

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

Harmawan Febrianto,²Massus Subekti,³Nur Hanifah Yuninda
^{1,2,3}Pendidikan Teknik ElektroTeknik Elektro, Universitas Negeri Jakarta
¹E-mail: harmawantecno@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to make a drinking water disinfectant 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.*

Abstrak

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

PENDAHULUAN

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). Masalah tersebut Salah satu faktor penyebab adalah terkontaminasinya air dalam proses pengaliran

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 oleh masyarakat, salah satunya

dengan Metode desinfeksi menggunakan metode penyinaran lampu ultraviolet (200-260 nm) atau UVGI (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*) merupakan cara sederhana untuk membunuh bakteri secara cepat, efektif dan tidak membutuhkan energi yang besar. Namun penyinaran lampu ultraviolet memiliki kelemahan dalam intensitas radiasi diakarenakan 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 ultraviolet dan memberikan sinyal kepada operator jika terjadi kerusakan terhadap lampu memantau lama waktu pemakaian lampu atau ketidak optimalan lampu UV 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 melatar belakangi 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)

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat pembuatan dan pengujian prototipe UV-TRON (*Ultraviolet Smart Protection Control*) dilaksanakan di Laboratorium PT.Monysaga Prima Bekasi dan Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta. Dalam rentang waktu bulan Februari – November 2016.

Alat dan Bahan

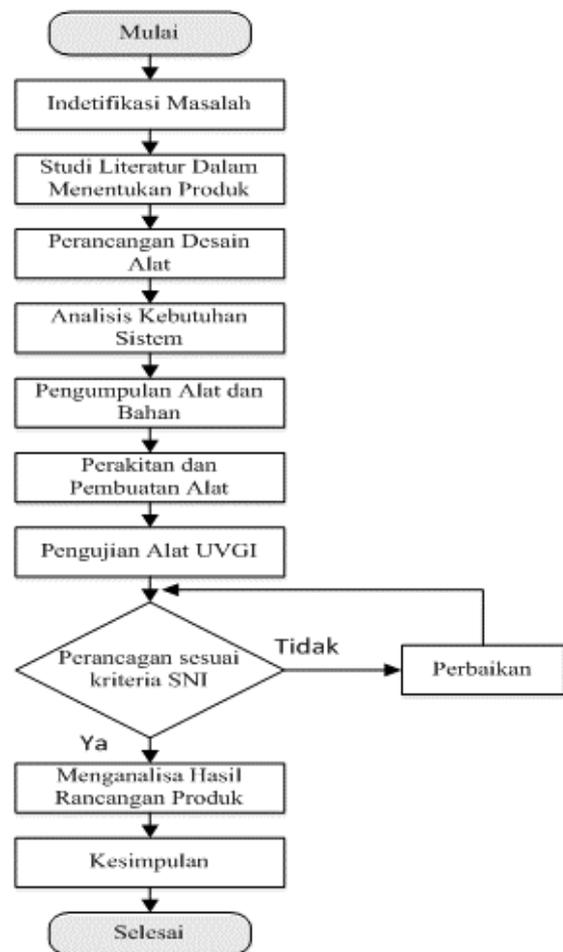
Alat : Gergaji, Multimeter Analog, Multimeter Digital, Kabel *Jumper*, Gerinda, Las Elektroda, Kunci Ukuran 10, Kunci Ukuran 11, Tang Potong, Tang Jepit, Obeng Kembang, Obeng Minus, *Lux Meter PMA2200*.

Bahan : Lampu Sankyo Denki Ultraviolet 20 Watt 5 GPM, *Water Flow Sensor SEN-HZ21WA* dengan kapasitas maksimum 60L/min, UVM30A

(sensor), *Relay 6 VDC*, Arduino Uno R3, Saklar *Push Button*, Saklar SPDT, LCD (*Liquid Crystal Display*) Ukuran 16×2, PCB (*Printed Circuit Board*), *Panel Box*, *Buzzer*, Pompa Air Kapasitas 3000 L/H

Prosedur Penelitian

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



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian Tahap Perencanaan dan Perancangan Prototipe

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

Spesifikasi:

Daya Lampu UV :20 Watt

Merek Lampu UV :Sankyo Denki G20T10

Panjang Tabung UV :54 cm

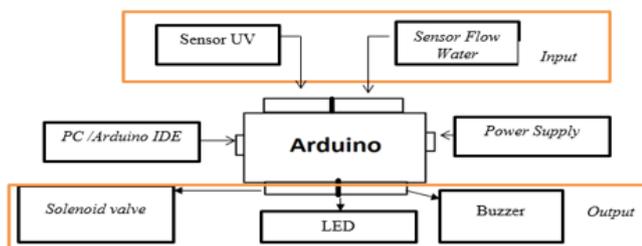
Jenis Pipa :PPR (*Polypropylane Random*)

Diameter Lampu UV: 1.25 inch =3.2 cm

Diameter Tabung Reaktor UV: 2 inch = 5.08 cm

Perencanaan Input Dan Output

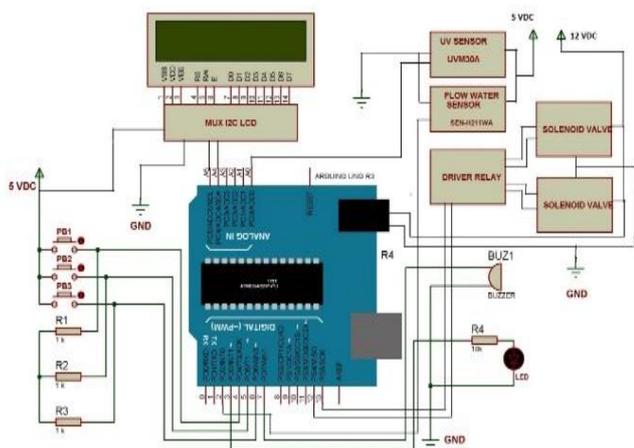
Dalam melakukan suatu perancangan sistem dilakukannya perencanaan I/O pada sistem dalam prototipe ini.



Gambar 2. Perencanaan I/O

Wiring Diagram Prototipe Alat Kontrol UVGI

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



Gambar 3. Wiring Diagram Panel Kontrol UVGI Berbasis Arduino

Teknik Pengumpulan Data

Dimana pun dalam pengujian alat ini disesuaikan dengan tingkat kepresisian alat ukur dan sensor maka diperlukan pengujian sensor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep dan Desain Rancangan Alat

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

1) Realisasi Alat Desinfeksi UVGI Berbasis Arduino

Prototipe 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



Gambar 4. Realisasi Alat Desinfeksi Air Minum Dengan UVGI Berbasis Arduino

Pengujian Hardware

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 bersih.

Tabel 1. 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

2) Pengujian Sensor *Flow Water Sensor*

Pengujian Sensor *Flow water* 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 2. Pengujian Hasil Kalibrasi Sensor *Water Flow*

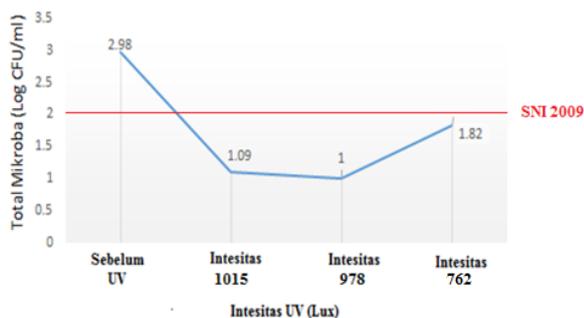
No	Pembacaan Sensor <i>Water Flow (L/min)</i>			Alat Ukur Debit (L/min)	Deviasi
	Min	Max	Rata-rata		
1	6.56	6.67	6.615	6.67	0.055
2	5.55	5.61	5.58	5.45	0.130
3	3.89	3.78	3.835	3.75	0.085
4	2	2.11	2.055	1.9	0.155
5	1	1.11	1.055	0.9	0.155

Pengujian Laboratorium Kinerja Alat

1) Tahap Pengujian Sampel Air Terhadap Intesitas Sinar UV

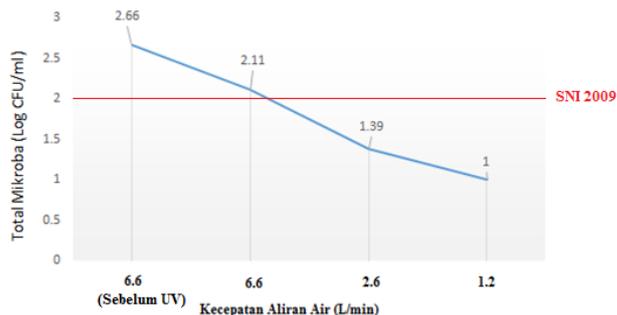
Dalam tahap ini dimana dilakukan pengujian sampel air yang akan mengalir ke tabung reaktor lampu ultraviolet dengan merubah besar intesitas lampu UV, hal ini dilakukan dengan cara mengurangi tegangan, hal ini dilakukan dimana melihat apakah kuman atau mikroba dapat terbunuh saat intesitas lampu ultraviolet berubah. Dimana dalam intesitas yang digunakan yakni 1015 Lux, 978 Lux dan 763 Lux. Hasil pada pengujian ini menunjukkan besarnya intesitas UV berpengaruh terhadap jumlah mikroba (Gambar. 5). Intesitas UV yang terbaik dalam menurunkan jumlah mikroba yaitu pada titik intesitas 978 lux dengan jumlah mikroba 10 cfu/ml. Titik intesitas sinar tersebut mampu menurunkan jumlah bakteri hingga 97.83 % dari jumlah bakteri kontrol (sebelum di UV). Jumlah bakteri meningkat pada intesitas 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 prototipe ini sebesar 6 L/min.

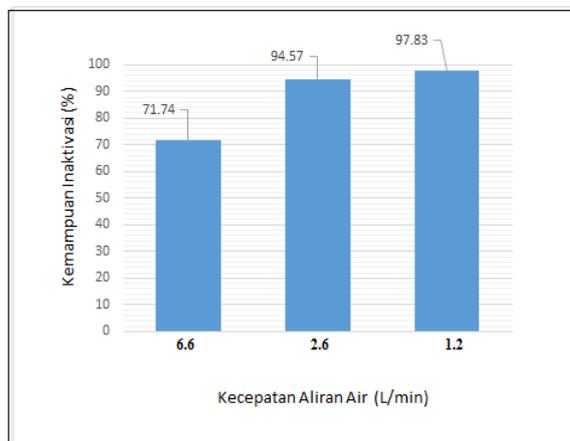


Gambar 5. Pengujian Pengaruh Besar Intesitas Terhadap Jumlah Bakteri

2) Tahap Pengujian Sampel Air Terhadap kecepatan aliran air



Gambar 6. Pengujian Pengaruh Intesitas Sinar UV



Gambar 7. Grafik Kemampuan Inaktivasi Mikroba Dengan Pengaruh Kecepatan Aliran Air

Hasil pengujian pengaruh perubahan kecepatan air menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah mikroba hingga 10 koloni/ml atau kemampuan inaktivasi mikroba dengan menggunakan desain prototipe ini sebesar 97.83 % dalam kecepatan aliran air 1.2 L/min (Gambar 4.9). Kemampuan inaktivasi ini menurun pada titik kecepatan aliran air 6.6 L/min yaitu sebesar 71.74%. Hal ini dikarenakan pada kondisi tersebut menggunakan desain prototipe yang hanya mampu bekerja pada kecepatan aliran air maksimum 3.3 L/min. Pengaruh kecepatan aliran air berpengaruh pada besarnya kekuatan lampu UV yang akan digunakan, dimana semakin cepat kecepatan aliran air maka waktu yang dipaparkan sinar UV terhadap air akan semakin cepat begitu pun sebaliknya (International Guard,2010).

Pengujian Sisitem Perangkat Lunak

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

Tabel 4. 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 5. Keterangan Perubahan Kecepatan Aliran Air

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

Tabel 6. 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

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah alat ini dibuat dan diuji coba maka dapat disimpulkan bahwa alat desinfeksi air minum dengan UVGI berbasis Arduino telah berhasil bekerja dimana alat ini dapat memberikan informasi besar intesitas 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.

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 intesitas sinar UV.
4. Dibutuhkan uji mendalam terhadap karakteristik lampu UV kategori C atau *germicidal lamp* berdasarkan besar penurunan intesitas sinar UV.

DAFTAR PUSTAKA

- Anang Latriyanto,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. 2007. *Aquaculture Engineering*. Blackwell Publishing. Singapore.
- Nana S.S & Sugeng. R. 2008.*Ultraviolet Sebagai Salah Satu Alat Desinfektan Penting Di Pembenihan: 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 Aquaculture 2007*. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya.
- USEPA. 2003. *Ultraviolet Desinfection Guidance Manual*. Draft. Wahsington DC, Office of Ground Water and Dringing Water, United States Enviromental Protection Age.