

RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN DAN MONITORING LAMPU PJU PADA TAMAN KOTA MENGGUNAKAN ANDROID

Kukuh Ariwibowo *)
Muhammad Wildan Wicaksono **)

Rachmad Setiawan, S.T., M.T
Agus Suhanto, S.Pd

Program Studi D3 Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukolilo - Surabaya 60111, Indonesia

*) Email : kkh.takuru@gmail.com

***) Email : edelweisluluh95@gmail.com

Abstrak

Lampu jalan atau dikenal juga sebagai Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah lampu yang digunakan untuk penerangan jalan di malam hari sehingga mempermudah pejalan kaki, pesepeda dan pengendara kendaraan dapat melihat dengan lebih jelas jalan/medan yang akan dilalui pada malam hari. Namun, satu kendalanya yaitu sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) tersebut masih menggunakan sistem pengendali konvensional yang tidak akan diketahui secara langsung apabila terjadi kerusakan baik lampu maupun jaringan kabelnya.

Maka perlu direalisasikan sebuah sistem Monitoring dan pengendali otomatis yang terpusat, sudah tidak menggunakan saklar lagi karena di sini kami menggunakan software (aplikasi) yang terinstal pada hardware yang berbasis Android. Melalui aplikasi ini kami dapat mengontrol objek (lampu taman kota).

Persentase keberhasilan untuk monitor dapat mencapai 85%. Sedangkan untuk sistem kendali persentase keberhasilan hanya mencapai 90%. Hal ini disebabkan karena koneksi yang kurang stabil dari modul Wi-Fi kami menuju perangkat android yang digunakan, sehingga pengiriman data antara perangkat android menuju sistem kendali dan sebaliknya menjadi terganggu.

Kata Kunci ESP8266, Mikrokontroler, PJU, Solid State Relay, Trafo Arus.

Abstract

The street lights are lamps used for street lighting at night making it easier for pedestrians, cyclists and motorists can see more clearly the road / terrain to be traversed at night. However, one obstacle that street lighting system is still using a conventional control system that will not be known directly in the event of damage to both lamp and cord tissue.

It is necessary to realize a monitoring system and automatic centralized control, is not using the switch again because we are using the software (app) installed on Android-based hardware. Through this application we can control objects (lights city park).

The percentage of success for the monitor can reach 85%. As for the control system success percentage reached 90%. This is because our Wi-Fi modules have a connection less stable for android devices are used, so that the data transmission between an android device to the control system and otherwise becomes disturbed.

Keywords: Current transformer, ESP8266, Microcontroller, Solid State Relays, Street Lights.

1. Pendahuluan

Lampu jalan atau dikenal juga sebagai Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah lampu yang digunakan untuk penerangan jalan di malam hari sehingga mempermudah pejalan kaki, pesepeda dan pengendara kendaraan. Mereka dapat melihat dengan lebih jelas jalan/medan yang akan dilalui pada malam hari. Namun, kendalanya adalah sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) tersebut masih menggunakan sistem pengendali konvensional yang tidak akan diketahui secara langsung apabila terjadi kerusakan baik lampu maupun jaringan kabelnya.

Maka perlu direalisasikan sebuah sistem monitoring dan pengendali otomatis yang terpusat,

sudah tidak menggunakan sakelar lagi karena di sini kami menggunakan software (aplikasi) yang terinstal pada hardware yang berbasis Android. Melalui aplikasi ini kita dapat mengontrol status objek (lampu taman kota) ataupun juga bisa menjadi jembatan sebagai kontrol on/off nya. Dengan ini maka diharapkan sistem ini dapat meringankan kerja dari petugas yang biasanya harus mondar-mandir untuk menyalakan atau mematikan lampu tersebut menggunakan sakelar. Begitu pula jika ada kerusakan pada lampu atau jaringan kabelnya.

Perancangan alat terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

Perancangan perangkat keras (*hardware*) terdiri dari perancangan elektronik yang meliputi rangkaian-rangkaian yang akan digunakan seperti halnya rangkaian LDR, rangkaian pengondisi sinyal dari trafo arus sebagai sensor arus, rangkaian komparator, skematik I/O mikrokontroler dari ATmega16, rangkaian pengendali SSR (*Solid State Relay*), pengkoneksian *Wi-Fi router* untuk komunikasi serta perancangan maket untuk simulasi lampu taman.

Untuk perancangan perangkat lunak (*software*) meliputi pemrograman mikrokontroler ATmega16, perancangan pemrograman untuk *Wi-Fi router*, dan perancangan tampilan pada komputer maupun perangkat Android.

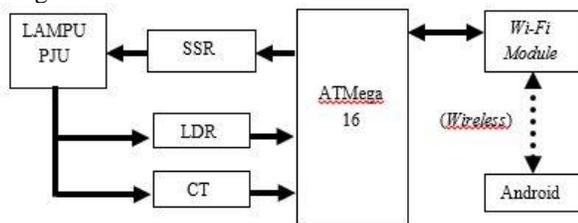
Pengujian dan analisa ini ditujukan untuk memastikan peralatan yang dibuat dapat berfungsi dengan baik sesuai yang telah direncanakan.

Pengujian sistem kontrol dan monitor lampu PJU ini meliputi pengujian instrumen LDR, pengujian instrumen trafo arus, pengujian pada komparator, pengujian data pada mikrokontroler, dan pengujian *Wi-Fi module* yang tersambung dengan mikrokontroler. Setelah melakukan beberapa pengujian alat, data yang diperoleh akan dianalisa untuk mengetahui proses kerja dari seluruh sistem alat yang dibuat.

2. Perancangan dan Pembuatan Alat

2.1 Blok Fungsional Sistem

Pada bab ini dibahas mengenai perancangan alat secara keseluruhan. Dijelaskan pula lebih terinci tiap-tiap bagian atau blok-blok penyusun alat ini berupa blok fungsional sistem.



Gambar 2.1 Blok Fungsional

Pada gambar 2.1 merupakan gambar dari blok fungsional untuk perancangan sistem kontrol dan monitor PJU taman kota. Diagram blok tersebut memiliki tahapan sebagai berikut :

1. Lampu PJU sebagai objek yang akan kami monitor. Pada lampu PJU, saat bekerja terdapat dua hal yang kami monitor yaitu cahaya tampak yang dipancarkan oleh lampu PJU dan arus yang mengalir pada saluran lampu PJU tersebut.

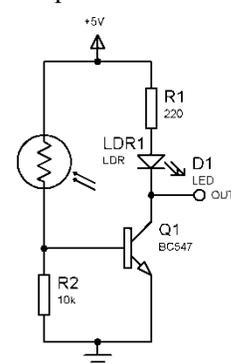
2. LDR adalah komponen yang kami gunakan untuk keperluan sensor cahaya tampak. Pada blok ini terdapat sebuah rangkaian yang bisa membedakan kondisi saat lampu menyala dan mati untuk selanjutnya dikirim data ke kontroler ATmega16.
3. CT adalah *Current Transformer* atau trafo arus yang kami gunakan sebagai sensor arus yang dapat membedakan saluran pada lampu tersebut terbebani atau tidak dan selanjutnya data dikirim ke kontroler ATmega16.
4. Selanjutnya kontroler ATmega16 akan menerima data, mengolah data dan mengirim data tersebut melalui *Wi-Fi module* menuju pengguna yang menggunakan Android.
5. Bila terdapat gangguan pada salah satu keadaan yang dimonitor, maka kontroler akan mengirim sinyal ke pengguna sebagai pemberitahuan bahwa ada yang salah dengan objek yang dimonitor.
6. SSR atau *Solid State Relay* digunakan untuk mengganti sakelar manual yang biasa digunakan pada taman kota sehingga bisa dikontrol oleh pengguna.

2.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras (*hardware*) pada Tugas Akhir ini terdiri dari perancangan elektronik yang meliputi rangkaian-rangkaian yang akan digunakan seperti halnya rangkaian LDR, rangkaian pengondisi sinyal dari trafo arus sebagai sensor arus, rangkaian komparator, skematik I/O mikrokontroler dari ATmega16, rangkaian pengendali SSR (*Solid State Relay*), pengkoneksian *Wi-Fi module* untuk komunikasi serta perancangan maket untuk simulasi lampu taman.

2.2.1 Rangkaian LDR

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan penggunaan LDR serta rangkaian yang mendukung kerja LDR sebagai sensor cahaya tampak untuk memonitor nyala lampu taman.



Gambar 2.2 Rangkaian Rangkaian LDR

Dalam gambar rangkaian di atas, menggunakan fungsi transistor sebagai sakelar dengan pemicunya adalah LDR. Seperti yang diketahui bahwa sifat LDR saat terkena cahaya terang maka resistansinya menurun,

dan sebaliknya saat cahaya semakin gelap maka resistansinya akan naik. Agar *transistor* aktif, diperlukan tegangan V_{be} yang lebih besar dari 0,6 yang diperoleh dari formula berikut.

$$V_{be} = \frac{R_2}{LDR + R_2} \times V_{cc}$$

Dalam keadaan terang, nilai resistansi LDR kecil hingga tegangan yang diperoleh R_2 akan mendekati sumber. Tegangan tersebut *parallel* dengan kaki basis dan emitor dari *transistor* sehingga kebutuhan V_{be} *transistor* terpenuhi dan *transistor* bekerja. Saat *transistor* bekerja maka kolektor dan emitor akan terhubung sehingga arus akan mengalir dan dapat menyalakan LED. Keadaan OUT pada saat ini adalah bernilai 0 atau mendekati 0 volt. Dikarenakan saat OUT yang terhubung langsung dengan kolektor terhubung dengan emitor, dan pada emitor tidak terdapat resistansi apapun sehingga OUT secara tidak langsung akan terhubung dengan sisi *ground*.

$$V_{be} = \frac{10k\Omega}{5\Omega + 10k\Omega} \times 5V$$

$$V_{be} = 4,9V$$

Dalam keadaan gelap, nilai resistansi LDR bernilai besar sehingga terjadi pembagian tegangan antara LDR dengan R_2 . Saat nilai resistansi LDR lebih besar dari R_2 maka tegangan yang diperoleh oleh LDR akan lebih besar dari pada R_2 . Tegangan pada R_2 akan mempengaruhi V_{be} pada *transistor*. Saat tegangan R_2 mengecil dan tidak memenuhi tegangan kerja V_{be} , maka hubungan kolektor dan emitor pada *transistor* akan terputus dan memutuskan arus yang mengalir pada LED sehingga LED akan padam. Keadaan OUT pada saat ini adalah bernilai 1 lebih besar dari 1 volt bahkan bisa mencapai 3,5 volt. Dikarenakan saat hubungan kolektor dan emitor terputus oleh *transistor*, maka hubungan OUT dengan *ground* juga putus, sehingga pada saat ini bila kita ukur V_{ce} (tegangan kolektor emitor) akan mendekati sumber. V_{ce} inilah yang akan menjadi tegangan OUT.

$$V_{be} = \frac{10k\Omega}{538k\Omega + 10k\Omega} \times 5V$$

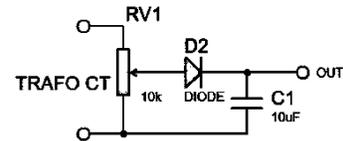
$$V_{be} = 0,09V$$

2.2.2 Rangkaian Trafo Arus

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan penggunaan Trafo Arus serta rangkaian yang mendukung kerja Trafo Arus sebagai sensor arus dan menunjukkan status terbebani atau tidak terbebani.

Dalam rangkaian ini, dipergunakan sebuah trafo arus sebagai sensor arus. Keluaran dari trafo arus ini adalah berupa arus bolak-balik (AC). Dalam teori kelistrikan, saat sebuah hambatan teraliri oleh arus,

maka hambatan tersebut akan memiliki tegangan sesuai arus yang mengalir. Bila arusnya bernilai tetap maka semakin besar hambatannya semakin besar pula tegangan yang muncul, begitu pula sebaliknya bila nilai hambatannya tetap maka semakin besar arus yang mengalir maka semakin besar pula tegangan yang muncul. Karena itulah kami beri sebuah variabel resistor agar nilai hambatannya bisa sesuai dengan arus yang keluar nantinya. Gambar 2.3 adalah rangkaian *peak-detector* yang kami buat.



Gambar 2.3 Rangkaian *Peak-Detector* Trafo Arus

Karena keluaran dari Trafo arus berupa arus bolak-balik maka tegangan dari V_r (variabel resistor) yang muncul adalah tegangan bolak-balik. Oleh karena itu kami beri rangkaian *Peak-Detector* setelah V_r tersebut. Gunanya adalah untuk mengetahui nilai puncak dari tegangan yang muncul pada variabel resistor agar dapat diolah dan berupa tegangan searah.

Dasar dari *Peak-detector* ini adalah sebuah penyearah setengah gelombang yang diwakili oleh sebuah dioda yang diberi filter sebuah kapasitor yang cukup untuk membantu mengurangi ripel yang terjadi pada saat proses penyearahan. Keadaan OUT pada rangkaian ini ada 2 keadaan yang pertama adalah keadaan terbebani dan keadaan tidak terbebani. Beban yang dimaksud adalah lampu PJU. Berikut adalah penjelasannya.

Perlu diketahui trafo arus yang kami dapat mempunyai perbandingan 1:2000. Jadi bila pada arus primer terdapat 5A, maka trafo tersebut akan menghasilkan 2,5mA pada sisi sekundernya.

$$I_{o\ CT} = \frac{I_{i\ CT}}{2000}$$

$$V_o = \frac{I_{o\ CT} \times VR}{2}$$

Dalam kondisi pertama yaitu keadaan terbebani, lampu PJU dalam kondisi menyala dan mendapat arus (beban lampu kami anggap 23 Watt). Trafo arus akan mendeteksi arus yang mengalir pada lampu dan mengirim sinyal keluaran berupa arus yang menandakan bahwa trafo arus tersebut telah mendeteksi adanya arus mengalir pada saluran itu. Arus keluaran trafo ini akan mengalir ke variabel *resistor* dan menimbulkan tegangan pada *resistor* ini. Tegangan keluaran dari *resistor* yang berupa tegangan bolak-balik akan disearahkan guna mendapatkan nilai puncak dari tegangan tersebut kemudian melewati proses filter oleh kapasitor agar hasilnya lebih baik. Keadaan OUT pada saat ini bernilai 1 atau lebih dari 1 volt.

$$I_{oCT} = \frac{\left(\frac{P_{lampu}}{V_{pln}}\right)}{2000}$$

$$I_{oCT} = \frac{\left(\frac{23}{220}\right)}{2000}$$

$$I_{oCT} = \frac{0,1045}{2000} A$$

$$I_{oCT} = 0.052 mA$$

$$V_o = \frac{0,052mA \times 100k}{2} = 2,61V$$

Kondisi selanjutnya yaitu keadaan tanpa beban. Dalam hal ini lampu PJU dalam kondisi padam sehingga tidak ada arus yang mengalir. Tidak terdeteksinya arus oleh Trafo arus mengakibatkan trafo arus tidak mengeluarkan sinyal yang sebelumnya berupa arus sehingga variabel *resistor* tidak teraliri apapun. Keadaan OUT pada saat ini bernilai 0 atau 0 volt.

$$I_{oCT} = \frac{\left(\frac{P_{lampu}}{V_{pln}}\right)}{2000}$$

$$I_{oCT} = \frac{\left(\frac{0}{220}\right)}{2000}$$

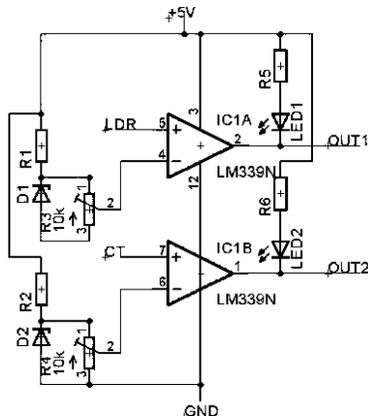
$$I_{oCT} = \frac{0}{2000} A$$

$$I_{oCT} = 0 A$$

$$V_o = \frac{0 \times 100k}{2} = 0V$$

2.2.3 Rangkaian Komparator

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan penggunaan rangkaian komparator sebagai rangkaian yang digunakan untuk menerima sinyal keluaran dari kedua sensor di atas sebelum masuk ke mikrokontroler ATmega16.



Gambar 2.4 Rangkaian Komparator dengan LM339

Dalam rangkaian yang ditunjukkan pas gambar 2.4, yang menjadi komponen utama ialah IC LM339

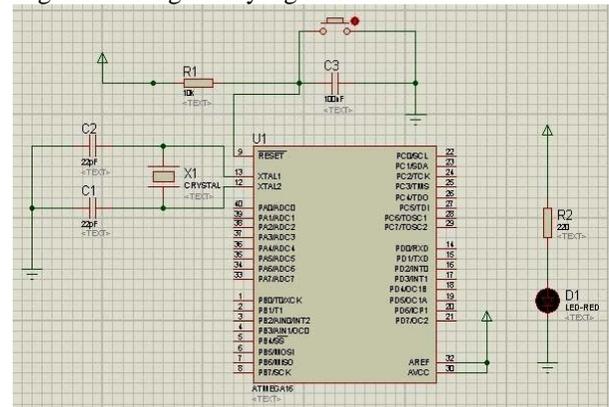
yang berisi empat gerbang komparator. IC ini bekerja dengan membandingkan tegangan *input* dari kaki *non-inverter* dan kaki *inverter*. Saat nilai tegangan dari kaki *non-inverting* lebih besar dari kaki *inverting* maka keluaran komparator adalah bernilai 1, dan sebaliknya bila nilai tegangan dari kaki *non-inverting* lebih kecil dari kaki *inverting* maka keluaran komparator adalah bernilai 0.

Pada kaki *non-inverting* (+) mendapat *input* tegangan dari masing-masing Rangkaian LDR dan Rangkaian trafo arus. Sebagai pembandingnya pada kaki *inverting* diberi tegangan dari rangkaian pembagi tegangan berupa resistor dan zener. Karena keluaran dari kedua rangkaian tidak sama, maka masing-masing juga memerlukan pembagi tegangan yang berbeda pula.

Pada pembagi tegangan keluarannya harus lebih rendah tetapi tidak 0 volt dari tegangan keluaran masing-masing Rangkaian. Misalnya bila keluaran dari Rangkaian LDR adalah 3 volt maka pembagi tegangan harus mengeluarkan 2 atau 2,5 volt. Dengan begitu komparator akan membandingkan 3 volt dan 2 volt tersebut dan memutuskan untuk mengeluarkan sinyal bernilai 1. Dan saat Rangkaian LDR mengeluarkan 1 volt dan pembagi tegangan tetap 2 volt, maka komparator akan membandingkan 1 volt dan 2 volt tersebut dan mengeluarkan keluaran bernilai 0.

2.2.4 Skematik Mikrokontroler ATmega16

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan skematik untuk pin I/O (*input* dan *output*) yang kami gunakan dalam mikrokontroler ATmega16 dan bagaimana rangkaian yang kami buat.



Gambar 2.5 Skematik Mikrokontroler ATmega16

Pada gambar 2.5 skematik mikrokontroler ATmega16 dapat diketahui rancangan koneksi dari *port-port* yang akan dipakai seperti halnya untuk Port A 0 – 5 digunakan untuk masuknya sinyal yang dikeluarkan oleh rangkaian trafo arus, kemudian Port B 0-5 digunakan untuk masuknya sinyal yang dikeluarkan oleh rangkaian LDR dan Port C 0 – 6 digunakan untuk mengontrol sebuah SSR guna mengendalikan penyalan lampu PJU yang kami gunakan. Untuk Port D 0 dan 1

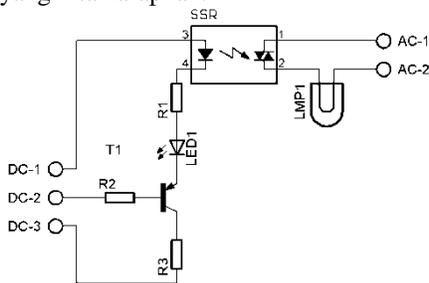
(atau RX dan TX) digunakan untuk komunikasi dengan *Wi-Fi router*. Berikut adalah rincian *port-port* yang digunakan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pin Mikrokontroler ATmega16 yang Digunakan

PIN	FUNGSI	
1	PB0	Rangkaian LDR Lampu 1
2	PB1	Rangkaian LDR Lampu 2
3	PB2	Rangkaian LDR Lampu 3
4	PB3	Rangkaian LDR Lampu 4
5	PB4	Rangkaian LDR Lampu 5
6	PB5	Rangkaian LDR Lampu 6
9	RESET	Tombol Reset
12	XTAL2	Ground
13	XTAL1	Ground
14	PD0	TX WiFi Module
15	PD1	RX WiFi Module
22	PC0	Pengendali SSR Lampu 1
23	PC1	Pengendali SSR Lampu 2
24	PC2	Pengendali SSR Lampu 3
25	PC3	Pengendali SSR Lampu 4
26	PC4	Pengendali SSR Lampu 5
27	PC5	Pengendali SSR Lampu 6
35	PA5	Rangkaian Trafo Arus Lampu 6
36	PA4	Rangkaian Trafo Arus Lampu 5
37	PA3	Rangkaian Trafo Arus Lampu 4
38	PA2	Rangkaian Trafo Arus Lampu 3
39	PA1	Rangkaian Trafo Arus Lampu 2
40	PA0	Rangkaian Trafo Arus Lampu 1

2.2.5 Rangkaian Pengendali SSR

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan rangkaian pengendali SSR agar kerja dari SSR sesuai yang kita harapkan.



Gambar 2.6 Rangkaian Pengendali SSR

Berikut adalah rincian dari pin pada gambar di atas.

Tabel 2.2 Pin Pengendali SSR

No.	Pin	Fungsi
1	DC-1	+5V DC
2	DC-2	Trigger dari Mikrokontroler
3	DC-3	GND
4	AC-1	Fasa 220 V AC
5	AC-2	Netral 220 V AC

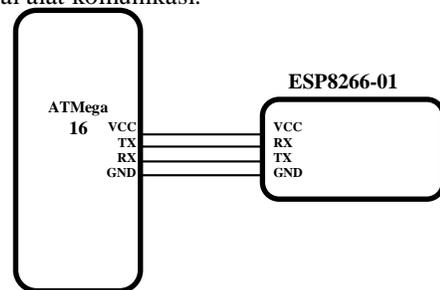
Dalam gambar 2.6 di atas, dengan memanfaatkan fungsi saklar elektronik menggunakan transistor PNP maka SSR akan aktif saat DC-2 diberi tegangan 0 volt. Berikut rincian kerja dari rangkaian di atas.

Saat pin DC-2 tidak dihubungkan atau diberi tegangan 5V, maka arus dari kaki emitor tidak bisa mengalir menuju basis karena tegangan di kaki emitor juga 5V dan bila tidak ada beda potensial (tegangan) maka arus tidak mengalir, sehingga SSR tidak aktif dan lampu padam.

Saat pin DC-2 diberi tegangan 0V atau bisa dikatakan diberi *ground*, maka arus dari kaki emitor akan mengalir menuju basis dan pada transistor akan terpenuhi tegangan V_{be} dengan demikian transistor dalam keadaan aktif dan emitor-pun terhubung dengan kaki kolektor, sehingga SSR menjadi aktif dan lampu akan menyala.

2.2.6 Pengoneksian Wi-Fi Module

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan pengoneksian dari *Wi-Fi module* dengan Mikrokontroler ATmega16 sehingga perangkat *Wi-Fi* bisa digunakan sebagai alat komunikasi.



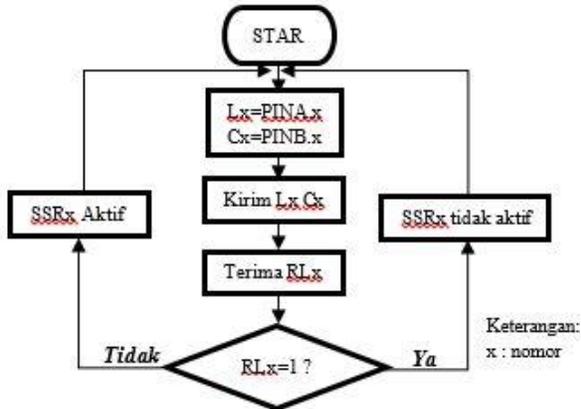
Gambar 2.7 Koneksi Mikrokontroler dan *Wi-Fi Module*

Dalam gambar 2.7 di atas, sama halnya dengan modul, *Wi-Fi Module* ESP8266 hanya perlu terhubung secara serial yakni dengan menyambungkan pin TX dan RX saja untuk bisa berkomunikasi dengan ATmega16 atau mikrokontroler lainnya. Efek dari mudahnya merangkai modul, maka untuk *software* dalam ESP8266 ini cukup rumit sehingga butuh banyak referensi dalam pemrogramannya.

2.3 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

2.3.1 Pemrograman ATmega16

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan pemrograman yang kami lakukan pada perangkat mikrokontroler ATmega16 sehingga bisa bekerja sebagai kontroler pada sistem kontrol dan monitor lampu taman kota yang kami lakukan. Untuk *flowchart* pemrograman yang kami lakukan bisa dilihat pada gambar 2.8.



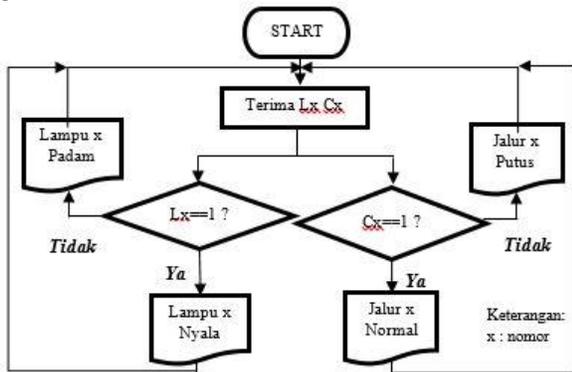
Gambar 2.8 Flowchart Diagram Pemrograman ATmega16

Sebenarnya pemrograman dari mikrokontroler yang kami buat cukup sederhana, hanya perlu menerima sinyal masukan dari Rangkaian sensor dan mengirimkannya melalui pin TX dan menerima perintah dari pin RX yang pin-pin tersebut terhubung menuju *Wi-Fi module*.

Keterangan:
x : nomor

2.3.2 Pemrograman Koneksi *Wi-Fi Module*

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan pemrograman pada koneksi *Wi-Fi module* yang kami pakai sehingga bisa digunakan sebagai alat komunikasi antara kontroler dan pengguna. Untuk *flowchart* pemrograman yang kami lakukan bisa dilihat pada gambar 2.9.

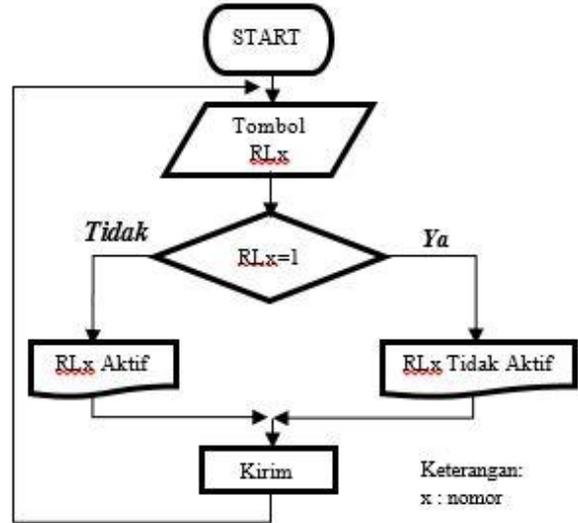


Gambar 2.9 Flowchart Pengambilan Data pada *Wi-Fi Module*

Pada *Wi-Fi module* ini pemrogramannya sedikit rumit, karena yang memerlukan kemampuan untuk mengetahui beberapa bahasa program seperti halnya bahasa *lua*, *html*, *php*, dan *javascript*. Berikut alur kerja dari program *Wi-Fi module*.

Yang kali pertama dilakukan adalah pengecekan hubungan antara *module* dengan mikrokontroler. Bila sudah terdeteksi maka program inti bisa dilakukan. Data dari mikrokontroler diterima dan ditampilkan pada halaman *web* untuk menunjukkan status dari masing-

masing sensor. Pada halaman *web* juga tersedia perintah untuk menyalakan dan mematikan lampu PJU, dengan mengirim sinyal data tertentu akan memicu mikrokontroler untuk menjalankan program untuk *driver SSR*. Dan berikut adalah *flowchart* untuk perintah *driver SSR*. Untuk *flowchart* pemrograman yang kami lakukan bisa dilihat pada gambar 2.10.



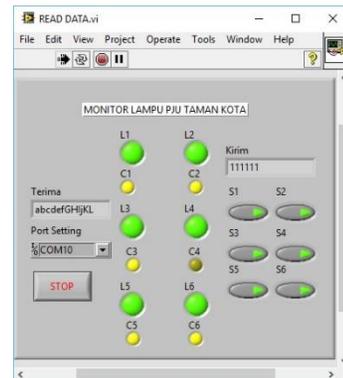
Gambar 2.10 Flowchart Perintah Pengendali SSR

2.3.3 Tampilan pada Komputer dan Android

Pada sub bab ini akan kami uraikan perancangan tampilan yang kami gunakan untuk pengujian pada komputer serta pada android.

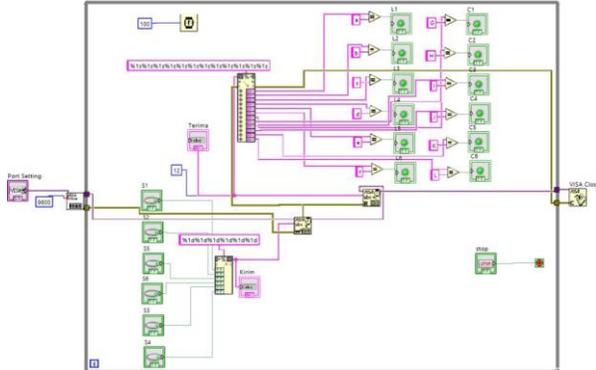
Rancangan tampilan ini terbagi menjadi dua proses, pertama dengan komputer dengan komunikasi saja tanpa *Wi-Fi module* untuk proses pengujian alat. Selanjutnya menggunakan halaman *web* yang kemudian dikonversikan menjadi aplikasi android.

Untuk pengujian pada komputer kami memakai program aplikasi *LabVIEW* sebagai media antarmuka alat kami. Dengan tampilan sederhana dan fungsi yang cukup *LabVIEW* kami jadikan sebagai aplikasi untuk menguji sistem dari rangkaian kami bekerja dengan baik atau tidak. Berikut adalah halaman antarmuka pada *LabVIEW*.



Gambar 2.11 Tampilan pada Komputer Menggunakan *LabVIEW*

Pada gambar 2.11 terdapat 6 indikator hijau sebagai indikator dari sensor cahaya dan 6 indikator kuning sebagai indikator dari sensor arus. Terdapat 6 buah tombol *on/off* sebagai pengendali SSR dan tombol *STOP* untuk menghentikan program. *Port Setting* digunakan untuk memilih *Port COM* pada PC sesuai dengan *COM serial* yang digunakan. Untuk blok diagram dari *LabVIEW* bisa dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.12 Blok Diagram *LabVIEW*

Berikutnya adalah tampilan pada aplikasi yang diakses menggunakan android.



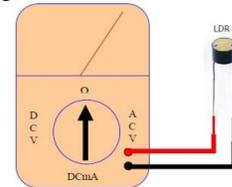
Gambar 2.13 Tampilan Aplikasi Android

Gambar 2.13 adalah sebuah tampilan aplikasi android yang dibuat menggunakan *App Inventor* yang merupakan sebuah layanan pembuatan aplikasi android gratis yang mudah dalam penggunaannya.

3. Hasil dan Analisa

3.1 Pengujian Instrumen LDR

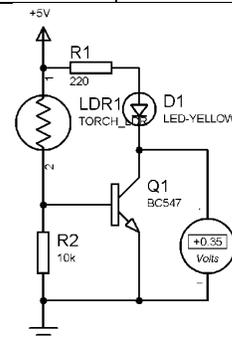
Pengujian instrumen LDR dilakukan dua tahap. Pertama pengukuran nilai LDR saat terang, redup dan gelap. Selanjutnya dengan mengukur tegangan keluaran dari beberapa kondisi yang akan dilakukan sesuai keadaan yang mungkin terjadi di lapangan sesungguhnya. Cara pengukuran ditunjukkan pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 4.1 Pengujian Komponen LDR

Tabel 4.1 Hasil Pengujian LDR

No.	Keadaan	Tahanan Keluaran
1	Terang lampu	3 ohm
2	Dalam ruangan	110 ohm
3	Gelap	20500 ohm



Gambar 4.2 Pengujian Instrumen LDR

Dan berikut adalah hasil dari pengujian dan pengukuran yang terjadi pada tabel 4.2.

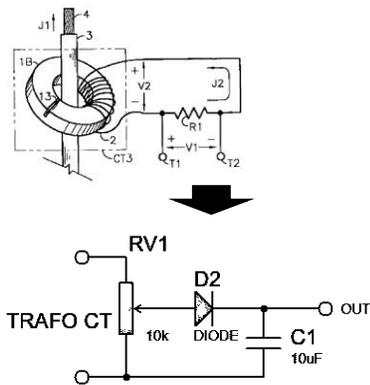
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Instrumen LDR

No.	Keadaan	Tegangan Keluaran
1	Terang lampu	0,34 volt
2	Dalam ruangan	1,22 volt
3	Gelap	3,58 volt

Keadaan dalam ruangan menghasilkan tegangan keluaran yang kecil karena pada keadaan dalam ruangan terdapat cahaya yang masuk melalui jendela ruangan maupun lampu ruangan yang masih menyala sehingga mempengaruhi nilai LDR.

3.2 Pengujian Instrumen Trafo Arus

Pengujian instrumen trafo arus ini dilakukan dengan melilitkan 1 fasa pada gulungan trafo dan mengukur arus yang mengalir pada fasa tersebut serta mengukur keluaran dari instrumen trafo arus ini.



Gambar 4.3 Pengukuran Instrumen Trafo Arus

Pada gambar 4.3, R1 pada gambar bagian atas sama dengan RV1 pada gambar bagian bawah. Dan berikut adalah hasil pengukuran keluaran pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Rangkaian Trafo Arus

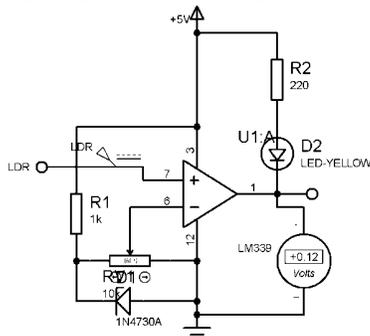
No.	Beban	Arus	Keluaran
1	- Watt	0 A	0 Volt
2	23 Watt	0,104 A	1,04 Volt
3	50 Watt	0,227 A	2,27 Volt

Diberi tiga macam beban karena dimisalkan dalam sebuah proyek kota telah diperhitungkan daya lampu sebesar 23 watt. Apabila ada kesalahan pembelian barang akan terdeteksi apabila daya lampu lebih kecil ataupun lebih besar.

Hasil keluaran tersebut dihasilkan dari keluaran trafo arus yang per rasio 2000:1, jadi keluaran arus pada 23 Watt sekitar 0,054 mA dan pada 50 Watt sekitar 0,117 mA. Dengan memasang resistor sebesar 10K Ohm maka pada resistor tersebut akan muncul tegangan sebesar nilai tahanan dikalikan arus yang mengalir.

3.3 Pengujian Komparator

Pengujian komparator tidak terlepas dari pengujian kedua sensor sebelumnya dan pengujian pada pembagi tegangan. Maka dari itu pengujian akan terbagi dua dan masing-masing adalah untuk instrumen LDR dan untuk trafo arus yang masing-masing ditunjukkan pada gambar 4.4 dan gambar 4.5.

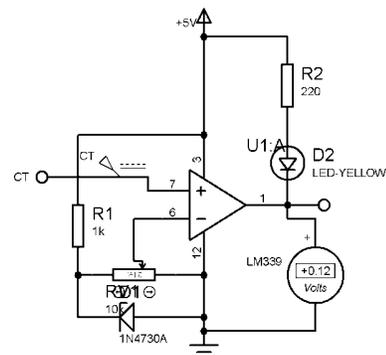


Gambar 4.4 Pengujian Komparator Pada Instrumen LDR

Berdasarkan hasil pengujian instrumen LDR, maka diputuskan untuk mengatur pembagi tegangan dengan nilai 1,1 volt. Kami beranggapan bahwa saat lampu PJU padam maka penerangan sekitar akan seperti keadaan dalam ruangan, dan berikut adalah hasil pengujian komparator di atas.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Komparator 1

No.	Keadaan	LED	Tegangan OUT
1	Lampu pijar Nyala	Nyala	0 volt
2	Lampu pijar Padam	Padam	3,58 Volt



Gambar 4.5 Pengujian Komparator pada Instrumen Trafo Arus

Berikutnya untuk pengujian kedua, berdasarkan pengujian instrumen trafo arus sebelumnya didapat saat menggunakan beban 23 Watt keluarannya bernilai 1,04 volt. Maka diputuskan untuk mengatur pembagi tegangan dengan nilai 0,9 volt. Dan berikut adalah hasil dari pengujian kedua.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Komparator 2

No.	Keadaan	LED	Tegangan OUT
1	Lampu pijar Nyala	Padam	3,58volt
2	Lampu pijar Padam	Nyala	0 Volt

3.4 Pengujian Pengendali SSR



Gambar 4.6 Modul SSR 1 channel

Gambar 4.6 adalah sebuah modul SSR yang telah dilengkapi dengan rangkaian pengendali seperti yang ada pada perencanaan bab III, dan berikut adalah hasil dari pengujian modul tersebut pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Modul SSR

No.	Tegangan Ch	LED DC	Lampu AC
1	5 V	Padam	Padam
2	Tak terhubung	Padam	Padam
3	GND	Nyala	Nyala
4	Tak terhubung	Padam	Nyala
5	5V	Padam	Padam

Dari hasil data yang diperoleh, SSR bekerja dengan baik apabila pin CH diberi tegangan yang sesuai dan sedikit terganggu bila tidak terhubung dengan tegangan.

3.5 Pengujian Data Mikrokontroler ATmega16

Pengujian data pada mikrokontroler ATmega16 ini akan dibagi menjadi 2, yaitu uji pengambilan data dan uji pengiriman data terhadap alat yang telah kami buat, bukan pada *Wi-Fi module*.

Tabel 4.7 Pengambilan Data dari Rangkaian LDR

Lampu PJU						Rang. LDR						Data pada PORT B
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	2
1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	4
1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	8
1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	16
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	32
1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	18
0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	53
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	58
0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	61
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	63

Pada Table 4.7, saat lampu PJU menyala (1) rangkaian LDR akan mengirim data (0) sebagai tanda bahwa lampu normal. Dan saat lampu PJU padam (0) rangkaian LDR akan mengirim data (1) sebagai tanda bahwa lampu sedang bermasalah.

Tabel 4.8 Pengambilan Data dari Rangkaian Trafo Arus

Lampu PJU						Rang. LDR						Data pada PORT A
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	63
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	62
1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	61
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	59
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	55
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	47
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	31
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	45
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	10
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Pada tabel 4.8, saat lampu PJU menyala (1) rangkaian trafo arus akan mengirim data (1) sebagai tanda pada saluran tersebut terdapat arus yang mengalir. Dan saat lampu PJU padam (0) rangkaian trafo arus akan mengirim data (0) sebagai tanda pada saluran tersebut tidak ada arus yang mengalir (bermasalah).

Tabel 4.9 Pengiriman Data Menuju Pengendali SSR

Data pada PORTB	SSR					
	1	2	3	4	5	6
0	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1
4	1	1	0	1	1	1
8	1	1	1	0	1	1
16	1	1	1	1	0	1
32	1	1	1	1	1	0
18	1	0	1	1	0	1
53	0	1	0	1	0	0
58	1	0	1	0	0	0
61	0	1	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0

Pada tabel 4.9, karena pengendali SSR mempunyai sifat aktif saat diberi 0, maka saat mikrokontroler mengeluarkan data 0 (dalam biner 000000) maka seluruh SSR akan aktif. Begitu juga sebaliknya bila mikrokontroler mengeluarkan data 63 (dalam biner 111111) maka seluruh SSR akan padam.

3.6 Pengujian Wi-Fi Module

Pengujian *Wi-Fi Module* ini akan menguji kelangsungan lamanya dan lancarnya sebuah perangkat android terhubung dengan modul yang kami miliki. Dan berikut adalah hasil dari beberapa tipe android yang kami coba untuk terhubung dengan modul *Wi-Fi* kami pada tabel 4.10. Modul *Wi-Fi* yang kami gunakan adalah ESP8266-01.

Tabel 4.10 Pengujian *Wi-Fi Module* ESP8266-01 dengan Android

No.	Merek Android	Hasil
1	Andromax Ec	Tidak bisa terhubung
2	Xiaomi RedMi2	Terhubung 3 detik lalu putus 10 detik
3	ASUS Zenfone	Terhubung 30 detik lalu putus 10 detik
4	ASUS Lenovo A7000	Terhubung lancar

Dengan hasil pengujian seperti pada tabel 4.10, kami analisa bahwa modul *Wi-Fi* milik kami memiliki kelemahan yaitu sinyal yang tidak stabil. Terbukti kekuatan sinyal yang terbaca pada beberapa merek

android berbeda-beda sehingga perangkat android tidak semuanya bisa terhubung dengan lancar sebagaimana fungsi *Wi-Fi* semestinya.

3.7 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan cara merangkai seluruh rangkaian menjadi satu dan menghubungkannya dengan sebuah komputer. Pada komputer terdapat sebuah antarmuka yang telah disiapkan sebelumnya pada aplikasi *LabVIEW* sebagai antarmuka sistem pada alat kami.



Gambar 4.7 Pengujian Alat Menggunakan *LabVIEW*

Gambar 4.7 adalah contoh gambar pengujian alat kami menggunakan *LabVIEW* dan untuk selengkapnya bisa dilihat pada lampiran.

Berikut adalah hasil dari pengujian sistem menggunakan *LabVIEW* pada tabel 4.11 dan 4.12.

Tabel 4.11 Pengujian Sistem Monitor Menggunakan *LabVIEW*

No.	Objek	Kondisi	Indikator <i>LabVIEW</i>		Persentase	
			Cahaya	Arus	Cahaya	Arus
1	L1	Nyala	on	on	100%	100%
		Mati	off	off		
2	L2	Nyala	on	on	100%	100%
		Mati	off	off		
3	L3	Nyala	on	on	100%	100%
		Mati	off	off		
4	L4	Nyala	on	off	100%	0%
		Mati	off	off		
5	L5	Nyala	on	on	100%	100%
		Mati	off	off		
6	L6	Nyala	on	on	100%	100%
		Mati	off	off		

Tabel 4.12 Pengujian Sistem Kontrol Menggunakan *LabVIEW*

No.	Tombol <i>LabVIEW</i>	Kondisi	Keadaan Objek	Persentase
1	S1	on	Nyala	30%
		off	Berkedip	
2	S2	on	Nyala	100%
		off	Mati	
3	S3	on	Nyala	100%
		off	Mati	
4	S4	on	Nyala	0%
		off	Nyala	
5	S5	on	Nyala	100%
		off	Mati	
6	S6	on	Nyala	100%
		off	Mati	

Selanjutnya adalah pengujian menggunakan aplikasi android yang telah dibuat sebelumnya dan ini merupakan pengujian sistem secara keseluruhan. Merek android yang kami gunakan adalah ASUS Zenfone.



Gambar 4.8 Pengujian Alat Menggunakan Android

Gambar 4.8 adalah contoh gambar pengujian alat kami menggunakan aplikasi android dan untuk selengkapnya bisa dilihat pada lampiran. Tabel 4.13 dan 4.14 adalah hasil dari pengujian tersebut.

Tabel 4.13 Pengujian Sistem Kontrol Keseluruhan

No.	Tombol	Kondisi	Keadaan Objek	Persentase
1	Lampu 1	on	Nyala	100%
		off	Mati	
2	Lampu 2	on	Nyala	95%
		off	Mati	
3	Lampu 3	on	Nyala	98%
		off	Mati	
4	Lampu 4	on	Nyala	100%
		off	Mati	
5	Lampu 5	on	Nyala	100%
		off	Mati	
6	Lampu 6	on	Nyala	95%
		off	Mati	

Tabel 4.14 Pengujian Sistem Monitor Keseluruhan

No.	Objek	Kondisi	Indikator LabVIEW		Persentase	
			Cahaya	Arus	Cahaya	Arus
1	L1	Nyala	on	on	80%	80%
		Mati	off	off		
2	L2	Nyala	on	on	85%	80%
		Mati	off	off		
3	L3	Nyala	on	on	85%	75%
		Mati	off	off		
4	L4	Nyala	on	off	90%	75%
		Mati	off	off		
5	L5	Nyala	on	on	80%	80%
		Mati	off	off		
6	L6	Nyala	on	on	95%	90%
		Mati	off	off		

Dengan hasil pengujian ini, maka secara keseluruhan sistem dapat bekerja dengan baik. Dan selanjutnya pengujian fungsi *timer* untuk pengaturan waktu penyalan dan pemadaman secara otomatis yang hasilnya bisa dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pengujian Waktu Penyalan dan Pemadaman Otomatis

No.	Set Waktu	Hasil
1	Nyala (10.00)	Nyala (10.00)
	Padam (10.01)	Padam (10.02)
2	Nyala (10.15)	Nyala (10.15)
	Padam (10.17)	Padam (10.17)
3	Nyala (10.20)	Nyala (10.20)
	Padam (10.21)	Padam (10.21)
4	Nyala (10.25)	Nyala (10.26)
	Padam (10.27)	Padam (10.27)

Dengan hasil pengujian di atas, perbedaan waktu antara waktu set dan hasil dikarenakan kelancaran data terkirim dari android menuju perangkat terganggu oleh sinyal. Bisa dilihat pada hasil pengujian *Wi-Fi Module*.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan pembuatan dan pengujian sistem pengaturan dan monitor lampu PJU, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem monitor bekerja dengan baik. Persentase keberhasilan untuk monitor dapat mencapai 85%. Sedangkan untuk sistem kendali persentase keberhasilan hanya mencapai 90%. Hal ini disebabkan karena koneksi yang kurang stabil dari modul Wi-Fi kami menuju perangkat android yang digunakan, sehingga pengiriman data antara perangkat android menuju sistem kendali dan sebaliknya menjadi terganggu. Dengan menggunakan perangkat android lain, hasil bisa akan berubah dan tidak seefektif ini.

Saran untuk pengembangan sistem selanjutnya adalah dengan mencoba metode Wi-Fi lain selain menggunakan ESP8266-01 untuk meningkatkan kelancaran sinyal yang nantinya mempengaruhi kelancaran pengiriman dan penerimaan data dari dan menuju perangkat android.

REFERENSI

- [1] W. Budiharto, "Aneka Proyek Mikrokontroler", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2011.
- [2] N.H. Safaat, "Pemrograman Aplikasi Android Smartphone dan Tablet PC Android", Informatika, Bandung, 2012.
- [3] A.A. Huda, "24 Jam Pintar Pemrograman Android", Andi Offset, Yogyakarta., 2012.
- [4] Andrianto, Heri, "Pemrograman mikrokontroler AVR Atmega16", Informatika Bandung, 2008.
- [5] Maravitsas, Nikos, "*Android Socket Example*", tersedia di: <http://examples.javacodegeeks.com/android/core/socket-core/android-socket-example/>, diakses 12 Januari 2016.
- [6] Ogata, Katsuhiko, "Teknik Kontrol Otomatik", Jilid 1, Erlangga Jakarta, 1997.
- [7] Sigiro, Stevani Agnesia, "Instrumentasi Virtual Menggunakan *LabVIEW* dan *Soundcard*", tersedia di: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/45580>, diakses 30 Mei 2016.
- [8] Prastomo, Ragil Aji, "Perancangan Fungsi Perintah pada Mikrokontroler Atmega8535 Melalui Router Wi-Fi", Tugas Akhir, Universitas Diponegoro Semarang, 2013.