

# KENDALI NIRKABEL LAMPU SOROT PANGGUNG MENGGUNAKAN METODE PERHITUNGAN GEOMETRIK

## STAGE FOLLOWSPOT WIRELESS CONTROL USING GEOMETRIC CALCULATION METHOD

Muhammad Yaser Noveramadya

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
[yasernoveramadya@gmail.com](mailto:yasernoveramadya@gmail.com)

---

### Abstrak

Pengendalian cahaya adalah salah satu aspek yang penting dalam pertunjukan seni. Pencahayaan diatur dengan tujuan untuk mensimulasikan atmosfer yang ingin ditunjukkan pada sebuah pertunjukan menggunakan ilmu teknologi. Penggunaan lampu sorot pada panggung seni berguna untuk memfokuskan penglihatan penonton pada objek yang sedang menjadi pusat perhatian. Lampu sorot konvensional memerlukan satu operator untuk setiap lampu sorot. Hal ini menyebabkan diperlukannya banyak operator untuk mengoperasikan banyak lampu sorot yang berdampak kepada biaya yang dibutuhkan untuk membayar operator.

Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem kendali lampu sorot yang diperuntukkan untuk panggung seni. Pengendalian lampu sorot dengan sistem ini dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan koneksi nirkabel dan hanya memerlukan satu operator untuk mengoperasikan banyak lampu sorot. Sehingga mengurangi jumlah operator yang dibutuhkan untuk mengoperasikan lampu sorot pada sebuah pertunjukan. Operator dapat mengendalikan sistem ini melalui aplikasi web yang terhubung dengan sistem mikrokontroler Arduino melalui koneksi WiFi.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem yang dapat menggantikan sistem lampu sorot konvensional yang memerlukan banyak operator. Pada penelitian ini sistem dibuat dengan model berukuran 60cm x 40 cm x 40cm maka dari itu diharapkan penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk membuat sistem dengan skala penuh agar dapat langsung diaplikasikan pada panggung yang sebenarnya.

**Kata Kunci :** *stage lighting, control, Arduino Yun, servo, WiFi*

---

### Abstract

Light control is one of important aspect in art shows. Lights are being controlled to simulate the atmosphere of the show using science and technology. Usage of follow spot on art stage is to focus the sight of audiences on object that being the center of attention of the show. Conventional follow spot needs one operator for each light that causes the need for more operator to operate more than one light, causing the high cost needed to pay the manpower.

A follow spot control system is built in this research. The control of follow spot in this system will be done from distance using wireless connection and it only takes one operator to control two spotlight, hence reducing the amount of operator needed to operate follow spot. Operator controls this system through a web application that connects to a microcontroller system Arduino through WiFi connection.

The result of this research is a system that can replace the conventional follow spot system that needs a lot of operator. On this research, a prototype sized 60cm x 40cm x 40cm is made to models the system. Further research on full scale stage is needed to apply this system to a real stage.

**Keywords :** *stage lighting, control, Arduino Yun, servo, WiFi*

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Pengendalian cahaya adalah salah satu aspek yang penting dalam pertunjukan seni. Pencahayaan dibuat sedemikian rupa dengan tujuan untuk mensimulasikan atmosfer yang ingin ditunjukkan pada sebuah pertunjukan menggunakan ilmu teknologi. Hasil dari riset terdahulu dan menggunakan teknologi canggih dapat diadopsikan untuk keperluan masa kini, dengan tujuan membuat perangkat sistem kendali pencahayaan lebih pintar dan lebih mudah dioperasikan.[1]

Penggunaan lampu sorot adalah sesuatu yang sering ditemukan pada panggung seni. Hal tersebut bertujuan untuk mengarahkan cahaya kepada objek yang sedang menjadi pusat perhatian pertunjukkan. Sistem lampu sorot konvensional yang umum digunakan pada panggung memerlukan satu operator untuk setiap lampu sorot. Hal tersebut mengakibatkan diperlukannya banyak operator untuk penggunaan lampu sorot yang banyak.

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem kendali nirkabel untuk pencahayaan lampu sorot panggung dengan menggunakan motor servo sebagai penggerak lampu sorot. Dengan menggunakan sistem mikrokontroler Arduino Yun yang berperan sebagai kontroler pada sistem, sistem menerima input dari aplikasi web yang dioperasikan operator dengan komunikasi WiFi.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari pembuatan penelitian ini adalah membuat sistem yang dapat mengendalikan dua lampu sorot melalui aplikasi web dengan komunikasi WiFi yang dioperasikan oleh satu operator.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Pencahayaan Panggung

Pencahayaan panggung adalah kreasi dari cahaya yang diaplikasikan pada produk seni teater, tari, opera atau persembahan seni lainnya. Pengendalian cahaya bertujuan untuk mensimulasikan atmosfer pada panggung menggunakan ilmu teknologi.[1]. Beberapa jenis instrumen pencahayaan digunakan pada pencahayaan panggung. Untuk menambahkan pencahayaan dasar, pencahayaan panggung modern juga menggunakan efek khusus seperti laser dan mesin asap. Orang yang mengoperasikan pencahayaan panggung biasa disebut *lighting technician*.

### 2.2 Lampu Sorot

Sebuah lampu sorot, biasa juga disebut dengan followspot, adalah sebuah instrument pencahayaan panggung yang memproyeksikan sebuah sorotan cahaya yang terang kepada sebuah ruang pertunjukan. Lampu sorot dioperasikan oleh seorang operator followspot yang mengikuti pergerakan objek pada panggung. Lampu sorot paling sering digunakan pada konser, musical, dan presentasi skala besar yang menonjolkan sebuah objek yang spesifik, bergerak, dan individual

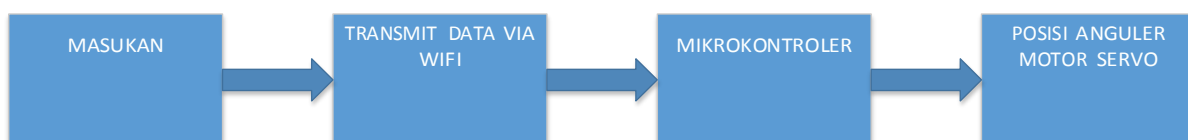
### 2.3 Geometri Analitis

Pada ilmu matematik klasik, geometri analitis, atau sering juga disebut geometri koordinat atau geometri kartesian, adalah studi dari geometri menggunakan sistem koordinat.

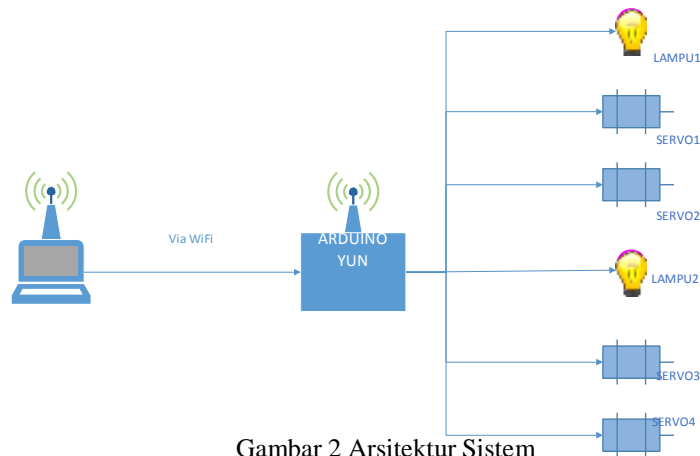
Geometri analitis digunakan secara luas pada fisika dan teknik rekayasa, dan menjadi fondasi dari kebanyakan bidang modern dari geometri, termasuk aljabar, diferensial, diskrit, dan geometri komputasi. Biasanya sistem koordinat kartesian digunakan untuk memanipulasi persamaan untuk bidang, garis, ataupun persegi, 2 dimensi maupun 3 dimensi.

## 3. Perancangan

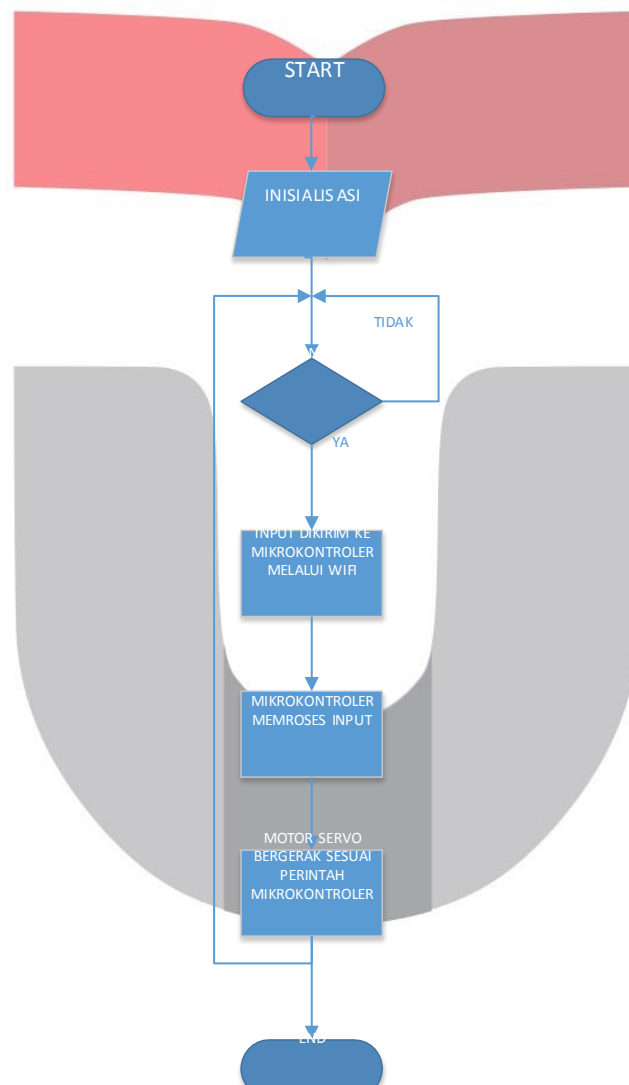
Sistem yang dibangun pada penelitian ini adalah sistem kendali lampu sorot untuk keperluan panggung pertunjukkan Dengan memanfaatkan motor servo HS-311 sebagai penggerak lampu sorot, diharapkan sistem mampu menggerakkan lampu sorot dengan input yang diberikan. Input dari sistem diberikan oleh operator melalui aplikasi web yang telah dirancang khusus untuk mengendalikan sistem. Komunikasi WiFi digunakan antara aplikasi web dan mikrokontroler Arduino Yun untuk menghubungkan kedua perangkat agar input yang diberikan sampai ke mikrokontroler secara nirkabel.



Gambar 1 Diagram Blok



Gambar 2 Arsitektur Sistem



Gambar 3 Flowchart Sistem

### 3.1 Rangkaian Mekanik

Desain sistem lampu sorot berupa dua buah lampu LED yang masing-masing digerakkan oleh dua buah motor servo yang akan mengarahkan lampu tersebut kepada titik pada panggung dimana objek berada. Setiap lampu sorot digerakkan oleh dua servo yang mengatur pergerakan horizontal dan vertical. Lampu sorot diletakkan pada rigging panggung.

### 3.2 Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik yang telah direalisasikan terdiri dari dua buah papan PCB, yaitu sebuah PCB Arduino Yun dan sebuah PCB *Shield* Arduino. *Shield* berfungsi sebagai distributor daya untuk motor servo HS-311 dari DC power supply 12V 3A. Pada *shield* terdapat dua buah voltage regulator LM7805 yang berfungsi untuk merubah tegangan 12V power supply menjadi 5V regulated dan transistor BD139 yang berfungsi sebagai switch untuk mengaktifkan atau menonaktifkan lampu sorot.

### 3.3 Perhitungan Geometri

Posisi angular motor servo didapat dengan cara melakukan perhitungan geometri dasar yang menggunakan teorema Pythagoras. Perhitungan ini dilakukan dua kali untuk servo horizontal dan servo vertical. Persamaan yang digunakan untuk menghitung sudut servo horizontal adalah :

$$\sin(\theta) = \frac{y}{r} \quad (1)$$

Sedangkan persamaan yang digunakan untuk menghitung sudut servo vertical adalah :

$$\cos(\theta) = \frac{z}{r} \quad (2)$$

Dimana x, y, dan z secara berturut-turut adalah panjang, lebar, dan tinggi dari panggung yang digunakan.

## 4. Pengujian dan Analisis Sistem

### 4.1 Servo HS-311

Motor Servo HiTec HS-311 memiliki spesifikasi pabrik kecepatan angular sebesar 60°/190ms tanpa beban pada tegangan 4.8V. Pada pengujian ini, diukur berapa waktu yang dibutuhkan servo untuk berputar sejauh 60° dan membandingkan dengan spesifikasi pabrik.

Tabel 1 Pengujian Kecepatan Servo

SERVO 1		SERVO 2		SERVO 3		SERVO 4	
No.	Waktu (ms)	No.	Waktu (ms)	No.	Waktu (ms)	No.	Waktu (ms)
1	260	1	180	1	180	1	180
2	180	2	180	2	170	2	140
3	270	3	220	3	230	3	130
4	190	4	170	4	260	4	270
5	290	5	220	5	260	5	220
6	220	6	240	6	220	6	180
7	190	7	260	7	190	7	180
8	260	8	220	8	220	8	260
9	140	9	140	9	260	9	220
10	210	10	230	10	280	10	270
AVG	221	AVG	206	AVG	227	AVG	205

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa terjadi perbedaan kecepatan servo antara spesifikasi pabrik dengan hasil pengujian. Kecepatan angular hasil pengujian adalah 60°/214.75ms (45.56rpm) sedangkan spesifikasi pabrik menyatakan bahwa kecepatan angular servo adalah 60°/190ms (52.63 rpm). Perbedaan yang terjadi adalah sebesar 24.75ms (rata-rata) untuk setiap pergerakan 60°. Hal itu dapat disebabkan oleh kondisi pengujian, beban yang dibawa oleh servo, dan/atau kesalahan dalam pengukuran waktu.

### 4.2 Perhitungan Geometrik

Perhitungan geometrik digunakan untuk mengetahui posisi angular setiap servo agar sorotan cahaya mengenai objek pada panggung. Pada proses perancangan telah dirumuskan persamaan 1 dan 2 untuk menghitung posisi angular yang diperoleh dari titik-titik koordinat pada panggung yang telah disegmentasikan. Pada pengujian ini, dipetakan hasil perhitungan geometrik pada sebuah tabel untuk masing-masing servo.

Tabel 2(a) Pengujian Perhitungan Geometrik Servo 1

8	9	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3
0	3	6	9	3	8	3	9	5	2	9	6	
7	9	8	7	6	6	5	4	4	4	3	3	3
0	2	4	7	0	4	9	5	1	8	5	2	
6	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	3	2
0	1	2	3	6	0	5	1	7	4	1	9	
5	9	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	2
0	9	8	9	1	5	0	6	2	9	7	4	
4	9	7	6	5	4	3	3	3	2	2	2	2
0	6	3	3	5	9	4	0	7	4	2	0	
3	9	7	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1
0	2	6	5	7	1	7	3	1	8	7	5	
2	9	6	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1
0	3	5	4	7	2	8	6	4	3	1	0	
1	9	4	2	1	1	1	1	9	7	7	6	5
0	5	7	8	4	1	9	7	7	6	6	5	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1

Tabel 2(b) Pengujian Perhitungan Geometrik Servo 2

8	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
9	9	0	1	2	3	5	7	8	0	1	3	
7	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
5	5	6	7	9	1	3	5	7	8	0	2	
6	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6
1	1	2	4	6	8	0	3	5	7	9	1	
5	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6
6	6	6	8	0	2	5	8	1	3	6	8	0
4	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5
0	0	3	6	9	2	6	9	2	5	5	7	9
3	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5
3	3	4	7	1	6	0	4	7	1	4	6	8
2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	5
6	8	2	7	3	8	2	6	0	3	6	8	
1	8	1	1	2	3	3	4	4	4	5	5	5
8	1	8	4	0	6	1	5	9	2	5	8	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1

Tabel 2(c) Pengujian Perhitungan Geometrik Servo 3

8	5	5	5	4	4	4	3	3	2	1	1	3
7	4	1	8	4	4	0	5	0	4	7	0	
6	5	5	5	4	4	3	3	2	1	1	1	3
1	8	5	2	8	4	9	3	6	9	1		
6	6	5	5	5	4	4	3	3	2	1		
4	2	9	6	2	8	3	7	0	1	2	3	
5	6	6	6	6	5	5	4	4	3	2	1	
9	6	4	1	7	3	8	2	4	5	4	3	
4	7	7	6	6	5	5	4	4	3	1		
3	1	9	6	3	9	4	8	0	0	7	3	
3	7	7	7	7	7	6	6	5	4	3	2	
8	6	5	2	0	6	2	6	8	7	1	3	
2	8	8	8	7	7	7	7	6	5	4	3	
3	2	0	9	7	5	1	6	9	8	0	3	
1	8	8	8	8	8	8	8	7	7	6	4	
8	7	7	6	5	4	2	9	5	6	8	3	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1

Tabel 2(d) Pengujian Perhitungan Geometrik Servo 4

8	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
7	9	0	2	3	3	3	5	7	8	9	0	1
2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
8	0	2	3	5	7	9	1	3	4	5	5	
6	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
9	1	3	5	7	0	2	4	6	8	9	9	
5	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5
0	2	4	7	9	2	5	8	0	2	4	4	
4	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6
1	3	5	8	1	4	8	1	4	7	0	0	
3	3	3	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6
2	4	6	9	3	6	0	4	9	3	6	7	
3	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7
2	2	4	7	0	4	8	2	7	3	8	2	4
1	3	3	3	4	4	4	5	6	6	7	7	8
2	5	8	1	5	9	4	0	6	2	9	2	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1

Pengujian terhadap perhitungan geometrik yang telah dilakukan menunjukkan bahwa persamaan yang telah dirancang dapat digunakan pada system ini. Hal ini terlihat dari posisi anguler yang dihasilkan dari program tersebut menggerakkan servo kearah yang benar, yaitu dimana objek berada.

4.3 Pengujian Koneksi WiFi

Koneksi WIFI digunakan untuk mengirim data dari aplikasi web ke mikrokontroler Arduino Yun. Data yang dikirim adalah berupa koordinat dari titik-titik pada panggung yang akan direalisasikan dalam bentuk gerak servo setelah melalui proses pada mikrokontroler. Pada pengujian ini, diukur berapa waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data, menunggu, dan mendapatkan status bahwa data telah tersampaikan dari penerima.

Tabel 3 Pengujian Delay WiFi

NO.	TIME	CONNEC T	SEND	WAIT	RECEIV E
1	194.363	2.19	0.124	189.201	2.177
2	215.011	1.22	0.1179	210.964	2.152
3	201.501	1.21	0.116	197.722	1.90199
4	240.819	2.07	0.1419	236.127	1.962

5	208.091	1.19	0.117	203.91	2.39399
6	325.128	2.26	0.1569	320.301	1.909
7	327.99	1.76	0.1259	323.54	1.92999
8	276.81	4.33	0.1409	269.768	1.992
9	292.32	1.22	0.119	288.599	1.843

10	217.91 1	3.89	0.123 9	210.9 68	2.343	37	253.20 3	32.4	0.097 9	218.7 01	1.191
11	243.26 4	3.77	0.092	236.6 31	2.277	38	279.27	11.8	0.129 9	264.7 72	1.9679 9
12	269.85	40.9	0.109	226.5 51	1.772	39	258.49 9	11.6	0.086	244.3 45	1.814
13	227.50 2	4.1	0.121 9	220.3 41	2.4109 9	40	253.39 3	24	0.088	227.4 68	1.1689 9
14	331.87 8	4.8	0.127 9	324.4 04	1.87	41	237.24 9	23.2	0.115	210.7 37	2.5759 9
15	547.65	141	0.211 9	403.9 23	1.778	42	192.06 1	1.23	0.121 9	188.1 87	1.944



Pengujian terhadap koneksi WIFI antara aplikasi web dengan Arduino Yun yang telah dilakukan menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pengiriman satu paket data adalah 358ms, dengan komponen waktu terlama yang diperlukan adalah untuk menunggu respon dari mikrokontroler yang memerlukan waktu rata-rata 290ms untuk satu kali pengiriman paket data.

#### 4.4 Pengujian Kinerja Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan secara visual, dengan meletakkan objek pada panggung dan mengarahkan lampu sorot ke arah objek berada. Panggung yang digunakan pada pengujian ini sebelumnya telah dibuat menjadi kotak-kotak segmen yang berukuran 5cm x 5cm (1m x 1m pada skala penuh).

Hasil pengujian ini dibagi kepada tiga kategori, yaitu tersorot dengan baik, tidak tersorot dengan baik, dan tidak tersorot sama sekali. Pada gambar 4.4 ketiga kategori tersebut ditandai dengan tiga buah warna. Warna hijau untuk tersorot dengan baik, kuning untuk tidak tersorot dengan baik, dan merah untuk tidak tersorot sama sekali.

Tabel 4 Pengujian Ketepatan Secara Visual


Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki ketepatan yang cukup baik dengan 86 titik koordinat dapat disorot dengan baik, 10 titik koordinat disorot dengan tidak baik, dan 0 titik koordinat pada panggung yang tidak dapat disorot.

## 5. Kesimpulan

Hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan dan implementasi sistem kendali nirkabel lampu sorot panggung menggunakan metode perhitungan geometrik menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Motor servo HS-311 yang digunakan pada penelitian ini memiliki kecepatan anguler  $60^\circ/214.75\text{ms}$  ( $45.56\text{rpm}$ ), berbeda  $24,75\text{ms}$  ( $7.07\text{rpm}$ ) dari spesifikasi yang dinyatakan pabrik yaitu  $60^\circ/190\text{ms}$  ( $52.63\text{rpm}$ ). Hal itu dapat disebabkan oleh kondisi pengujian, beban yang dibawa oleh servo, dan/atau kesalahan dalam pengukuran waktu.
2. Koneksi WIFI antara aplikasi web dengan Arduino Yun yang telah dibangun menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pengiriman satu paket data adalah  $358\text{ms}$ , dengan komponen waktu terlama yang diperlukan adalah untuk menunggu respon dari mikrokontroler yang memerlukan waktu rata-rata  $290\text{ms}$  untuk satu kali pengiriman paket data.
3. Rata-rata kecepatan respon dari sistem secara keseluruhan untuk melakukan satu perpindahan dari satu titik koordinat ke titik koordinat yang lain adalah  $1.134\text{detik}$ .
4. Sistem memiliki ketepatan yang cukup baik dengan 86 titik (dari jumlah 96 titik) koordinat dapat disorot dengan baik, namun terdapat 10 titik koordinat yang tidak tersorot dengan baik, hal tersebut dapat diperbaiki dengan mengatur kembali peletakkan lampu sorot pada sistem.

## Daftar Pustaka :

- [1] Wei Jiang ,Yujian Jiang, Hui Ren.2010. *Analisis and Prospect of Control Sistem for Stage Lighting*. Beijing. Communication University of China.
- [2] Dwi Hantoro, G. 2009. *WiFi (Wireless LAN)*.Bandung.Informatika Bandung.
- [3] Hui Ren,Kai Zhou, Zhen Li,Hui qin Wang. 2011. *Research and realization of new stage lighting control sistem*. Beijing. Communication University of China.
- [4] Kok-Hua Teng, Zi-Yi Lam, Sew-Kin Wong. 2013. *Dimmable WiFi-Connected LED Driver with Android Based Remote Control* .Selangor. Multimedia University
- [5] Daniel J. Cox. 2004. *A Geometric Control Algebra for Cooperative Manipulation*. Florida. University of North Florida