

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL BOX UV SEBAGAI MEDIA STERILISASI MENGGUNAKAN SENSOR FOTODIODA

DEVELOPMENT OF UV-BOX CONTROL SYTEM PROTOTYPE FOR STERILIZATION MEDIA USING PHOTODIODE SENSOR

Laila Katriani*, Denny Darmawan dan Ahmad Awaluddin Noer

Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

*email: laila_katriani@uny.ac.id

diterima 4 Desember 2014, disetujui 3 Maret 2015

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem kontrol boks UV sebagai media sterilisasi menggunakan sensor fotodiode. Penelitian dimulai pada bulan Juni s/d November 2014. Penelitian dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta. Rancang bangun sistem kontrol boks UV ini terdiri dari dua tahapan yaitu, perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan catu daya, perancangan sensor, perancangan komparator, dan buzzer. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh tegangan catu daya sebesar 4,86 volt, tegangan acuan sebesar 3,76 volt, tegangan keluaran komparator ketika *low* sebesar 0,12 volt, tegangan keluaran komparator ketika *high* sebesar 3,0 volt.

Kata kunci: UV-Box, Media Sterilisasi, Fotodiode

Abstract

This research aims to design a UV box control system as sterilization media using photodiode sensor. The study began in June until November 2014. The study was conducted at the Laboratory of Electronics and Instrumentation, Department of Physics Education, State University of Yogyakarta. The design of the UV box control system consists of two stages, namely, the design of the hardware and software design. Hardware design consists of a power supply design, sensor design, comparator design, and a buzzer. Based on the results of tests that have been done shows the power supply voltage of 4.86 volts, the reference voltage of 3.76 volts, the comparator output voltage when low of 0.12 volts, the comparator output voltage when high of 3.0 volts.

Keywords: UV-Box, Sterilization Media, photodiode

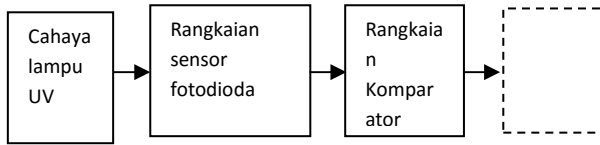
Pendahuluan

Perkembangan teknologi bidang instrumentasi elektronika terus dikembangkan guna membantu manusia dalam memvisualisasikan besaran analog yang ada menjadi besaran digital. Salah satu perkembangan ilmu instrumentasi elektronika adalah dengan memanfaatkan sistem kontrol untuk memberikan pengawasan kepada sebuah sistem [1].

Kemudahan dari sistem kontrol ini banyak digunakan pada bidang kesehatan, laboratorium penelitian dan juga untuk industri, terutama industri makanan yang mengutamakan higienitas mesin-mesin produksi dan peralatan *cleaning*. Saat ini untuk mencegah peralatan terkontaminasi bakteri alat tersebut disimpan di boks UV sehingga terjaga higienitasnya, tetapi jika lampu

UV *off*, maka tidak dapat diketahui secara cepat karena boks UV kedap cahaya atau tidak transparan, sedangkan *on-off*nya lampu UV sangat mempengaruhi higienitas alat dan mengakibatkan produk akan terkontaminasi bakteri. Ketika lampu UV mengalami keadaan *off*, maka bisa dipastikan mikroba akan cepat tumbuh pada alat yang disterilkan, hal ini sangat berbahaya. Oleh sebab itu pentingnya sebuah alat untuk memastikan lampu UV tetap hidup. Maka perlu kiranya dibuat sistem kontrol lampu UV ketika mengalami keadaan *off* dengan cara memberikan peringatan dengan membunyikan buzzer. Sehingga tindakan terhadap alat yang disterilisasi cepat dilakukan. Berikut ini

ditunjukkan diagram blok sistem kontrol boks UV.



Gambar 1. Diagram blok sistem kontrol boks UV

Salah satu penelitian yang memanfaatkan lampu UV adalah penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa pasca sarjana Universitas Diponegoro, saudari Arisanti (2004) yaitu, Efektifitas Sterilisasi Menggunakan Sinar Ultraviolet (UV) Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara di Ruang Operasi IBS RSUD Tugurejo Semarang. Dipasaran sudah ada ditemukan boks sterilisasi, namun boks sterilisasi kedap cahaya yang banyak dibutuhkan di industri tidak dilengkapi dengan sistem pengontrolan dan harganya relatif mahal. [2]

Cahaya Sebagai Gelombang Elektromagnetik

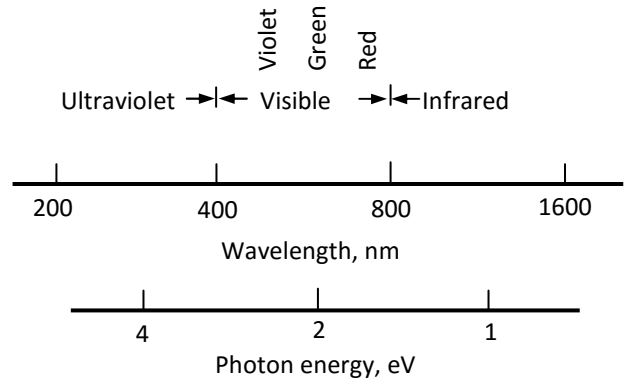
Gelombang elektromagnetik meliputi gelombang radio, sinar-x, sinar gamma dan gelombang mikro. Cahaya juga merupakan gelombang elektromagnetik (EM) yang memiliki spektrum warna yang berbeda satu sama lain. Setiap warna dalam spektrum mempunyai energi, frekuensi dan panjang gelombang yang berbeda. Hubungan spektrum optis dan energi dapat dilihat pada Persamaan 1 dan Gambar 3 Energi photon (Ep) setiap warna dalam spektrum cahaya nilainya adalah:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \dots\dots\dots(1)$$

dengan *E* adalah energi photon (eV), *h* adalah konstanta Planck's (6,63 x 10⁻³⁴ J-s), *c* adalah kecepatan cahaya (2,998 x 10⁸ m/s), *λ* adalah panjang gelombang (m) dan *f* adalah frekuensi (Hz).

Frekuensi foton bergantung pada energi yang dilepas atau diterima saat elektron berpindah tingkat energinya. Spektrum gelombang optis diperlihatkan pada Gambar 3, spektrum warna cahaya terdiri dari *ultra violet* dengan panjang gelombang 200 sampai 400 nanometer (nm), *visible* adalah spektrum warna cahaya yang dapat dilihat oleh mata dengan panjang gelombang 400 sampai 800 nm yaitu warna violet, hijau dan merah, sedangkan spektrum warna *infrared* mulai

dari 800 sampai 1600 nm adalah warna cahaya dengan frekuensi terpendek. [3]

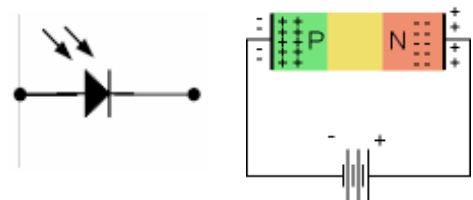


Gambar 2. Spektrum gelombang EM

Sensor Fotodioda

Sensor Fotodioda merupakan komponen semikonduktor sejenis dioda yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya. Komponen semikonduktor ini mampu merespon cahaya yang diterimanya dalam bentuk perubahan resistansi. Perubahan resistansi fotodioda akan sebanding dengan perubahan intensitas cahaya yang diterimanya.

Prinsip kerja dari fotodioda bertolak belakang dengan LED. Tegangan bias mundur dan cahaya yang dipaparkan pada fotodioda akan mengakibatkan timbulnya pasangan elektron-hole di kedua sisi sambungan. Ketika ada cahaya, elektron akan pindah ke jalur konduksi sehingga menyebabkan elektron mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan *hole* mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron-hole yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang dikenakan pada fotodioda.

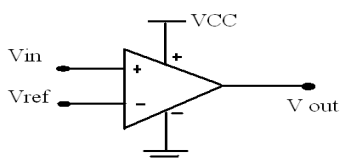


Gambar 3. Simbol fotodioda dan tegangan bias mundur [4]

Fotodioda biasanya mampu mendeteksi cahaya inframerah, cahaya tampak, ultraviolet sampai dengan sinar-X.

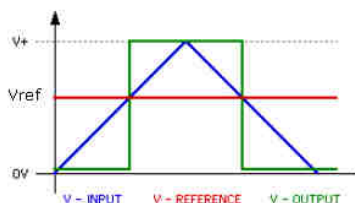
Komparator

Komparator adalah sebuah rangkaian penguat yang memiliki dua buah input. Tegangan output yang dihasilkannya sebanding dengan selisih antara dua tegangan inputnya. Gain komparator kurang lebih adalah 200.000 [5]. Rangkaian komparator dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian komparator

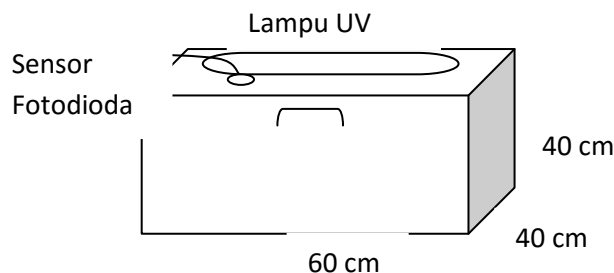
Dalam penelitian ini, komparator digunakan untuk membandingkan tegangan acuan (V_{ref}) dengan tegangan lain yang dimasukkan pada input non inverting (V_{in}). Sebagaimana prinsip komparator seperti pada Gambar 2.3 di atas, apabila tegangan input lebih besar daripada tegangan acuan (V_{ref}), maka output yang dihasilkan adalah *high* (logika 1). Apabila input (V_{in}) lebih kecil dari tegangan acuan (V_{ref}) maka output yang dihasilkan adalah *low* (logika 0). Contoh grafik tegangan input-output dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh grafik tegangan input-output komparator [6]

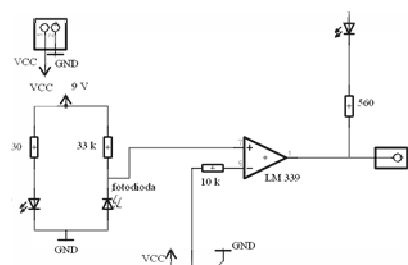
Metode Penelitian

Rancangan Sistem Kontrol Boks UV. Untuk menerapkan sistem kontrol lampu UV di dalam boks UV sebagai media sterilisasi dibuat sebuah boks UV berdinding mika putih dengan ukuran 60 x 40 x 40 cm. Didalamnya ditempatkan sensor Fotodiode, lampu UV dan diluar ditempatkan sistem rangkaian terhubung buzzer. Untuk tampilan rancang bangun sistem pengontrol boks UV dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan boks UV

Rangkaian Sistem Sensor Fotodiode. Pengontrolan boks UV sebagai media sterilisasi menggunakan rangkaian pembagi tegangan dan komparator dengan fotodiode sebagai sensor, seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian skematik sensor fotodiode

Prinsip kerja alat. Pada alat sistem kontrol ini dibutuhkan sebuah komparator untuk mengontrol keadaan dari lampu UV pada kondisi *off*. Ketika lampu UV berada dalam keadaan *off*, maka sensor fotodiode tidak mengindera cahaya atau mendapatkan halangan, sehingga menyebabkan keluaran dari komparator adalah *high* dan ditandai dengan buzzer akan menyala.

Hasil dan Pembahasan

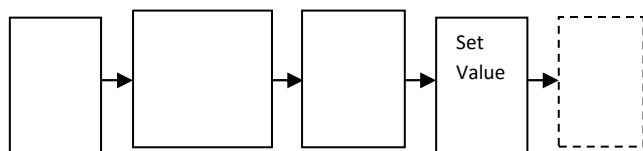
Desain

Dalam penelitian ini telah dibangun sistem kontrol boks UV sebagai media sterilisasi dengan ukuran 60 x 40 x 40 cm (Gambar 8). Sistem kontrol lampu UV memanfaatkan prinsip kerja dari komparator yaitu membandingkan tegangan acuan (V_{ref}) dari setting potensiometer dengan tegangan keluaran dari sensor fotodiode yang dimasukkan pada input non inverting (V_{in}).



Gambar 8. Boks UV

Sebagaimana prinsip kerja komparator, apabila tegangan input lebih besar daripada tegangan acuan (V_{ref}), maka output yang dihasilkan adalah *high* (logika 1) buzzer *off*. Apabila input (V_{in}) lebih kecil dari tegangan acuan (V_{ref}) maka output yang dihasilkan adalah *low* (logika 0) buzzer *on*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh tegangan catu daya sebesar 4,86 volt, tegangan acuan sebesar 3,76 volt, tegangan keluaran komparator ketika *low* sebesar 0,12 volt, tegangan keluaran komparator ketika *high* sebesar 3,0 volt. Cara kerja alat ditunjukkan dalam bentuk skema pada Gambar 9.



Gambar 9. Skema Cara Kerja Alat

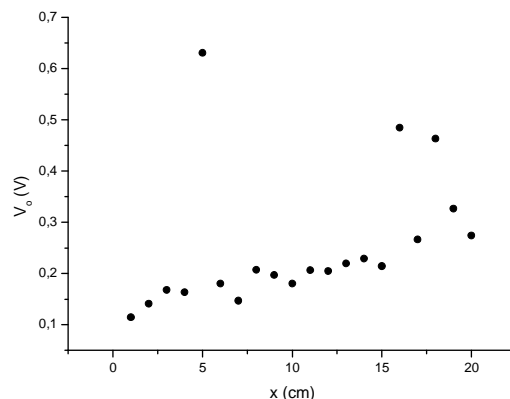
Karakteristik sensor fotodioda

Pengukuran karakteristik sensor fotodioda menggunakan rangkaian pembagi tegangan dengan nilai R nya sebesar 15 kOhm. Pengukuran tegangan keluaran dari sensor fotodioda diperoleh dengan memvariasikan jarak sampai 20 cm menggunakan arduino yang sudah diprogram untuk mengukur tegangan. Dari hasil ini nampak bahwa sensor fotodioda yang digunakan bisa merespon cahaya lampu UV.

Program Arduino yang digunakan untuk mengukur keluaran tegangan sensor fotodioda

```
void setup()
Serial.begin(9600);
}
void loop()
int sensorValue = analogRead(A0);
```

```
float v = sensorValue * (5.0 / 1023.0); //v output
Serial.println(v);
delay(1000); //sedetik sekali
}
```



Gambar 10. Karakteristik Sensor Fotodioda

Data pengukuran Vout Sensor Fotodioda dengan Arduino

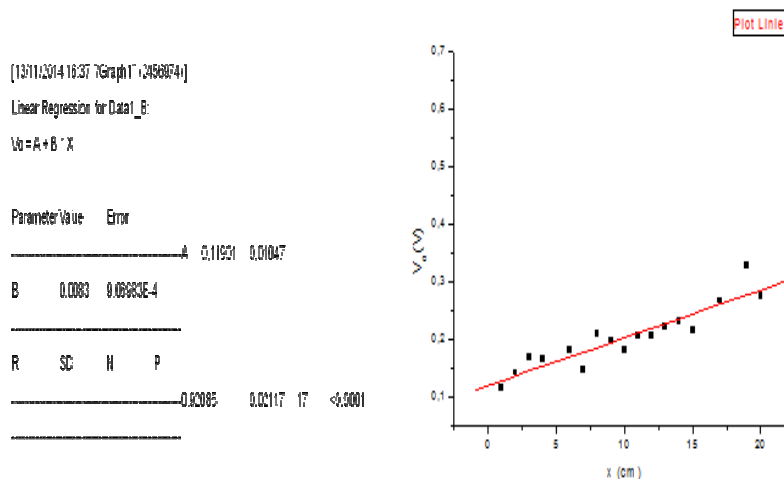
Berikut ini adalah hasil pengukuran tegangan keluaran dari sensor fotodioda dengan memvariasikan jarak sampai 20 cm. Sumber cahaya adalah lampu UV. Dari data di atas di plot linier sehingga menghasilkan grafik seperti pada Gambar 11.

Simpulan

Dari penelitian ini dapat dihasilkan boks UV sebagai media sterilisasi dengan menggunakan sensor fotodioda dan komparator sebagai pembanding antara tegangan acuan yang diperoleh dari settingan potensiometer dengan tegangan keluaran dari sensor fotodioda yang dimasukkan pada input non inverting. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh tegangan catu daya sebesar 4,86 volt, tegangan acuan sebesar 3,76 volt, tegangan keluaran komparator ketika *low* sebesar 0,12 volt, tegangan keluaran komparator ketika *high* sebesar 3,0 volt.

Tabel 1. Karakteristik Sensor Fotodiode

jarak(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf	vf
0,07	0,09	0,14	0,11	0,42	0,14	0,18	0,21	0,1	0,09	0,12	0,12	0,14	0,12	0,1	0,13	1,07	0,29	1,11	0,11	
0,08	0,08	0,14	0,11	0,82	0,12	0,52	0,78	0,14	0,32	0,09	0,1	0,86	0,4	0,13	0,11	0,21	0,15	0,76	0,14	
0,06	0,09	0,13	0,08	0,66	0,13	0,54	0,22	0,27	0,1	0,1	0,1	0,12	0,13	0,48	0,1	0,14	0,12	0,14	0,16	
0,07	0,1	0,13	0,09	0,49	0,13	0,14	0,15	0,14	0,13	0,14	0,13	0,1	0,1	0,14	0,11	0,11	0,1	0,12	0,24	
0,08	0,1	0,13	0,1	0,7	0,13	0,13	0,13	0,12	0,14	0,25	0,19	0,13	0,14	0,1	0,12	0,11	0,11	0,1	0,96	
0,08	0,11	0,12	0,12	0,43	0,15	0,12	0,12	0,09	0,09	0,15	0,38	0,61	0,87	0,13	0,13	0,15	0,14	0,11	0,16	
0,1	0,12	0,12	0,14	0,69	0,1	0,11	0,1	0,12	0,25	0,12	0,12	0,13	0,13	0,23	0,14	0,99	0,98	0,12	0,12	
0,11	0,13	0,12	0,18	0,63	0,76	0,11	0,09	0,19	0,1	0,09	0,1	0,09	0,09	0,15	0,14	0,16	0,32	0,14	0,11	
0,12	0,14	0,12	0,75	0,59	0,1	0,1	0,1	0,14	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,1	0,15	0,12	0,16	0,17	0,1	
0,16	0,19	0,12	0,14	1	0,18	0,1	0,12	0,1	0,14	0,18	0,72	0,43	0,23	0,11	0,15	0,1	0,13	0,31	0,13	
0,51	0,56	0,17	0,17	0,61	0,11	0,09	0,13	0,11	0,1	0,45	0,13	0,17	0,15	0,14	0,15	0,13	0,11	1,09	0,15	
0,15	0,29	0,13	0,1	0,65	0,13	0,09	0,41	0,16	0,81	0,12	0,09	0,09	0,11	0,54	0,16	0,82	0,1	0,59	0,43	
0,12	0,13	0,14	0,09	0,61	0,15	0,09	0,34	0,14	0,09	0,09	0,13	0,13	0,11	0,14	0,16	0,21	0,11	0,11	0,7	
0,1	0,12	0,15	0,09	0,56	0,1	0,09	0,15	0,1	0,16	0,17	0,76	0,38	0,14	0,11	0,16	0,14	0,13	0,12	0,13	
0,08	0,1	0,16	0,1	0,59	0,57	0,09	0,13	0,11	0,12	0,17	0,11	0,13	0,5	0,1	0,17	0,1	0,15	0,1	0,1	
0,08	0,1	0,16	0,12	0,56	0,1	0,09	0,1	0,24	0,13	0,69	0,1	0,1	0,14	0,12	0,18	0,11	0,63	0,11	0,11	
0,07	0,08	0,21	0,15	0,58	0,15	0,09	0,09	0,13	0,14	0,12	0,15	0,12	0,1	0,14	0,19	0,32	0,99	0,12	0,15	
0,07	0,08	0,62	0,58	0,56	0,14	0,1	0,1	0,08	0,1	0,09	0,18	0,18	0,12	0,21	0,22	0,45	1,01	0,14	0,24	
0,08	0,08	0,32	0,15	0,8	0,12	0,1	0,12	0,13	0,67	0,11	0,1	0,19	0,17	0,86	0,31	0,15	1,03	0,16	0,83	
0,1	0,08	0,15	0,11	0,5	0,66	0,11	0,14	0,81	0,09	0,16	0,13	0,11	0,41	0,14	0,48	0,12	0,8	0,31	0,13	
0,11	0,08	0,14	0,09	0,99	0,09	0,12	0,16	0,11	0,15	0,76	0,51	0,11	0,1	0,12	0,71	0,1	0,63	1,05	0,11	
0,12	0,08	0,12	0,08	0,53	0,16	0,12	0,58	0,09	0,13	0,12	0,12	0,14	0,11	0,1	0,93	0,13	0,52	0,53	0,13	
0,14	0,08	0,1	0,1	0,63	0,12	0,13	0,76	0,13	0,12	0,09	0,1	0,86	0,15	0,1	0,99	0,52	0,56	0,14	0,16	
0,32	0,07	0,1	0,13	0,55	0,12	0,13	0,39	0,77	0,54	0,11	0,15	0,13	0,66	0,13	0,93	0,48	0,66	0,12	0,99	
0,7	0,08	0,1	0,19	0,6	0,16	0,13	0,27	0,11	0,09	0,14	0,15	0,09	0,11	0,15	0,96	0,16	0,87	0,1	0,14	
0,13	0,1	0,11	0,29	0,55	0,1	0,13	0,17	0,08	0,17	0,71	0,1	0,12	0,11	0,31	0,99	0,12	0,99	0,1	0,1	
0,1	0,1	0,12	0,55	0,33	0,13	0,16	0,11	0,12	0,11	0,12	0,19	0,19	0,19	0,19	0,98	0,1	0,97	0,11	0,13	
0,08	0,12	0,13	0,1	0,56	0,1	0,14	0,15	0,15	0,17	0,1	0,49	0,15	0,14	0,13	0,97	0,11	1,06	0,13	0,18	
0,08	0,14	0,15	0,08	0,53	0,15	0,14	0,14	0,65	0,15	0,1	0,13	0,1	0,1	0,1	0,95	0,14	0,97	0,14	0,96	
0,08	0,38	0,17	0,11	0,81	0,12	0,14	0,14	0,12	0,09	0,12	0,1	0,11	0,14	0,1	0,98	1,09	0,7	0,17	0,13	
0,07	0,43	0,27	0,14	0,5	0,12	0,15	0,13	0,1	0,28	0,16	0,14	0,18	0,73	0,13	0,97	0,19	0,2	0,26	0,1	
0,07	0,16	0,53	0,56	0,94	0,15	0,13	0,09	0,1	0,87	0,71	0,14	0,1	0,15	0,9	0,14	0,14	0,91	0,15	0,15	
0,07	0,13	0,16	0,1	0,52	0,1	0,16	0,13	0,12	0,13	0,14	0,11	0,09	0,13	0,25	0,97	0,11	0,14	1,11	0,89	
0,07	0,12	0,13	0,09	0,83	0,22	0,18	0,13	0,14	0,14	0,1	0,11	0,13	0,86	0,83	0,75	0,1	0,13	0,46	0,13	
0,07	0,11	0,12	0,53	0,11	0,2	0,13	0,71	0,09	0,09	0,16	0,86	0,11	0,14	0,53	0,13	0,11	0,15	0,1	0,1	
jumlah	4	4,95	5,88	5,72	22,07	6,32	5,14	7,25	6,9	6,32	7,23	7,17	7,69	8,02	7,5	16,97	9,33	16,21	11,44	9,6
Vrerata (V)	0,114286	0,141420	0,168	0,163429	0,630571	0,180571	0,146857	0,207143	0,197143	0,180571	0,206571	0,204857	0,219714	0,229143	0,214286	0,484857	0,266571	0,463143	0,326857	0,274286



Gambar 11. Karakteristik sensor fotodiode dengan plot linier origin

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dekan FMIPA UNY yang telah memberikan izin penelitian bagi penulis. Dosen-dosen di lingkungan FMIPA UNY, atas segala masukan sehingga penelitian ini berjalan dengan

baik. Semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

Pustaka

- [1]. Simanjuntak, Hendri S.V. (2001) *Dasar-dasar Mikroprosesor*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [2]. Arisanti (2004) *Efektifitas Sterilisasi Menggunakan Sinar Ultraviolet (UV) Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara di Ruang Operasi IBS RSUD Tugurejo Semarang*, Laporan Penelitian
- [3]. Jones, E.R dan Chiulders, R.L. (1994) *Contemporary Collage Physics*, Second Edition. New York: Addison Wesley Longman.
- [4]. Malvino, Albert Paul (2004) *Prinsip-prinsip Elektronika*, Salemba Teknik, Jakarta.
- [5]. Bishop, Owen, (2004) *Dasar-dasar Elektronika*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [6]. Hughes, Frederick W. (1990) *Panduan OP-AMP*, Elex Media Komputindo, Jakarta