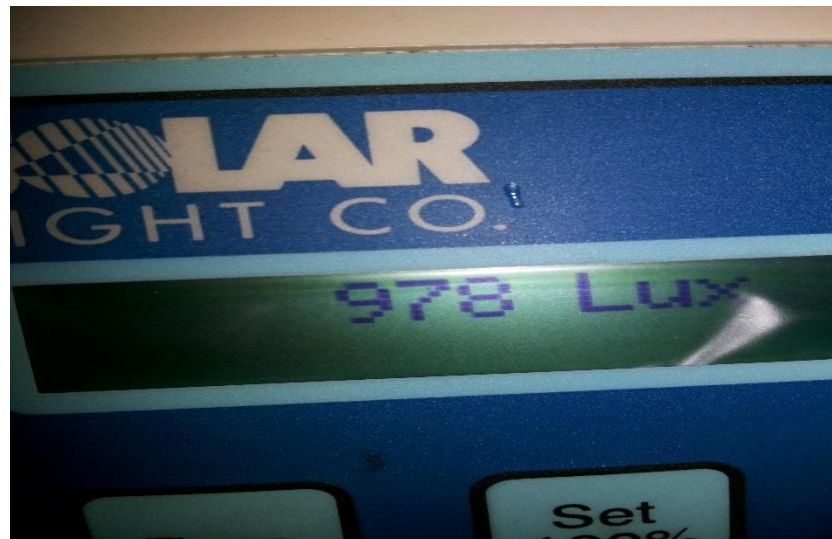
**Gambar 4.23.** Proses sterilisasi air dengan cara *flushing* atau pengurasan

#### **4.4.2. Tahap Pengujian Sampel Air Terhadap Intesitas Sinar UV**

Dalam tahap ini dimana dilakukan pengujian sampel air yang akan mengalir ke tabung reaktor lampu ultraviolet dengan merubah besar intesitas lampu UV, hal ini dilakukan dengan cara mengurangi tegangan, hal ini dilakukan dimana melihat apakah kuman atau mikroba dapat terbunuh saat intesitas lampu ultraviolet berubah.

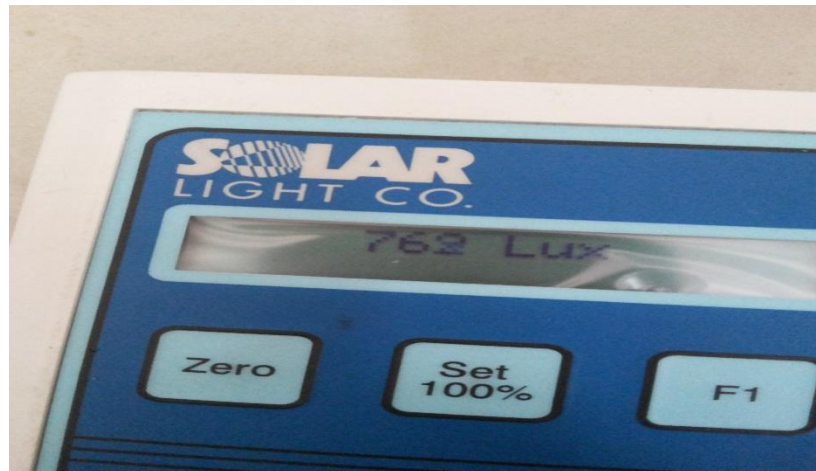


**Gambar 4.24.** Pengukuran intensitas lampu UV sebesar 1015 lux.



**Gambar 4.25.** Hasil pengukuran intensitas lampu UV sebesar 978 lux.





**Gambar 4.26.** Hasil pengukuran intensitas lampu UV sebesar 762 lux.

#### **4.4.3. Tahap Pengujian Sampel Air Terhadap Laju Air**

Dalam tahapan ini dilakukan pengujian pengaruh kecepatan aliran air terhadap lampu UV agar mengetahui dengan desain tabung reaktor ini apakah terjadi pengaruh perubahan kecepatan aliran air yang mempengaruhi lama waktu pemaparan lampu UV untuk membunuh mikroba.



**Gambar 4.27.** Proses sterilisasi air dengan cara *flushing* atau pengurasan



**Gambar 4.28.** Pengujian sampel air dengan kecepatan aliran air sebesar 6.279 L/min



**Gambar 4.29.** Pengujian sampel air dengan kecepatan aliran air sebesar 3.014 L/min



**Gambar 4.30.** Pengujian sampel air dengan kecepatan aliran air sebesar 1.255 L/min

#### 4.4.4. Tahap Pengujian Mikroba di Laboratorium

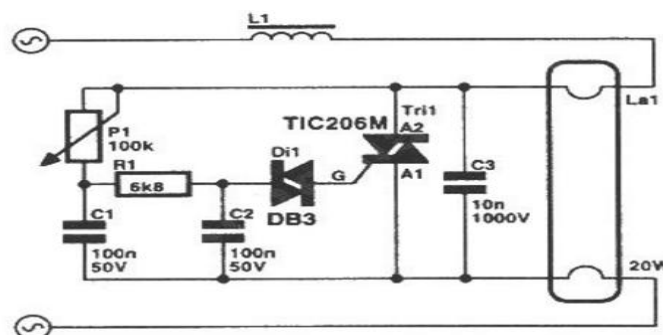
Setelah melakukan pengambilan sampel air hasil olahan setelah air dilalui ultraviolet dengan pengaruh-pengaruh perubahan antara besar intensitas dan perubahan kecepatan aliran air maka yang dilakukan adalah dengan membawa sampel tersebut untuk diuji ke laboratorium mikrobiologi dimana lokasi pengujian mikrobiologi dilakukan di PT.Monysaga Prima.

#### 4.5. Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengujian perangkat keras meliputi pengujian perangkat sensor input dan perangkat output.

##### 4.5.1. Pengujian Intesitas Lampu UV (Ultraviolet)

Pengujian intensitas lampu UV digunakan untuk mengetahui titik intensitas paling maksimum dalam hal ini dilakukan pengukuran sebanyak 11 titik pada lampu UV dengan panjang 21 inch atau 52,5 cm. Dalam pengukuran intensitas lampu digunakannya rangkaian pengubah tingkat pencahayaan dengan menggunakan rangkaian *dimmer* seperti pada gambar 4.31.



**Gambar 4.31.** Rangkaian *dimmer* pada lampu UV

Untuk mengatur terang dan redup pada lampu UV dilakukannya dengan mengatur putaran potentiometer pada rangkaian *dimmer* agar dapat mengatur besar tegangan yang masuk pada komponen TRIAC. Dalam pengujian ini, putaran potentiometer dan besar intensitas cahaya dilakukan sebanyak tiga sampel yakni pada tingkat putaran potentiometer dan besar intensitas lampu UV sebesar 100%, 75% dan 50% penentuan nilai ini diambil dari tingkat maksimum dan minimum pencahayaan lampu UV agar dapat berpijar.

**Tabel 4.1.** Pengujian Intesitas Lampu UV dengan tingkat pencahayaan 100%

Nomor Posisi	Intesitas Lampu UV (Lux)
1	530
2	653
3	720
4	835
5	920
6	1015
7	912
8	823
9	735
10	640
11	520

**Tabel 4.2.** Pengujian Intesitas Lampu UV dengan tingkat pencahayaan 75%

Nomor posisi	Intesitas Lampu UV (Lux)
1	510
2	628
3	730
4	800
5	853
6	978

7	920
8	863
9	725
10	635
11	518

**Tabel 4.3.** Pengujian Intesitas Lampu UV dengan tingkat pencahayaan 50% volt

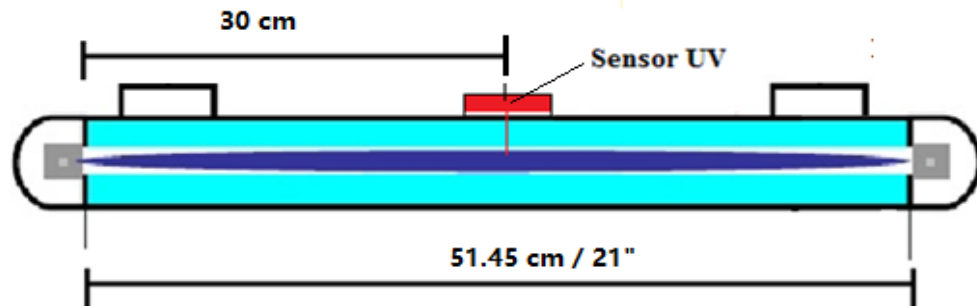
Nomor posisi	Intesitas Lampu UV (Lux)
1	320
2	432
3	560
4	637
5	720
6	762
7	645
8	554
9	415
10	350
11	311

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian besar intesitas maksimum

No.	Presentase Tingkat Pencahayaan	Besar Intesitas Sinar (Lux)
1	100%	1015
2	75%	978
3	50%	762

Dalam pengujian, untuk mengetahui titik intesitas paling maksimum yakni pada titik no.6 pada jarak 30 cm atau titik tengah dari panjang lampu UV. Dari hasil perubahan intesitas pencahayaan sebesar 100% yakni titik

intensity tertinggi sebesar 1015 Lux, pada tingkat pencahayaan sebesar 75% yakni titik intensity tertinggi sebesar 978 Lux dan pada tingkat pencahayaan 50% yakni pada titik intensity tertinggi sebesar 762 Lux. Hasil ini didapat untuk, peletakan sensor UV dilihat pada gambar 4.32.



**Gambar 4.32.** Sistematika peletakan sensor UV

#### 4.5.2. Pengujian sensor Ultraviolet (UVM-30A)

Pengujian sensor Ultraviolet untuk mengetahui kerja sensor dalam mengukur besar intensity sinar yang dihasilkan oleh lampu Ultraviolet dimana dalam pengujian sensor ini digunakan perangkat perubah tegangan atau *dimmer* untuk menghidupkan lampu ultraviolet.



**Gambar 4.33.** Pengujian Sensor Ultraviolet

#### 4.5.2.1. Pengujian Kalibrasi Sensor Ultraviolet

Dalam pengujian ini digunakannya kalibrasi sensor agar sesuai dengan nilai sensor saat sebelum diberi tabung dan sesudah diberi tabung yang telah terisi oleh air bening.

**Tabel 4.5.** Pengujian Kalibrasi Sensor Ultraviolet

No.	Tingkat Besar Intesitas ( <i>Intesity Rate</i> )	ADC sensor	Tegangan Sensor (mili-Volt DC)	Intesitas (LUX)
1	100%	7	97.656	1015
2	75%	5	78.125	978
3	50%	2	58.594	762

#### 4.5.3. Pengujian Sensor *Water Flow Sensor*

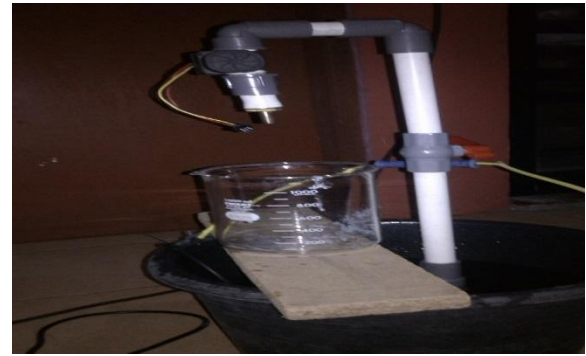
Pengujian Sensor *Water Flow* untuk mengukur kecepatan debit air dimana agar dapat mengendalikan laju air yang melewati tabung reaktor lampu Ultraviolet, agar sesuai dengan kapasitas waktu pemaparan lampu Ultraviolet untuk membunuh mikroba dalam air. Pengujian sensor ini dengan pengamatan sensor menggunakan *software* IDE Arduino dengan perbandingan menggunakan gelas ukur dan *stopwatch* dengan perulangan tiga kali dalam pengambilan data.

**Tabel 4.5.** Pengujian Hasil Kalibrasi Sensor *Water Flow*

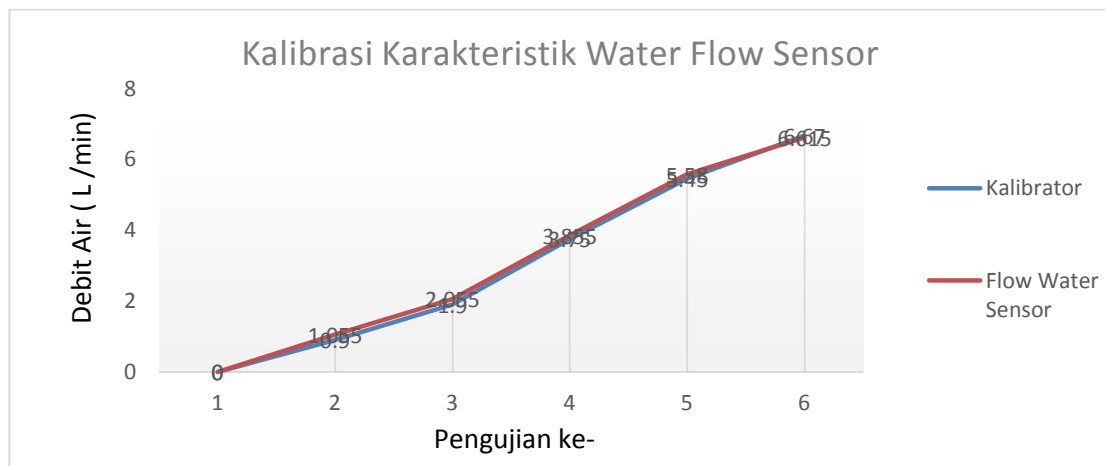
No	Pembacaan Sensor <i>Water Flow</i> (L/min)			Alat Ukur Debit (L/min)	Deviasi
	Min	Max	Rata-rata		
1	6.56	6.67	6.615	6.67	0.055
2	5.55	5.61	5.58	5.45	0.130
3	3.89	3.78	3.835	3.75	0.085
4	2	2.11	2.055	1.9	0.155
5	1	1.11	1.055	0.9	0.155



(a)



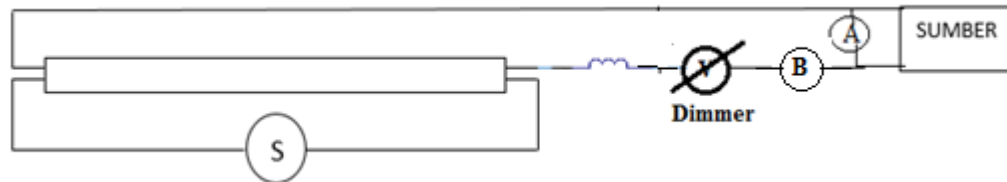
(b)

**Gambar 4.34.** (a) Sensor *Water Flow*. (b) Proses kalibrasi sensor *Water Flow***Gambar 4.35.** Grafik karakteristik Sensor *Water Flow*



#### 4.5.4. Pengujian Catu Daya Lampu Ultraviolet

Pengujian catu daya *input* pada lampu Ultraviolet dimana pengujian ini mengukur tegangan dan arus *input* pada lampu Ultraviolet.



**Gambar 4.36. Pengujian Tegangan dan Arus Lampu Ultraviolet**

**Tabel 4.6. Pengukuran Tegangan dan Arus Lampu Ultraviolet**

NO.	Pengujian Sumber Tegangan A/(Volt)	Arus (B)/ (Ampere)	Intesitas Lampu UV (lux)
1.	219	0.132	1015

#### 4.5.5. Pengujian Catu Daya Solenoid Valve

Pengujian catu daya input pada *Solenoid Valve* dimana dalam hal ini untuk mengetahui pengujian tegangan saat *solenoid valve* aktif dan saat tidak aktif.

**Tabel 4.7. Pengukuran catu daya Solenoid Valve**

No.	Keterangan	Input		Keterangan Kondisi
		Tegangan DC (Volt)	Arus (Ampere)	
1.	<i>Solenoid 1</i>	11,86	0,41	Aktif
2.	<i>Solenoid 2</i>	11,82	0,38	Aktif

3.	<i>Solenoid 1</i>	0	0	Tidak Aktif
4.	<i>Solenoid 2</i>	0	0	Tidak Aktif

#### 4.5.6. Pengujian Catu Daya Panel Kontrol

Pengujian catu daya tegangan dan arus *input* yang masuk kedalam panel kontrol. Dalam hal pengujian hal mengetahui besarnya tegangan dan arus yang masuk kedalam panel kontrol.

**Tabel 4.8.** Pengujian catu daya alat kontrol UV

No.	Input		
	Tegangan DC (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.	12,58	1,20	15,096

#### 4.6. Pengujian Mikrobiologi Pada Air Hasil Olahan

Dalam pengujian ini dimana suatu hasil pengujian dalam mengetahui keefektifan dan kemampuan alat dalam kemampuan sinar UV (Ultraviolet) dalam membunuh bakteri dengan mengikuti acuan standar SNI 2009 dimana air yang layak minum mempunyai angka batas pencemaran maksimum sebesar 100 koloni/ml.

##### 4.6.1. Pengujian pengaruh besar intensitas terhadap jumlah bakteri

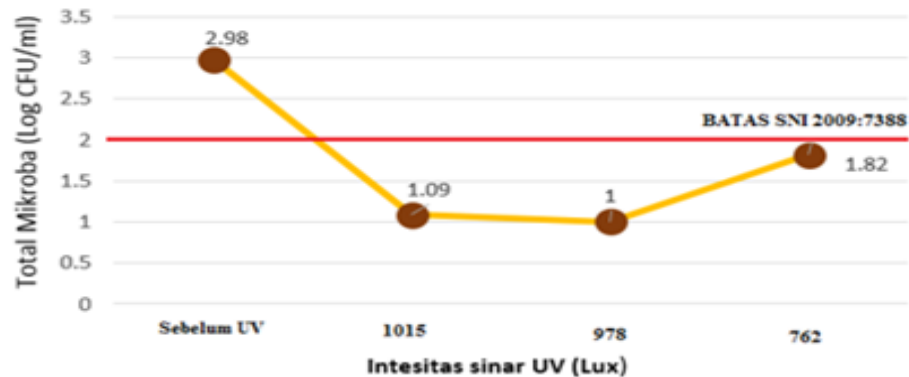
Berikut adalah suatu prosedur dan tahap pengambilan data sampel air :

1. Sebelum melakukan sampling air dimana tahap sebelumnya adalah tahap bilas atau *flushing* tahap ini dimana menyalurkan air sumber yang akan didesinfeksi kadar bakterinya ke seluruh sistem pipa pada alat ini hingga air ini keluar hal ini cukup dilakukan pertama kali selama 10 menit untuk mensterilkan tabung
2. reaktor pada alat ini.
3. Pengambilan sampel pertama dimana pengambilan sampel saat sebelum dilakukanya penyinaran menggunakan sinar UV. Dimana sebelum pengambilan *sampling* ujung outlet alat ini harus dipanaskan terlebih dahulu menggunakan Bunsen atau api agar terhindar suatu kontaminasi dari udara hal ini pun cukup pertama kali.
4. Selanjutnya pengambilan sampel kedua dengan menyalakan sinar UV dan mengatur besar laju air (*flow rate*) sebesar 3 L/min., lalu tunggu sinar UV menyala selama 1 menit lalu ambil sampling air tersebut dengan sebelumnya dengan besar intensitas sebesar 948 Lux dengan mengurangi tegangan pada lampu UV sebesar 219 Volt.
5. Dalam pengambilan sampel ke-3 dan ke-4 hampir sama dengan nomor 3 hanya mengubah besar tegangan sebesar 206 Volt dengan besar intensitas 978 Lux dan mengubah besar tegangan sebesar 173 V dengan besar intensitas 762 Lux.

**Tabel 4.9.** Hasil pengujian perubahan intensitas terhadap jumlah mikroba

Sampel	Kecepatan Aliran Air (L/Min)	Tegangan Lampu (V)	Intensitas (Lux)	Jumlah Mikroba (koloni/ml)	Total Mikroba (Log koloni/ml)
Kontrol	3.156	0	0	959	2.98

1	219	1015	12.5	1.09
2	206	978	10	1
3	173	762	65.5	1.82



**Gambar 4.37.** Grafik pengaruh perubahan intesitas terhadap jumlah mikroba

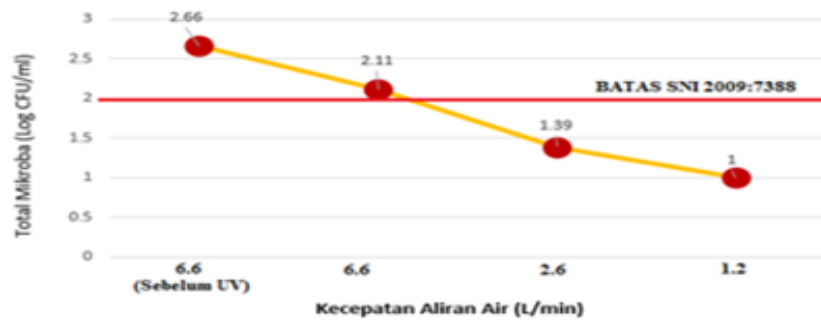
Hasil pada pengujian ini menunjukkan besarnya intensitas UV berpengaruh terhadap jumlah mikroba (Gambar 4.36). Intensitas UV yang terbaik dalam menurunkan jumlah mikroba yaitu pada titik intensitas 978 lux dengan jumlah mikroba 10 koloni/ml. Titik intensitas sinar tersebut mampu menurunkan jumlah bakteri hingga 99 % dari jumlah bakteri kontrol (sebelum di UV). Jumlah bakteri meningkat pada intensitas 762 lux sebesar 65.5 koloni/ml.

Pada pengujian sampel diambil pada kecepatan *flowrate* kurang lebih sebesar 3 L/min diambil dari titik tengah pada *flowrate* maksimal yang dilalui oleh alat ini sebesar 6 L/min.

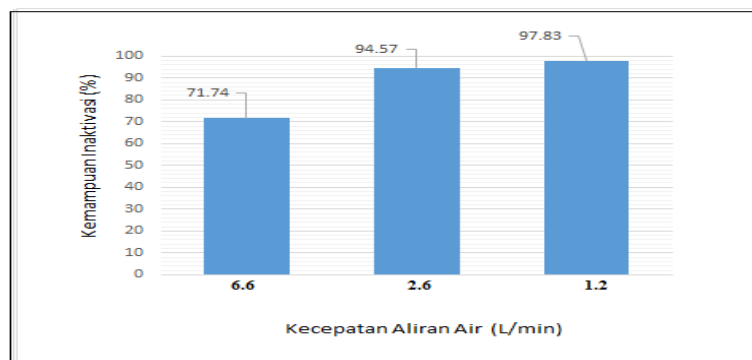
#### 4.6.2. Pengujian pengaruh kecepatan aliran air terhadap jumlah mikroba

**Tabel 4.10.** Hasil pengujian pengaruh besar kecepatan aliran air terhadap jumlah mikroba

Sampel	Tegangan Lampu UV (Volt)	Intesitas (Lux)	Kecepatan Aliran Air (L/min)	Jumlah Mikroba (koloni/ml)	Total Mikroba (Log koloni/ml)
Kontrol	0	0	6.6	460	2.66
1	206	978	6.6	130	2.11
2			2.6	25	1.39
3			1.2	10	1



**Gambar 4.38.** Grafik pengujian sampling dengan pengaruh kecepatan aliran air terhadap jumlah mikroba



**Gambar 4.39.** Grafik kemampuan mereduksi mikroba dengan pengaruh kecepatan aliran air

Hasil pengujian pengaruh perubahan kecepatan air menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah mikroba hingga 10 koloni/ml atau kemampuan mereduksi mikroba dengan menggunakan desain alat ini sebesar 97.83 % dalam kecepatan aliran air 1.2 L/min (Gambar 4.38). Kemampuan mereduksi ini menurun pada titik kecepatan aliran air 6.6 L/min yaitu sebesar 71.74%. Hal ini dikarenakan pada kondisi tersebut menggunakan alat ini hanya mampu bekerja pada kecepatan aliran air maksimum 3.3 L/min dalam mendesinfeksi air minum. Pengaruh kecepatan aliran air berpengaruh pada rancangan tabung reaktor dan kemampuan lampu UV yang digunakan, dimana semakin cepat kecepatan aliran air maka waktu yang dipaparkan sinar UV terhadap air akan semakin cepat begitu pun sebaliknya (International Guard,2010).

#### 4.7. Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

Pengujian perangkat lunak meliputi pengujian perangkat sensor *input* dan perangkat *output* dengan pengujian bahasa pemrograman menggunakan *software* IDE Arduino.

**Tabel 4.11.** Keterangan Perubahan Intesitas Sinar UV

Besar Intesitas UV (Lux)	ADC Sensor UV	Keterangan
1015 – 811	7 - 4	Good
780	3	Medium
<780	<3	Bad

**Tabel 4.12.** Keterangan Perubahan Kecepatan Aliran Air

Besar Kecepatan Aliran Air (L/min)	Keterangan
1 – 3	Diperbolehkan
>3	Tidak Diperbolehkan

**Tabel 4.13.** Hasil pengujian sistem alat kontrol UV

No.	INPUT		OUTPUT			
	ADC Sensor UV	Sensor Water Flow (L/min)	LED Hijau	LED Merah	Buzzer	SV1
1	6	3	HIGH	LOW	LOW	LOW
2	5	5	LOW	HIGH	HIGH	HIGH
3	5	4	LOW	HIGH	HIGH	HIGH
4	5	1	HIGH	LOW	LOW	LOW
5	4	3	HIGH	LOW	LOW	LOW
6	4	2	HIGH	LOW	LOW	LOW
7	3	5	LOW	HIGH	HIGH	LOW
8	2	2	LOW	HIGH	HIGH	HIGH
9	1	4	LOW	HIGH	HIGH	HIGH
10	0	6	LOW	HIGH	HIGH	HIGH

Pada pengujian ini dilihat terjadinya kerja dari sistem kontrol alat ini, dimana sistem dapat bekerja dikarenakan mendapat perintah dari kedua *input* yakni sensor ultraviolet dan *flow water* sensor. Sistem ini mengontrol *output* berupa *Solenoid valve*, *buzzer* dan lampu LED sebagai indikator bila sistem tidak berjalan sesuai dengan ketentuan atau *set point* yang telah ditentukan. *Set point* ditentukan dilihat pada tabel 4.11 dan tabel 4.12.

#### 4.8. Kelebihan dan Kelemahan Alat

Pada setiap pengujian alat ini dapat mengetahui kelebihan dan kelemahan rancangan alat ini yakni:

## 1. Kelebihan

Pada rancangan alat ini terlihat beberapa kelebihan yakni :

- a. Pada alat ini terdapat sistem kontrol untuk mengetahui besar keoptimalan lampu UV dalam mendesinfeksi air minum dilihat dari besarnya intensitas dan besarnya *flow rate*.
- b. Sistem keamanan ditambahkan sistem buka dan tutup *solenoid valve* atau katup elektrik pada saluran air, dimana *solenoid valve* akan menutup saluran air secara otomatis jika terjadi *error* terhadap sistem yang dikarenakan turunnya nilai intensitas sinar UV, *over speed* pada kecepatan aliran air dan rusaknya lampu UV dikarenakan.
- c. Terdapat sistem indikasi keamanan, sebagai pengingat operator jika terjadi masalah terhadap sistem desinfeksi menggunakan UV dimana *buzzer* akan memberikan tanda sinyal *alarm* sebagai pengingat akan lemahnya kinerja lampu UV dalam mendesinfeksi air minum.
- d. Terdapat sistem *monitoring device* atau peralatan pemantauan yang ditampilkan melalui layar LCD (*Liquid Crystal Display*) akan *performance* atau kondisi kinerja lampu UV dilihat sinyal *input* yang masuk dari sensor ultraviolet dan *water flow sensor*.
- e. Tabung reaktor lampu ultraviolet telah dapat mendesinfeksi air minum dari mikroba atau tingkat inaktivasi mikroba maksimal sebesar 97,4 % pada kecepatan aliran air 1 L/min.



## 2. Kelemahan

Pada rancangan alat ini terdapat beberapa kelemahan yakni :

- a. Pada alat ini terdapat tabung reaktor yang masih dibawah standar kapasitas aliran tabung UV komersil pada umumnya.
- b. Unit tabung reaktor belum dilengkapi pengaman ganda pada lampu UV dengan menggunakan *Quartz glass* dimana lapisan ini untuk menyelimuti lampu UV , jika lampu UV terjadi kerusakan, pecah ataupun dikarenakan peningkatan suhu dalam air yang melebihi spesifikasi yang membuat lampu UV akan rusak.
- c. Belum dilengkapi sistem bongkar pasang, jika lampu UV ingin diganti. Karena dalam hal ini alat masih bersifat semi permanen dan lampu UV sulit dicopot jika lampu UV rusak.
- d. Belum dilengkapi tampilan *hour meter* , selain untuk mengetahui keoptimalan lampu UV dengan cara besar intensitas UV dan kecepatan aliran air dalam mendesinfeksi air minum, *hour meter* sangat perlu digunakan untuk menentukan usia lampu (*life time*).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Setelah alat ini dibuat dan diuji coba maka dapat disimpulkan:

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat desinfeksi air minum dengan UVGI berbasis Arduino telah berhasil bekerja dimana alat ini dapat memberikan informasi besar intensitas sinar UV serta, dapat memberikan sinyal *alarm* kepada operator dan mengendalikan *solenoid valve* agar bisa menutup aliran air secara otomatis sebagai tindak keamanan jika tidak sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan, yakni pada titik maksimal dibawah 978 lux dengan kecepatan aliran air 3 L/min berdasarkan pengujian mikroba di laboratorium. Pada titik ini adalah titik yang paling optimal dalam mereduksi bakteri yakni sebesar 94,57% atau tersisa 25 Koloni/ml dari angka total bakteri sebelum disinari sinar UV yakni 460 koloni/ml . Hal ini disesuaikan oleh standar (SNI 7388:2009-14.1.1.2) dengan batas maksimum cemaran mikroba pada air minum sebesar 100 koloni/ml.

#### 5.2. Saran

Penulis memiliki saran untuk para pembaca guna menerangkan dan melengkapi kelemahan dalam pengujian prototipe ini yaitu sebagai berikut:

1. Dalam membuat alat ini, diperlukan pengujian lanjutan terhadap pengujian karakteristik terhadap jenis mikroba yang dapat di desinfeksi oleh alat ini.

2. Dimana dalam pengujian pada penelitian berikutnya dibuat sistem kontrol yang lebih sederhana yang mampu operator dapat mengoperasikannya dengan baik.
3. Dalam penelitian berikutnya, lebih merangkap dan pengujian terhadap efektifitas sistem pembacaan sensor UV secara mendalam agar dapat mendeteksi secara tepat mengetahui penurunan intensitas sinar UV.
4. Dibutuhkan uji mendalam terhadap karakteristik lampu UV kategori C atau *germicidal lamp* berdasarkan besar penurunan intensitas sinar UV.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anang Lastriyanto,dkk. (2011). *Desain dan Uji Prototipe Alat Pasteurisasi Susu Berbasis Teknologi Irradiasi Ultraviolet Vol.2*. Universitas Brawijaya.
- Bolton,W. (2006). *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*.Erlangga. Jakarta.
- Badan Standardisasi Indonesia, 2006. *Standar Nasional Indonesia 04-6629: 2006*, Jakarta: BSN.
- Bakhsi, U.A. (2009). *Feedback Control System*. Pune: Technical Publication Pune.
- Kadir, Abdul. (2014). *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Yogyakarta: MediaKom.
- Lekang,Odd- Ivar. 2013. *Aquaculture Engineering. Blackwell Publishing Second Edition*. Singapore.
- Law dan Kelton. (1991). *Simulation Modeling & Analysis,second edition*. McGraw Hill. New York.
- Pakpahan, Romaida. 2003. *Pemeriksaan Mikrobiologi Pada Air Minum Kemasan Isi Ulang Yang Dipasarkan di Kota Medan*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Saiful Imron,dkk. (2015). *Efektefitas Penundaan Proses Fermentasi Pada Nira Siwalan (Borassus flabellifer L. ) dengan Metode Penyinaran Ultraviolet Vol.3*. Universitas Brawijaya.
- Sutrisno, Totok, dkk. 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Nana S.S & Sugeng. R. 2008.*Ultraviolet Sebagai Salah Satu Alat Desinfektan Penting Di Pembenuhan: Rekayasa dan Desain* . Takalar: BBAP Takalar

Udi Putra N. S. S, M. Syaichuddin, S. Faridah. Tamrin. (2007). *Efektifitas Ultraviolet Sederhana dalama mereduksi bakteri pathogen didalam media air budidaya. Prosiding Indonesia Aqualculture 2007*. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya.

USEPA. 2003. *Ultraviolet Desinfection Guidance Manual*. Draft. Wahsington DC, Office of Ground Water and Drinking Water, United States Enviromental Protection Agency.

Konsultan air anda., 2016., Pengertian Desinfektan Air. Diperoleh 1 Juni 2016.  
<http://nanosmartfilter.com/pengertian-desinfektan-air/#more-3544>

POKJA AMPL., 2012., Akses Masyarakat Terhadap Air Minum Baru 47,71 %. Diperoleh 20 November 2016.  
[http://www.ampl.or.id/old/detail/detail01.php?row=3&tp=laporan\\_ampl&ktg=&kd\\_li nk=1&jns=&kode=402](http://www.ampl.or.id/old/detail/detail01.php?row=3&tp=laporan_ampl&ktg=&kd_li nk=1&jns=&kode=402)

# LAMPIRAN

**LAMPIRAN****1****(SURAT-SURAT)**

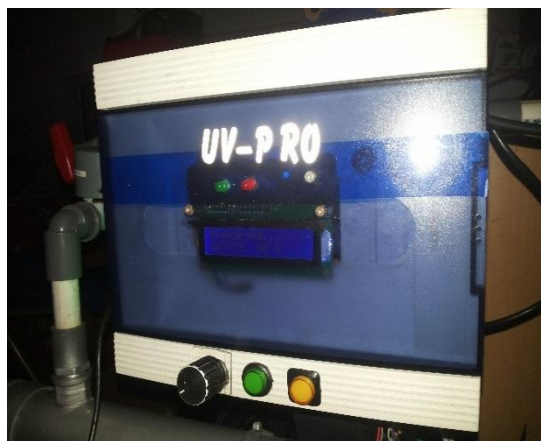
- **SURAT PERIZINAN PENGUJIAN MIKROBIOLOGI**
- **SURAT HASIL PENGUJIAN MIKROBIOLOGI**

**LAMPIRAN**

**2**

**(DOKUMENTASI)**











**LAMPIRAN**

**3**

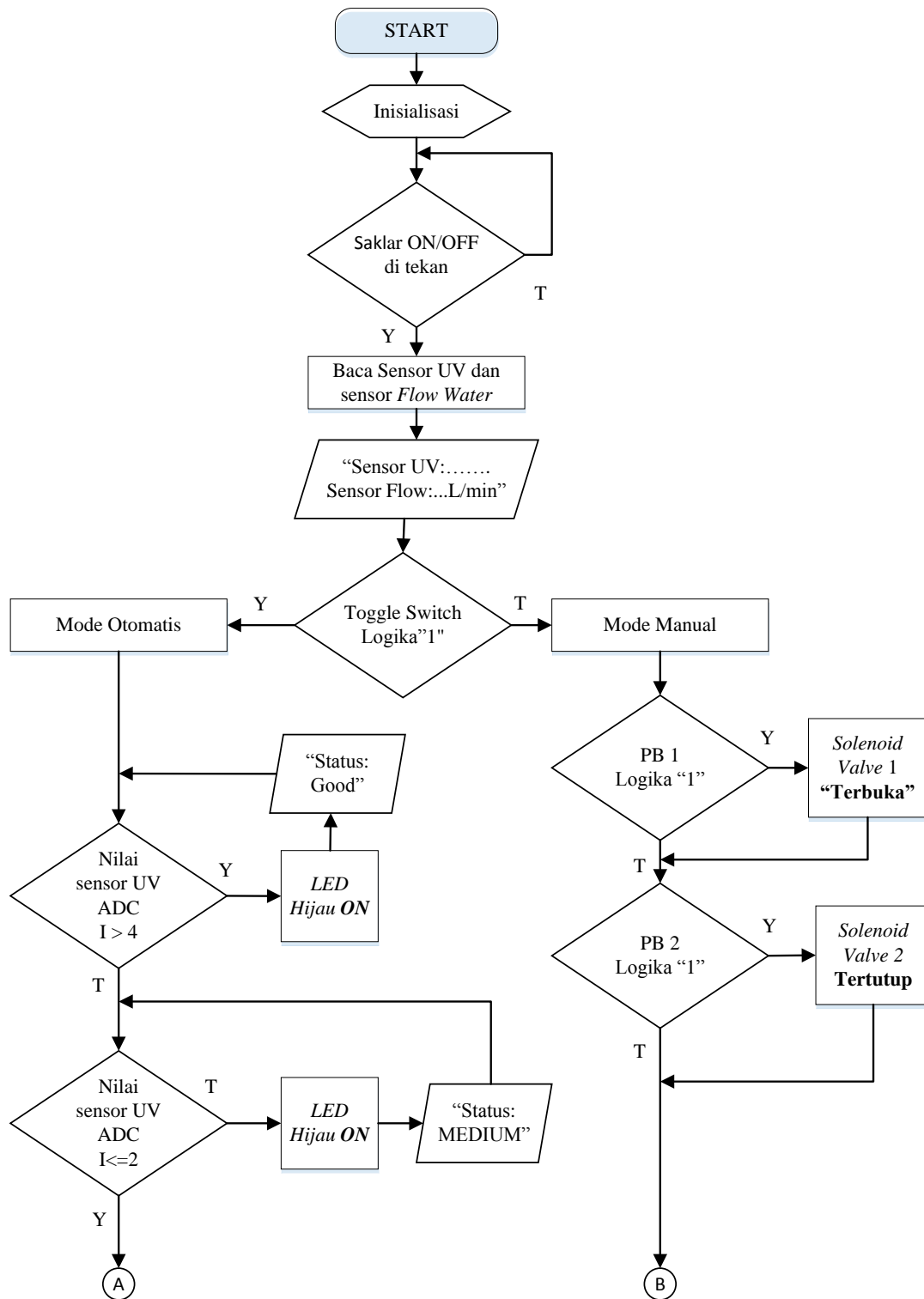
**(DESAIN RANCANGAN ALAT 2 D)**

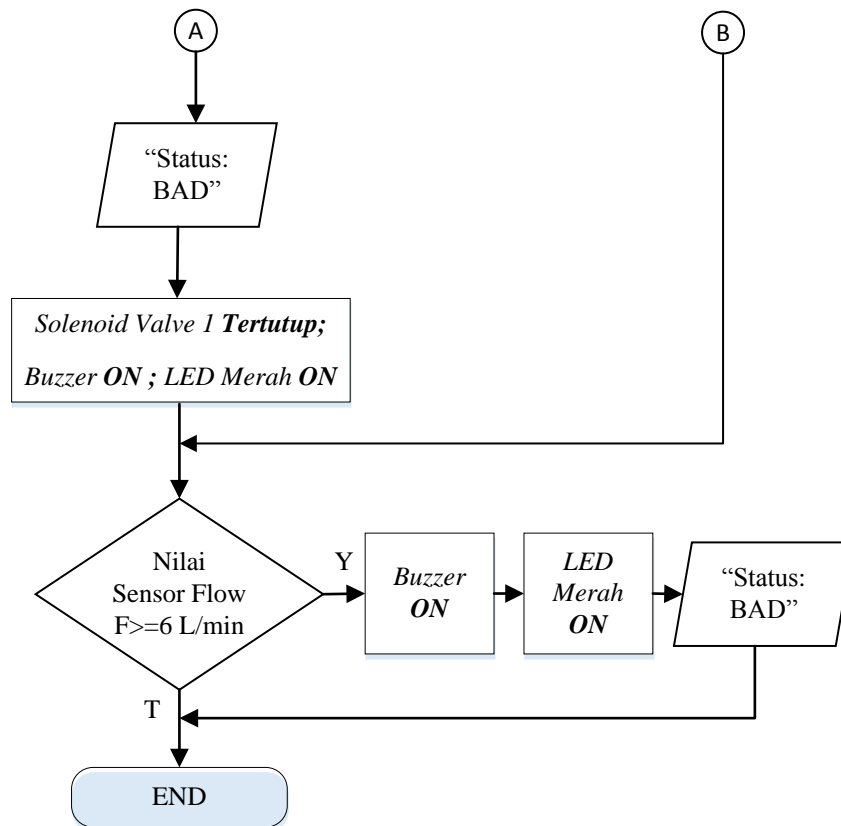


**LAMPIRAN**

**4**

**(FLOWCHART SISTEM)**







**LAMPIRAN****5****(*LISTING PROGRAM*)**

```
//Program Alat Kontrol Sistem UVGI (ULTRAVIOLET GERMECIDAL
IRRADIATION)

// Nama :Harmawan Febrianto (511520361)

//TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

volatile int flow_frequency; // Measures flow sensor pulses

int menit; // Calculated litres/ menit

unsigned char flowsensor = 2; // Sensor Input

unsigned long sekarang1;

unsigned long cloopTime;

unsigned long sekarang=0;

unsigned long lamasensor=0;

int intervalOut=10000;

int kondisiLed=0;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and
2 line display

int relay1=13;// Relay 1

int relay2=12;// Relay 2

int led1=4; // BLUE

int led2=5; //RED

int led3=6;// GREEN

int buzz=7; // Sinyal Buzzer

int nilaiAdc = A0;

int sensor=A1;

const int BUTTON=8;
```

```
int val = 0; // variabel penyimpan nilai input
int old_val = 0; // variabel untuk menyimpan nilai input sebelumnya
int state = 0; //

void setup()
{
  lcd.noBacklight();
  pinMode(BUTTON,INPUT);
  pinMode(relay1,OUTPUT); //Relay 1
  pinMode(relay2,OUTPUT); //Relay 2
  pinMode(led1,OUTPUT); //Led Indikator
  pinMode(led2,OUTPUT); //Led Indikator
  pinMode(led3,OUTPUT); //Led Indikator
  pinMode(buzz,OUTPUT); // Buzzer
  pinMode(flowsensor, INPUT);

  //===== Inisialisasi LCD=====
  lcd.begin();
  Serial.begin(9600);
  // Print a message to the LCD.
  delay(500);
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Welcome");
  lcd.setCursor(0,1);
```

```
    lcd.print("UV SmartPro One");
    delay(2000);
    //display kedua
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Harmawan Febri");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("ELEKTRO'12- UNJ");
    delay(2000);
    //display kedua
    lcd.clear();
    for(int nilai=100;nilai>=0;nilai-=2){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Preparing...");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("DEVICE");
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print(" %");
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print(nilai);// Waiting 15 minute= 900 second
    digitalWrite(led1,HIGH);
    digitalWrite(buzz,HIGH);
    delay(100);
```

```
    digitalWrite(led1,LOW);
digitalWrite(buzz,LOW);
delay(50);
};
lcd.clear();

//----- Setting Setup Flow sensor-----
-----

digitalWrite(flowsensor, HIGH); // Optional Internal Pull-Up
attachInterrupt(0, flow, RISING); // Setup Interrupt
sei(); // Enable interrupts
sekarang1 = millis();
cloopTime = sekarang1;
}

void loop() {
val = digitalRead(BUTTON); // membaca nilai BUTTON menyimpan nilainya
sensor=analogRead(A1);
int nilaiAdc=0;
int jumlahSample=0;
for (int i=0;i<20;i++)
{
    nilaiAdc=analogRead(A0);
    jumlahSample=nilaiAdc+jumlahSample;
}
nilaiAdc=jumlahSample/20;
```

```
Serial.println(nilaiAdc);  
lcd.print(nilaiAdc);  
  
sekarang1=millis();  
if(sekarang1 >= (cloopTime + 1000))  
{  
    cloopTime = sekarang1; // Updates cloopTime  
    // Pulse frequency (Hz) = 7.5Q, Q is flow rate in L/min.  
    menit = (flow_frequency *60 / 7.5)*0.0157; // (Pulse frequency x 60 min) / 7.5Q  
= flowrate in L/min  
    flow_frequency = 0; // Reset Counter  
    lcd.print(menit, DEC); // Print litres/min  
  
}  
if(nilaiAdc<= 2){  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("PERFORM: ");  
    lcd.setCursor(9,0);  
    lcd.print("BAD  ");  
    digitalWrite(buzz,HIGH);// IED MERAH  
    digitalWrite(buzz,HIGH);// IED MERAH  
    digitalWrite(led2,HIGH);// IED MERAH  
    digitalWrite(led3,LOW);//LED HIJAU  
}
```

```
else
if(nilaiAdc<=5){
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PERFORM: ");
  lcd.setCursor(9,0);
  lcd.print("NORMAL  ");
  digitalWrite(buzz,LOW);// IED MERAH
  digitalWrite(led2,LOW);// IED MERAH
  digitalWrite(led3,HIGH);//LED HIJAU
}
else
if(nilaiAdc<=9){
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PERFORM: ");
  lcd.setCursor(9,0);
  lcd.print("GOOD  ");
  digitalWrite(buzz,LOW);// IED MERAH
  digitalWrite(led2,LOW);// IED MERAH
  digitalWrite(led3,HIGH);//LED HIJAU
}
if ((val == HIGH) && (old_val == LOW)){
  state = 1 - state;
  delay(10); //proses debouncing, untuk mencegah kesalahan baca
}
```

```
old_val = val;

if (state == 1) {
    digitalWrite(relay2, HIGH); // nyalakan LED
} else {
    digitalWrite(relay2, LOW);
}

if(nilaiAdc<=2){
    digitalWrite(relay1,HIGH);
}
else{
    digitalWrite(relay1,LOW);
}

if(sensor<=182){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("HOME(SENSOR) >> ");
}
else
if(sensor<=375){
    UV();
}
```



```
else
if(sensor<=666){
flowrate();
}
else
if(sensor<=865){
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("VALVE 2: ");
if (state == 1) {
digitalWrite(relay2, HIGH); // nyalakan LED
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(" ON >>");
} else {
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(" OFF >>");
digitalWrite(relay2, LOW);
}
}
else
if(sensor<=967){
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("VALVE 1:");
if(nilaiAdc<=2){
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("TUTUP >");
```

```
    }  
else{  
    lcd.setCursor(9,1);  
    lcd.print("BUKA  >");  
}  
}  
else {  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("< ( END )      "); }  
  
}  
  
//-----  
//Tampilan UV sensor  
void UV(){  
  
    int nilaiAdc=0;  
    int jumlahSample=0;  
    for (int i=0;i<20;i++)  
    {  
        nilaiAdc=analogRead(A0);  
        jumlahSample=nilaiAdc+jumlahSample;  
    }  
}
```

```

    nilaiAdc=jumlahSample/20;
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Nilai UVT = ");
    lcd.print(nilaiAdc);
    lcd.print("      ");
}
//-----
//Tampilan Flow rate sensor
void flowrate(){
    sekarang1=millis();
    if(sekarang1 >= (cloopTime + 1000))
    {
        cloopTime = sekarang1; // Updates cloopTime
        // Pulse frequency (Hz) = 7.5Q, Q is flow rate in L/min.
        menit = (flow_frequency *60 / 7.5)*0.0157; // (Pulse frequency x 60 min) / 7.5Q
        = flowrate in L/min
        flow_frequency = 0; // Reset Counter
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Flow: ");
        lcd.print(menit, DEC); // Print litres/min
        lcd.print(" L/min      ");
    }
}

```

```
void flow () // Interrupt function
```

```
{
```

```
    flow_frequency++;
```

```
}
```

```
//=====
```

```
=====
```

```
void kontrol(){
```

```
    if(nilaiAdc >= 200){
```

```
        lcd.setCursor(0,0);
```

```
        lcd.print("PERFORM: ");
```

```
        lcd.setCursor(9,0);
```

```
        lcd.print("GOOD  ");
```

```
    }else{
```

```
        lcd.setCursor(0,0);
```

```
        lcd.print("PERFORM: ");
```

```
        lcd.setCursor(9,0);
```

```
        lcd.print("BAD  ");
```

```
    }
```

```
}
```

**LAMPIRAN****6****(DATASHEET INSTRUMEN)**

- **DATASHEET AVO METER DIGITAL**
- **DATASHEET AMPERE METER DIGITAL**
- **DATASHEET PHOTOMETER DIGITAL**
- **DATASHEET LAMPU ULTRAVIOLET**

## 1. Datasheet Multimeter Digital



**Electronic testing, measuring, and calibration tools**

# 50

## Low Cost DMM

The best seller model 50, with complete functions suitable for hobbyist, students, and home electrical applications.



Function	Range	Accuracy
AC Voltage	200/600V	$\pm (1.2\% \text{ rdg} + 10 \text{ dgts})$
DC Current	200 $\mu$ /2m/20mA	$\pm (1.2\% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$
	200mA	$\pm (1.5\% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$
DC Voltage	10A	$\pm (3.0\% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$
	200m/2/20/200V	$\pm (0.5\% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$
Resistance	600V	$\pm (0.8\% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$
	200 $\Omega$	$\pm (0.8\% \text{ rdg} + 3 \text{ dgts})$
	2k/20k/200k $\Omega$	$\pm (0.8\% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$
	2M $\Omega$	$\pm (1.2\% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$
Diode	Read approximately forward voltage drop of the diode	
hFE	Read approximately hFE value of PNP/NPN transistor	
Continuity	If continuity exists $\leq 1.5k\Omega$ , buzzer will sound	
Display	3 1/2 digits, 1999 counts	
Battery / Fuse	9V / F 200mA/250V	
Size / Weight	H138 x W69 x D31mm / Approx. 170g	
Standard Accessories	Test Leads, Holder, Battery, Manual	

Constant Instruments  
PO BOX 435  
Joondalup, WA, 6115  
Australia

For more information call:  
Phone : +61-8-92428849  
Fax : +61-8-92427835  
Email : [sales@constantinstruments.com](mailto:sales@constantinstruments.com)  
Web access : <http://www.constantinstruments.com/>

©2011 Constant Instruments  
All rights reserved  
052011852  
Specifications subject to change without prior notice



N15521

[www.constantinstruments.com](http://www.constantinstruments.com)

## 2. *Datasheet* Clamp Ampere Digital

### 3. Datasheet Photometer

## Meters • Radiometer/Photometer

### PMA2200

### Radiometer / Photometer with Single Input



**Applications**

- Laboratory and Industrial Radiometry
- UV Curing, Printing, and Photolithography
- Skin and SPF Testing
- Clinical Studies
- Phototherapy
- Environmental Monitoring
- Material Testing
- UV-A Transmission Measurements

**Features and Benefits**

- High Sensitivity
- Dynamic Range (6.5 Digit Display)
- User Selectable Units
- Select from Over 135 Standard and Custom Detectors
- Dose Integration Capability
- 2-Line LCD Display with Anti-Glare Screen
- Displays Min and Max Readings
- Programmable I/O
- Automatic sensor recognition
- NIST traceable calibration
- Radiometric units

**SOLAR<sup>®</sup>**  
L I G H T

The PMA2200 is a radiometer that accepts detectors measuring UV, Visible and IR wavelengths. Solar Light's patented Intelligent Detector Technology<sup>®</sup> allows users to interchange detectors without losing the functionality of a single purpose meter. This streamlined model allows all functions to be operated directly from the keypad. The automatic sensor recognition also means that there is no need to match meters and sensors. Any sensor will connect with any meter and work perfectly. This is especially useful in labs that have more than one meter and several sensors!

Extremely portable, the PMA2200 Radiometer is powered by 4 AA Alkaline or NiCd batteries. A power supply is also included in the product package, for use when working in the laboratory.

Any PMA Sensor can interface with any PMA Meter thanks to a memory chip which makes it unnecessary to permanently load sensor information into the meter. The sensor output algorithm provides precision readings, choice of units and date of calibration.

Instant values, such as power, can be time integrated to also show energy. Units can be altered, for example ft-candles to lux. Min., Max., Average can be displayed. Programmable alarm from a time integral or max. value. Numerical or graphical LCD display. Auto ranging. Sensors remember the last configuration, including units, alarms and data storage settings.

/ Lux meter



Specifications	
Detector Inputs	1 Detector Input with Up to 4 Analog Signals
Input Ranges	+4V, single range (subranging not necessary)
Resolution	13 $\mu$ V on 4V Range
Dynamic Range	2.6 x10 <sup>6</sup> (6.5 digits)
Accuracy	Within 0.5% FS
Nonlinearity	0.003% Integral Non-linearity
Operating Environment	32 to 120 °F (0 to +50 °C) No Precipitation
Temperature Coefficient	Max 50ppm/°C
Power Source	4 x AA NiCd or Alkaline Batteries, 9-12V AC or DC Charger
Sampling Rate	3 per second
Screen Refresh Rate	10 per second
Battery Life	Up to 40 Hours Between Charges
External Power	9-12V AC or DC adapter. 100mA min
Power Consumption	Approximately 110mW
Program Control	12-Button Keypad
Size WxDxH	4" x 1.75" x 7.5" (10 x 4.3 x 19.3cm)
LCD Size	2.5" x 0.5" (6.4 x 1.3 cm) Program control 9-button keypad x4.5cm
Weight	18 oz. (510 grams)
Ordering Information	
PMA2200	Single Input radiometer package, features the PMA2200 Radiometer, a power supply (not a battery charger), a USB cable and a hard cover carrying case.
References	
<sup>1</sup> The biological effects of UV-A radiation - Edited by P. Utchick and R.W. George, Praeger Publishers, New York, 1986 <sup>2</sup> Metrodata P., "Self study manual on optical radiation measurements", NBS Technical Note 910-1 (1978)	

Meters/PMA2200\_10/2014

US Patent 5,790,432

## **LAMPIRAN**

### **7**

#### **(DATASHEET PERANGKAT)**

- **DATASHEET ARDUINO UNO R3**
- **DATASHEET SENSOR UVM30A**
- **DATASHEET SENSOR WATER FLOW SEN-HZ21WA**
- **DATASHEET GERMECIDAL LAMP SANKYO DENKI  
G20T10**

## 1. Datasheet Arduino UNO R3



### ARDUINO UNO Revision 3 BOARD



The Arduino Uno is one of the most common and widely used Arduino processor boards. There are a wide variety of shields (plug in boards adding functionality). It is relatively inexpensive (about \$25 - \$35). The latest version as of this writing (3/2014) is Revision 3 (r3):

- Revision 2 added a pull-down resistor to the 8U2 HWB line, making it easier to put into DFU (Device Firmware Update) mode
- Revision 3 added
  - SDA and SCL pins are now brought out to the header near the AREF pin (upper left on picture). SDA and SCL are for the I2C interface
  - IOREF pin (middle lower on picture that allows shields to adapt to the voltage provided
  - Another pin not connected reserved for future use

The board can be powered from the USB connector (usually up to 500ma for all electronics including shield), or from the 2.1mm barrel jack using a separate power supply when you cannot connect the board to the PC's USB port.

### Links:

- Arduino web site: <http://www.arduino.cc/>
- Arduino Uno overview and image source: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno#.UxNpBk2YZuG>
- DFU Mode (Device Firmware update) explanation: <http://arduino.cc/en/Hacking/DFUProgramming8U2#.UxNqXE2YZuE>
- Arduino Uno schematic: [http://arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino\\_Uno\\_Rev3-schematic.pdf](http://arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf)
- Arduino Uno Eagle PCB Files: [http://arduino.cc/en/uploads/Main/arduino\\_Uno\\_Rev3-02-TH.zip](http://arduino.cc/en/uploads/Main/arduino_Uno_Rev3-02-TH.zip)
- Eagle PCB design software (use License = "Run as Freeware"): <https://www.cadsoftusa.com/download-eagle/>
- Hardware Index – past and present boards: <http://arduino.cc/en/Main/Boards#.UxNq9U2YZuE>
- Specifications comparison chart: <http://arduino.cc/en/Products.Compare#.UxOJGk2YZuF>
- Board comparison chart: <http://arduino.cc/en/Products.Compare#.UxN6oE2YZuE>
- Sources
  - MP3Car: <http://store.mp3car.com/SearchResults.asp?Search=arduino>
  - Sparkfun: <https://www.sparkfun.com/>
  - Adafruit: <http://www.adafruit.com/category/17>
  - Amazon: [http://www.amazon.com/s/ref=nb\\_sb\\_noss\\_1?url=search-alias%3Daps&field-keywords=Arduino](http://www.amazon.com/s/ref=nb_sb_noss_1?url=search-alias%3Daps&field-keywords=Arduino)
  - Pololu: <http://www.pololu.com/search?query=Arduino>

### ARDUINO UNO Revision 3 Specifications



- Microcontroller: ATmega328
- Operating Voltage: 5V
- Uno Board Recommended Input Voltage: 7 – 12 V
- Uno Board Input Voltage Limits: 6 – 20 V
- Digital I/O Pins: 14 total – 6 of which can be PWM
- Analog Input Pins: 6
- Maximum DC Current per I/O pin at 5VDC: 40ma
- Maximum DC Current per I/I pinat 3.3 VDC: 50ma
- Flash Memory: 32KB (0.5KB used by bootloader)
- SRAM Memory: 2KB
- EEPROM: 1KB
- Clock Speed: 16 MHz

#### Links:

- Arduino specifications and image page: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno#UxOOLk2YZuH>

### ARDUINO UNO Revision 3 and ATmega328 processor

PB1 (~9)	15	14	(8) PB0
PB2 (~10)	16	13	(7) PD7
PB3 (~11)	17	12	(~8) PD6
PB4 (12)	18	11	(~5) PD5
PB5 (13)	19	10	PB7
AVCC	20	9	PB6
AREF	21	8	GND
GND	22	7	VCC
PC0 (A0)	23	6	(4) PD4
PC1 (A1)	24	5	(~3) PC3
PC2 (A2)	25	4	(2) PD2
PC3 (A3)	26	3	(TX 1) PD1
PC4 (A4)	27	2	(RX 0) PD0
PC5 (A5)	28	1	(RST) PC6



The Arduino board makes it very easy to use the ATmega328 processor by providing easy access to most of the pins via the headers. In addition, it provides:

- 5 VDC regulated power from the 6 – 20 VDC input jack
- 3.3 VDC regulated power available for other electronics
- The crystal oscillator
- A reset switch
- USB access to the serial port
- Headers for connection and for shields

#### Links:

- Arduino specifications and image page: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno#UxOOLk2YZuH>
- ATmega328 processor image modified from image found at: <http://www.protostack.com/microcontrollers/atmega328-pu-atmel-8-bit-32k-avr-microcontroller>

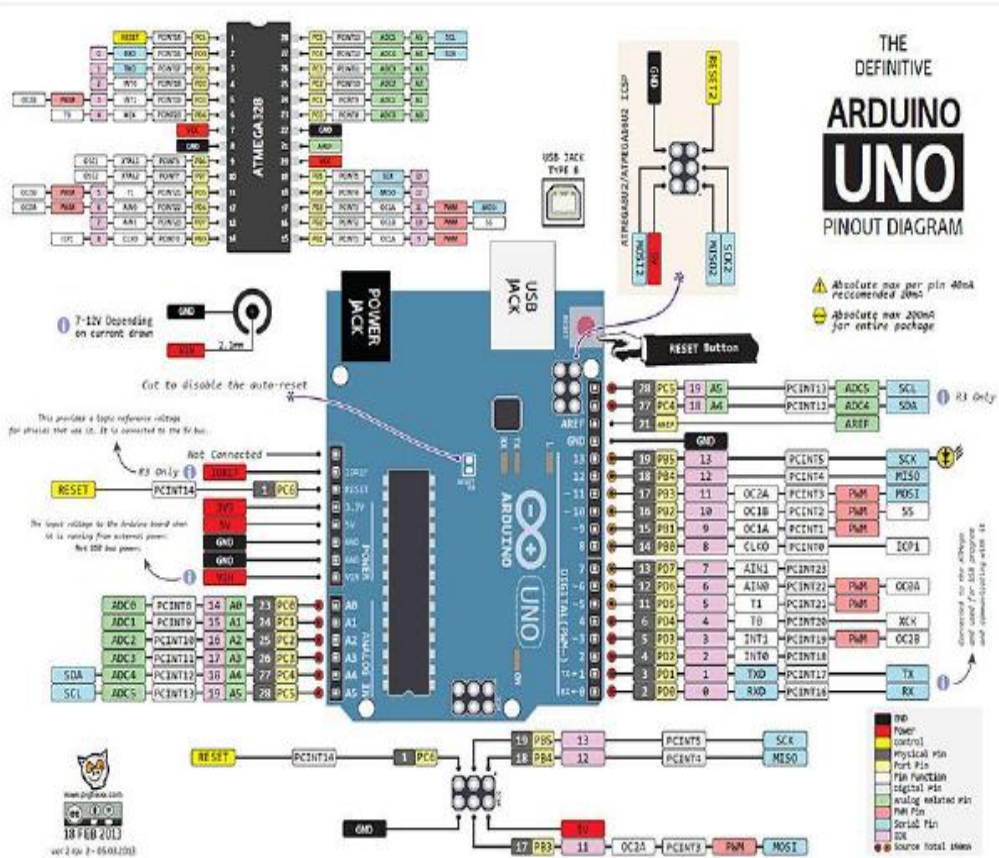


Diagram from: <http://arduino-info.wikispaces.com/file/view/ArduinoUNO-900.jpg/421496636/ArduinoUNO-900.jpg>



## 2. Datasheet Sensor UVM30A

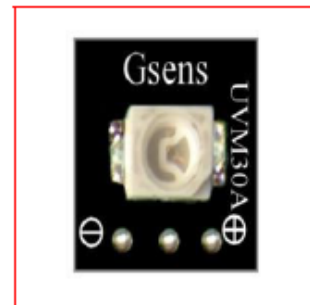
### Sensor

### UVM-30 UV sensor module

多年专注铸就优秀品质 持续创新只为客户需求

#### ■ Features

- Designed for applications where high reliability and accuracy are required to measure the UV Index (UV I);
- Suitable for measuring the total amount of solar ultraviolet light intensity;
- Control the WHO UV Index grading standards
- Detection of UV wavelength: 200-370nm;
- Fast response, full interchangeability;
- The use of a patented solid polymer structure, easy to clean waterproof and dustproof;
- Linear voltage signal output;
- Small size, suitable for mobile phones and other portable products;



#### ■ application

- UV Tester
- UV Index Meter (UV Index Meter)
- Outdoor sunlight UV monitoring equipment
- Germicidal lamp equipment
- Flame detection

## ■ ELECTRICAL PARAMETERS

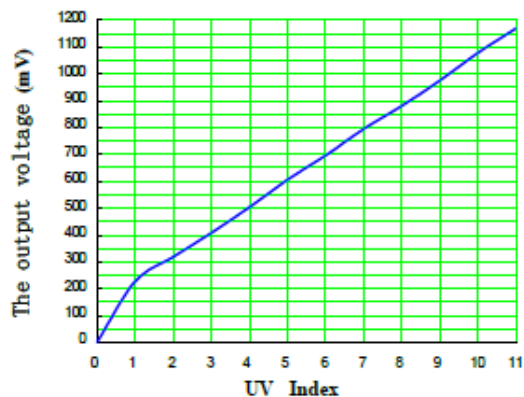
ELECTRICAL PARAMETERS		UVM-30A Module
Response wavelength		200nm- 370nm
Operating Voltage		DC 3.0 - 5.0V
Output voltage (corresponding to UV index 0 - 10)		DC 0—1V
Testing accuracy		±1 UV INDEX
Working current		Tpy . 0.06mA , Max . 0.1mA
temperature range	Storage environment	- 40 ° C to 90 ° C
	working environment	- 25 ° C to 80 ° C
Long-term stability (annual drift rate)		< 5%
Response time		<0.5 seconds
Dimensions (L × W × H)		9mm×9mm×10mm

## Sensor

### UVM-30 UV sensor module

多年专注铸就优秀品质 持续创新只为客户需求

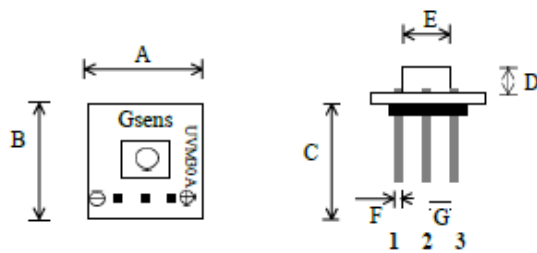
## ■ Typical Response Curve



紫外线指数 UV Index	0	1	2	3	4	5
Vout(mV)	<50	227	318	408	503	606
紫外线指数 UV Index	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>
Vout(mV)	696	795	881	976	1079	1170+

Standard output voltage value

■ Structure size  
(for reference)



尺寸 Unit:mm

A	B	C	D	E	F	G
9.0	9.0	10.0	2.2	3.5	0.5	1.5

	1	2	3
Features	电源地 GND	信号输出 Vou t	电源正 VCC

■ Note

- The sensor is not sensitive to visible light, no additional filter;
- The central hole is a UV transmission sensor window, do not cover with any material, including transparent glass, plastic film;
- If you need to clean the window, do not use liquid such as alcohol, please wipe gently with water.
- At the time of installation, different light incident angles will have different intensity of signal output, the light is perpendicular to the incident signal is strongest (the voltage output data is measured under this condition).
- The intensity of UV radiation actually measured by the body is higher than that measured by the sensor due to the reflections of surrounding objects.



### 3. Datasheet Sensor WATER FLOW

#### SEN -HZ21WA



flow water forming, plastic and body copper by sensor flow water main The water into It components. hall and components flow steady components, rotor for used water the appliances household and machine coffee dispenser, flow. water the measuring

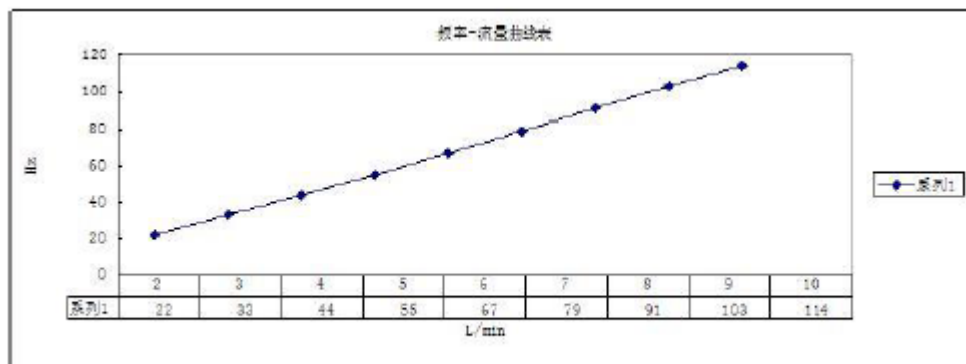
and rotating, rotor magnetic components, rotor the through flows water When output element Hall change. linear a of flow the with along speed of flow the of size the controller, the to feedback signal pulse corresponding electric of control valve proportional adjust judgment, controller by water current.

flap valve gas-water differential the solve fundamentally sensor flow Water and dry appear misoperation easy valve water start and pressure high type shortcomings. reliable, and safe quick, action life, service long sensitive, reflected has It general the deeply low, start the as such advantages traffic convenient joins affection. user

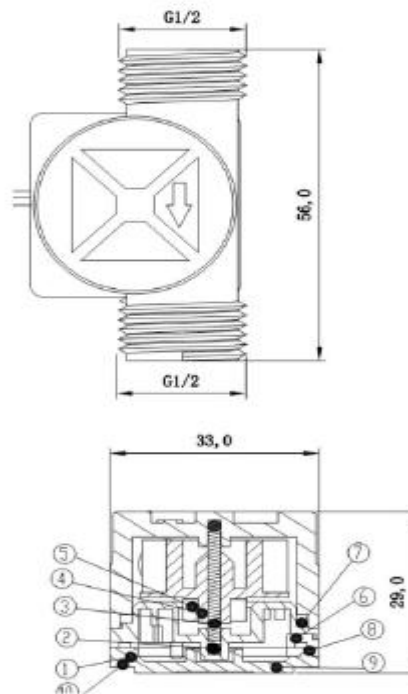
brake rotor, magnetic shell, switch flow rotor turbine of components main The the than performance its mode, switch flow water Use composition. ring As size. the decrease and structure, plate pressure differential mechanical different rotor, magnetic promote shell, switch turbine the through water the hall the leave and conduction, when element hall element hall the near pole the to According speed. rotor the measure can Thus, disconnect. componets (voltage) signal output the flow, water and speed rotor the of data measured household and machine coffee dispenser, water sure be can curve, startup and pressure hydraulic pressure, water start appliances speed. the of start The rotor and water of flow the start corresponding

## characteristic Electrical

NO	Item	requirement Examination
1	Appearance	color off without burr, without smooth beautiful, and Clean
2	pressure Water resistance performance	crack, no parts and phenomenon, slack no has pressure MPa 1.75 anomaly deformation and inflation, relaxation,
3	voltage Operating range	18V-DC3
4	Maximum current operating	15mA
5	pulse output The level high	4.5 in requirements level high the of output the voltage, rated V 5 In above V
6	pulse output The level low	V 0.5 in requirements level low the of output the voltage, rated V 5 In following the
7	pulse output The ratio duty	to emptiescompared occupies pulse output the voltage, rated the In 10%-50%
8	pulse Flow characteristics	$\pm 10\%$ ] 4.1Q [
9	Insulating property	100M $\Omega$ >-resistance Dielectric
10	strength Electrical	winding) flash or breakdown 50Hz(Don't AC500V
11	Electrical ) $^{\circ}$ Cstrength(100	environmental the in hours, 72 in placed temperature $^{\circ}$ C 100 In measurement of accuracy the hour 1 after back temperature 5% minus or plus the within requirements
12	Cold ) $^{\circ}$ C20-resistance(	environmental the in hours, 72-in placed temperature $^{\circ}$ C 20 In measurement of accuracy the hour 1 after back temperature 5% minus or plus the within requirements
13	of Mode connection	signal pulse yellow: negative, black: positive, the Red:

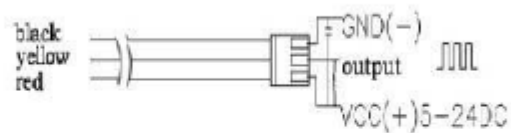


## Mechanic Dimensions



## Wiring Diagram

The external diameter of thread the connections use is 1.4mm.



## Output Table

Pulse frequency (Hz) in Horizontal Test=  $7.5Q$ ,  $Q$  is flow rate in L/min. (Results in +/- 3% range)

Output pulse high level	Signal voltage $>4.5$ V (input DC 5 V)
Output pulse low level	Signal voltage $<0.5$ V (input DC 5V)
Precision	3% (Flow rate from 1L/min to 10L/min)
Output signal duty cycle	40%~60%

#### 4. Spesifikasi Lampu Ultraviolet (Germicidal Lamp-C)



**Brand:** Sankyo Denki/Elko  
**Item:** Ultraviolet UV-C Lamp  
**Lamp Shape:** T10  
**Base Type:** G13 (BI-Pin)  
**Length:** 21" Inches  
**Diameter:** 1.25" Inch  
**Watts:** 20W  
**Volts:** 58V  
**Lamp Specification:** G20T10  
**Special Features:** Germicidal UV-C  
**Average Life:** 10,000hrs

**Additional Information:**

TUV T10 lamps are Double Ended BI-Pin UVC (germicidal) lamps used in professional water and air disinfection units. The small 1.25" inch diameter of the lamp allows for a small system design and design flexibility. TUV T10 lamps offer constant UV output over entire lifespan [10,000hrs], for maximum security of disinfection and high system efficacy.

**Product Features:**

- Short-wave UV radiation with a peak at 253.7 nm (UVC) for disinfection
- Protective inside coating ensures almost constant UV output over the complete lifetime of the lamp
- Lamp glass filters out the 185 nm ozone-forming radiation
- High temperature and UV-resistant lamp bases
- High Output versions available for optimum UVC output per lamp length
- Warning sign on lamp indicates that the lamp radiates UVC

**Product Benefits:**

- Security of effective disinfection over the useful lifetime of the lamp
- Highly effective for the use of disinfection
- Good environmental choice because of lowest amount of mercury

**Application Type:**

- Deactivation of bacteria, viruses and other micro-organisms
- Air treatment systems
- Industrial water disinfection equipment, food & beverage, and sterilization industry
- Small municipal water treatment systems
- Swimming pool units
- Residential drinking water units

**LAMPIRAN**

**8**

**(SNI 7388 :2009)**

## BIODATA PENULIS



**Harmawan Febrianto** adalah nama penulis skripsi ini. Penulis lahir dari orang tua. Haryoko Wiropuspito dan Harnida sebagai anak tertua dari dua bersaudara. Penulis dilahirkan di Jakarta Pusat pada tanggal 4 Februari 1994. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SD Pembina Anak Bangsa Indonesia (PABI) (*lulus tahun 2006*), melanjutkan ke SMPN 16 Narogong, Bekasi (*lulus tahun 2009*), lalu

melanjutkan tingkat menengah atas di SMA YADIKA 8 JATIMULYA (*lulus tahun 2012*), Bekasi dan hingga akhirnya bisa menempuh masa perkuliahan di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta.

Penulis juga aktif di dunia penelitian dan organisasi. Semasa kuliah penulis telah mengikuti berbagai aktivitas dan organisasi seperti Lembaga Dakwah Fakultas Fakultas Teknik (FSI-AL-Biruni) dan terakhir organisasi penalaran dan penelitian unit kegiatan mahasiswa KPM UNJ (Kelompok Peneliti Muda Universitas Negeri Jakarta). Sepanjang karirnya dalam mengikuti organisasi ini, penulis telah melahirkan berbagai karya penelitian salah satunya dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang didanai oleh Dirjen DIKTI selama 2 tahun berturut-turut sehingga mengantarkan penulis dengan tim nya merangkap ke ajang PIMNAS 29 (PEKAN ILMIAH MAHASISWA) di IPB Bogor pada tahun 2016.

Dengan ketekunan serta dorongan yang kuat oleh orang tua dan kerabat sekitar akhirnya penulis telah menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap penelitian dan pengembangan teknologi.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur sebesar-besarnya atas karunia Allah SWT yang telah mengizinkan penulis untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini yang berjudul “ **Pengembangan Alat Desinfeksi Air Minum Dengan UVGI (*Ultraviolet Germecidal Irradiation*) Berbasis Arduino** ”.

