

Kontrol Pencahayaan Pada Ruang Kuliah Untuk Mendukung Program Hemat Energi Berbasis *Wireless Sensor Network*

Wilyanto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Jalan Kaliurang Km.14,5 Sleman, Yogyakarta 55501
Telp. (0274) 895007, 895287 Faks.(0274) 89 500 7 Ext. 131
wilyanto591@yahoo.com

ABSTRACT

Kebutuhan listrik dan kenaikan tarif listrik yang semakin meningkat menimbulkan beberapa masalah baru dimasyarakat. Jika para setiap konsumen bias menghemat penggunaan listrik maka kenaikan tarif listrik yang semakin tinggi dapat mengurangi jumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap bulannya. Salah satu prosedur penghematan listrik yang dengan mudah dilaksanakan antara lain adalah mewajibkan kepada para pemakai gedung untuk selalu mematikan lampu pada siang hari atau mematikan lampu pada ruangan yang tidak ditempati. Pada penelitian ini, akan dibuat *prototype* yang dapat mengontrol intensitas cahaya pada ruangan. Dalam pengujian didapat bahwa pada ruangan yang gelap memiliki nilai keluaran LDR sebanyak 15 – 90Ω, sedangkan pada ruangan yang memiliki banyak cahaya nilai keluaran LDR sebanyak 336 – 430Ω. Perubahan intensitas cahaya ini dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler yang datanya dikirimkan melalui *Xbee-proS2B* yang didapat dari sensor cahaya (dalam hal ini menggunakan sensor LDR).

Kata Kunci; LDR, Pengaturan cahaya, *Wireless sensor network*, *Xbee-proS2B*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan listrik dan kenaikan tarif listrik yang semakin meningkat menimbulkan beberapa masalah baru dimasyarakat. Jika para setiap konsumen bisa menghemat penggunaan listrik maka kenaikan tarif listrik yang semakin tinggi dapat mengurangi jumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap bulannya. Salah satu prosedur penghematan listrik yang dengan mudah dilaksanakan antara lain adalah mewajibkan kepada para pemakai gedung untuk selalu mematikan lampu pada siang hari atau mematikan lampu pada ruangan yang tidak ditempati. Usaha yang lain adalah dengan cara mengontrol intensitas cahaya pada ruangan. Perubahan intensitas cahaya lampu dapat dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler yang memanfaatkan masukan dari sensor cahaya (dalam hal ini menggunakan sensor *LDR*).

Jika pada ruangan tersebut intensitas cahaya yang diterima berada di bawah standar lux, maka mikrokontroler secara otomatis menambahkan intensitas cahaya pada lampu. Dan sebaliknya, jika intensitas cahaya yang diterima pada ruangan tersebut berada di atas standar lux, maka mikrokontroler akan memerintahkan lampu secara otomatis untuk mengurangi intensitas cahaya tersebut. Maka dengan cara seperti ini, akan dapat menghemat energi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

Pengontrolan suatu cahaya pada komponen-komponen tertentu hingga saat ini telah diimplementasikannya oleh beberapa pihak. Pada penelitian milik Inayati Nur S, R. Eko W. Fahad, Aryo D, Nurwendo, Suyatno, Didek Basuki R, dan Yoyok Cahyono pada tahun 2011. Yang berjudul “Analisis dan Perancangan Kontrol Pencahayaan dalam Ruangan” [1]. Sistem yang dirancang mampu mengidentifikasi kuat penerangan dalam ruang serta mempelajari pengaruh posisi sensor terhadap pembacaan iluminasi ruang. Penelitian dilakukan di ruang simulasi dengan ukuran panjang 3,5 m, lebar 3,46 m dan tinggi 2,76 m. Dengan penerangan oleh sumber cahaya alami (sinar matahari) disimulasikan menggunakan jenis lampu halogen dan sensor cahaya (*LDR*) yang dipasang pada masing-masing dinding. Sistem kontrol yang dirancang disesuaikan dalam beberapa kondisi ruang (terang, agak terang, remang-remang, redup dan gelap) dengan memadukan sumber cahaya alami (lampu halogen) dan buatan (lampu TL). Dari hasil penelitian diketahui bahwa sistem yang dirancang mampu memberikan kondisi penerangan ruang yang stabil.

Lalu pada penelitian milik Guntur Pradnya Pratama pada tahun 2011. Yang berjudul “Perancangan Dimer Lampu secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Pada Penerangan Dalam Ruangan” [2]. Peneliti membuat perancangan model penerangan dengan menggunakan dimmer otomatis berbasis mikrokontroler *ATMega8*, sebuah sensor *PIR* (*Passive Infrared Receiver*), dan sebuah sensor *LDR* (*Light Dependent Resistor*). Prinsip kerja sensor *PIR* mendeteksi adanya gerak dari seseorang yang menghasilkan perubahan suhu tubuh, sedangkan sensor *LDR* berfungsi untuk mengatur perubahan intensitas cahaya. Berdasarkan perancangan alat ini didapatkan hasil dalam suatu ruang dengan ukuran (2,5x2,5)m sebelum menggunakan dimmer besarnya intensitas penerangan 0 – 350 lux. Untuk memenuhi standar nasional penerangan sebuah ruang kamar yang berukuran (2,5x2,5)m sebesar 100 – 250 lux, sedangkan dalam penelitian ini telah mampu menghasilkan intensitas penerangan 135 - 180 lux.

Lalu pada penelitian terakhir milik Herdian Ardianto dan Heri Justiono pada tahun 2013, yang berjudul “Perancangan Sistem Pencahayaan Untuk Penghematan Energi Listrik di Ruang Kelas” [3]. Metode yang digunakan adalah menginputkan semua komponen-komponen yang terdapat

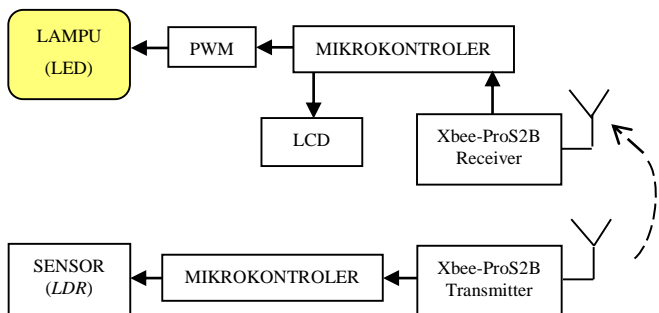
pada ruang kelas ke software DIALux, sehingga sistem pencahayaannya dapat dirancang. Pencahayaan merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan keadaan lingkungan yang aman dan nyaman. Dalam sistem pencahayaan dibutuhkan cahaya alami dan cahaya buatan. Pada penelitian ini yang dibutuhkan adalah cahaya buatan. Cahaya buatan adalah cahaya yang berasal dari hasil karya manusia contohnya lampu. Lampu yang digunakan sebanyak 2 lampu, yakni Philips BPS460 W16L124 1 dan LED 24/830 MLO-PC, jika menggunakan lampu tersebut pada siang hari dibutuhkan 13 lampu dan pada malam hari dibutuhkan 14 lampu. Jika menggunakan lampu Philips SP524P 2 dan LED 15S/830 pada siang hari dibutuhkan 9 lampu dan pada malam hari dibutuhkan 10 lampu sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi pada software DIALux sudah sesuai dengan tabel standar penerangan ruangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil distribusi cahaya adalah penempatan lampu, pemantulan, jumlah lampu yang digunakan, daya lampu, panjang penggantung lampu dan ukuran ruangan.

Pada beberapa penelitian sebelumnya telah dihasilkan alat yang dapat mengontrol intensitas cahaya lampu dalam suatu ruangan. Namun, pada hasil dari beberapa percobaan sebelumnya, komunikasi antara sensor dan mikrokontroler masih menggunakan kabel, sehingga tingkat fleksibilitasnya masih kurang. Maka pada penelitian kali ini penulis berusaha untuk merancang perangkat WSN (*Wireless Sensor Network*) untuk mengontrol pencahayaan lampu pada suatu ruangan.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Dasar Perancangan Sistem

Perangkat keras yang akan dibangun adalah suatu aplikasi mikrokontroler untuk efisiensi energi listrik pada kehidupan sehari-hari. Perangkat input untuk aplikasi ini menggunakan rangkaian sistem minimum mikrokontroler dan LDR. Untuk perangkat pengolahannya digunakan mikrokontroler ATMegal6 sedangkan untuk perangkat outputnya berupa LCD dan lampu LED. Skema sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Dasar Sistem *Wireless Sensor Network*.

Sistem yang akan dibangun ini dapat mengendalikan intensitas lampu berdasarkan banyaknya cahaya yang terdapat pada suatu ruang. Apabila jumlah cahaya yang terdapat pada ruangan tersebut cukup terang, maka sensor akan merespon dan membuat mikrokontroler bekerja untuk menampilkan data

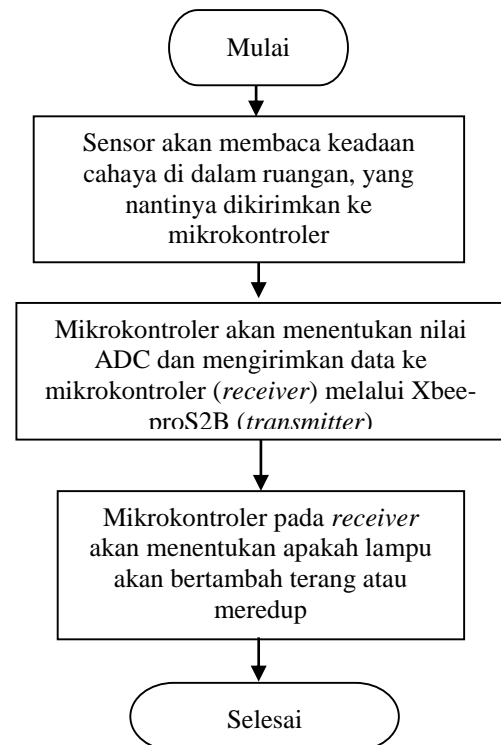
ke LCD serta membuat lampu di ruangan itu akan meredup bahkan mendekati mati total. Begitu pula sebaliknya ketika keadaan di ruangan tersebut minim cahaya, maka sensor akan kembali merespon dan membuat mikrokontroler menampilkan data keluaran berupa ADC ke LCD serta membuat lampu di ruangan itu akan menjadi terang.

Dimulai pada saat sensor mendapatkan sumber cahaya yang berasal dari luar, yaitu sinar matahari. Lalu akan mengirimkan data ke mikrokontroler yang nantinya akan diolah untuk dapat menampilkan keluaran berupa ADC melalui LCD. Setelah itu melalui Xbee-ProS2B (*transmitter*) data yang telah diolah akan dikirimkan secara nirkabel kepada Xbee-ProS2B (*receiver*), data tersebut digunakan oleh *dimmer* sebagai pengatur terang atau redupnya cahaya lampu LED.

B. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak merupakan sekumpulan instruksi yang digunakan sebagai sistem operasi yang mengontrol perangkat keras dalam memberikan masukan dan keluaran data serta pertukaran informasi. Jadi perangkat lunak direalisasikan untuk mendukung perangkat keras.

Dalam perancangan perangkat lunak dibahas tentang perancangan bagaimana perubahan data digital menjadi kode ASCII agar nantinya dapat dibaca oleh LCD dan implementasi diagram air yang menjadi inialisasi program. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu bahasa basic (*bascom*). Untuk diagram alir dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Sistem *Wireless Sensor Network*

Sistem dimulai ketika sensor membaca keadaan cahaya pada sebuah ruangan, lalu akan mengirimkan data berupa analog yang nantinya adalah berupa tegangan ke mikrokontroler. Lalu data dari sensor akan dikonversi melalui

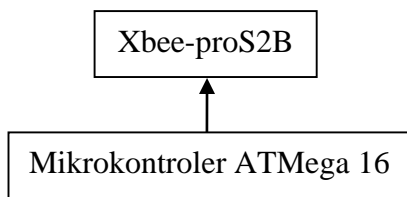
ADC (*Analog Digital Converter*) menjadi data digital, setelah itu akan dikirimkan ke mikrokontroler (*receiver*) melalui xbee-proS2B (*transmitter*). Setelah itu mikrokontroler (*receiver*) akan memerintahkan lampu untuk menyala terang atau redup.

C. Perancangan Perangkat Keras

Dari modul-modul yang dibuat, dipisahkan menjadi 2 bagian berdasarkan fungsinya, yakni *transmitter* dan *receiver*. Terdapat perbedaan perancangan *hardware* untuk kedua modul tersebut yang disesuaikan dengan fungsinya.

1) Perancangan Modul Transmitter

Perancangan *transmitter* menggunakan 2 komponen penting yang digabungkan, yakni mikrokontroler dan xbee-proS2B. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah data sedangkan xbee-proS2B berfungsi untuk mengirimkan data secara *wireless*. Mikrokontroler yang digunakan untuk membangun perangkat keras *transmitter* adalah ATmega16 yang mempunyai 40 pin. Gambar 3 merupakan diagram blok komponen utama *transmitter*.

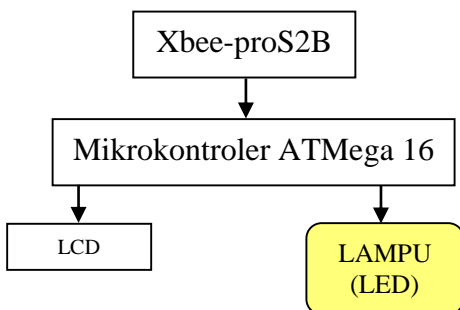


Gambar 3 Diagram Blok Modul *Transmitter*

Modul *transmitter* difungsikan sebagai benda yang akan mengirimkan data ke modul *receiver*. Data tersebut didapat dari data keluaran sensor LDR (*Light Dependent Resistor*).

2) Perancangan Modul Receiver

Perancangan modul *receiver* hampir sama dengan perancangan modul *transmitter*. Yaitu menggunakan 2 komponen berupa mikrokontroler dan xbee-proS2B. Perbedaan terletak pada penambahan komponen baru yakni LCD dan lampu LED. LCD memiliki fungsi sebagai penampil data keluaran berupa nilai ADC. Sedangkan lampu LED merupakan objek penelitian. Diagram blok dasar kerja modul *receiver* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Blok Modul *Receiver*

Modul *receiver* dalam sistem ini bekerja sebagai penerima. Data yang masuk ke modul *receiver* berupa data yang dikirimkan oleh mikrokontroler (*transmitter*) melalui xbee-proS2B. Data tersebut kemudian digunakan untuk pengambilan keputusan apakah lampu LED akan menyala terang atau redup. Data ADC sendiri akan terlihat pada tampilan LCD.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sistem

Tujuan pengujian ini adalah untuk membuktikan apakah sistem yang diimplementasikan telah memenuhi spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya atau belum. Hasil kinerja sistem bertujuan untuk menyempurnakan kinerja sistem dan untuk pemanfaatan lebih lanjut.

Dalam penelitian ini dipilih dua macam metode pengujian, yaitu pengujian fungsional dan pengujian kinerja sistem. Pengujian fungsional digunakan untuk membuktikan apakah sistem yang diimplementasikan dapat memenuhi persyaratan fungsi operasional seperti yang direncanakan.

Pengujian kinerja sistem dimaksudkan untuk memperoleh beberapa parameter yang dapat menunjukkan kemampuan dan kehandalan sistem dalam menjalankan fungsi operasionalnya.

1) Pengujian Fungsional

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, pengujian fungsional bertujuan untuk memeriksa fungsi operasional sistem yang diimplementasikan apakah telah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan dan sistem menjalankan fungsinya sesuai dengan pengembangannya. Ada dua macam metode pengujian fungsional yang dilakukan, yang pertama adalah pengujian fungsional bagian demi bagian, sedangkan yang kedua adalah pengujian sistem secara keseluruhan.

a. Pengujian rangkaian sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

Dalam pengujian rangkaian sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dilakukan dengan cara mengukur tegangan output sensor ketika ruangan gelap dan ketika keadaan kondisi ruangan terang. Hasil pengujian tegangan output pada sensor LDR dapat dilihat pada tabel 1.

Port	Kondisi	Tegangan
PortA	Gelap	1,4V
	Terang	2,2V

Tabel 1 Hasil pengukuran keluaran sensor LDR

Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa sensor dapat berfungsi dengan baik. Mikrokontroler beroperasi pada level TTL. Syarat logika 0 (rendah) level TTL yaitu tegangan 0 – 0,8 volt dan logika 1 (tinggi) level TTL adalah tegangan 2 – 5

volt. Penggunaan LDR untuk aplikasi ini digunakan untuk mendeteksi ketika keadaan gelap malam hari dan terang/siang hari dan digunakan untuk pengaturan intensitas lampu pada suatu ruangan.

b. Pengujian rangkaian mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan pemroses utama dalam perancangan alat ini. Pengujian rangkaian mikrokontroler dilakukan dengan cara memberikan logika *high* dan *low* pada keempat port masukan dan keluarannya, kemudian membaca kondisi logika pada masing-masing port.

Dari hasil pengujian, pada semua port mempunyai logika sesuai dengan diprogram, sehingga rangkaian mikrokontroler ini dapat digunakan sebagai pemroses utama.

c. Rangkaian catu daya xbee-proS2B

Pengujian rangkaian catu daya xbee-proS2B dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran (*Vout*) dari rangkaian tersebut. Berdasarkan spesifikasi sistem yang dirancang catu daya, tegangan maksimal yang digunakan untuk mensuplai rangkaian xbee-proS2B adalah sebesar 3,3 volt. Dari hasil pengukuran diperoleh tegangan keluaran 2,8 volt. Rangkaian tersebut dapat bekerja dengan baik, dengan demikian rangkaian catu daya ini sudah dapat bekerja dengan baik. Untuk hasil tegangan keluaran pada rangkaian catu daya xbee-proS2B dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Rangkaian catu daya xbee-proS2B

d. Pengujian rangkaian LCD

Rangkaian LCD digunakan untuk menampilkan data ADC yang terbaca dan nilai PWM. Pengujian dilakukan dengan menampilkan data pada LCD, dan hasilnya dapat dilihat secara langsung. Dari hasil pengamatan, LCD dapat menampilkan karakter dengan baik. Jumlah karakter yang bias ditampilkan sebanyak 16 x 2 setiap karakter ditampilkan pada 5 x 8 dot. Pada LCD ini ditampilkan tampilan awal yang menunjukkan aktifitas yang terjadi antar masing-masing xbee-proS2B. Dikarenakan penulis memberikan selang waktu selama 10 detik untuk mikrokontroler memproses data, maka pada bagian awal akan menunjukkan tulisan “NO INCOMING DATA CHECK SERIAL”. Yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Rangkaian LCD

Pada rangkaian LCD ini juga menampilkan data pembacaan yang dilakukan sensor LED yang berupa nilai ADC.

B. Pengujian Kinerja Sistem

Pada pengujian kinerja sistem ini akan dilihat hasil yang terjadi pada beberapa skenario pengujian yang akan dilakukan. Pada penelitian ini terdapat beberapa buah skenario sistem yang akan diuji. Dua diantaranya adalah pada ruangan tertutup dan modul akan dinyalakan. Maka akan terlihat bahwa lampu LED akan menyala terang dan nilai ADC meningkat. Pada skenario selanjutnya pada ruangan terbuka. Yaitu terdapat banyak sinar matahari. Maka lampu LED akan meredup menyesuaikan keadaan cahaya pada ruangan tersebut. Dan nilai ADC akan mengecil.

1) Pengujian Skenario 1

Skenario pertama adalah dimana pada ruang tertutup, tidak ada sumber cahaya dari manapun. Sehingga lampu LED dalam



kondisi menyala, namun hanya dalam keadaan redup.

Gambar 6 Keadaan lampu pada kondisi ruang gelap

Pada skenario ini, LCD akan menampilkan tampilan seperti berikut ini.



Gambar 7 Tampilan LCD pada kondisi ruang gelap

2) Pengujian Skenario 2

Skenario 2 Skenario dilakukan pada ruang sangat tertutup, dimana tidak ada cahaya matahari. Sehingga lampu LED



dalam kondisi menyala terang.

Gambar 8 Pengujian Indoor Localization Skenario 2

Dapat dilihat bahwa lampu dapat menyala terang, dikarenakan sensor LDR tidak mendapatkan sumber cahaya.



Gambar 9 Tampilan LCD pada kondisi ruang gelap

3) Pengujian Skenario 3

Skenario yang ketiga dilakukan pada ruang terbuka, dimana terdapat banyak cahaya. Sehingga lampu LED dalam kondisi menyala redup.



Gambar 10 Pengujian skenario 3

Terlihat pada skenario 3, lampu menyala redup dikarenakan terdapat sumber cahaya yang cukup banyak didapat oleh sensor LDR.



Gambar 11 Tampilan LCD pada pengujian skenario 3

C. Hasil pengujian sistem

Untuk hasil keseluruhan pengujian dapat dilakukan dengan perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Energi} &= \text{Watt} \cdot \text{Waktu} \\ \text{Kwh} &= W \cdot t \end{aligned}$$

Dapat diasumsikan waktu 1 bulan adalah 21 hari kerja, dimana masing-masing berlangsung selama 10 jam. Dengan mengambil data no. 2 dan no. 3, Maka dapat dihitung:

a) Tanpa alat (data no. 2)

$$\begin{aligned} \text{Watt} \times \text{waktu} &= 3.6 \times 210 \\ &= 0.75 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

b) Menggunakan alat (data no. 3)

$$\begin{aligned} \text{Watt} \times \text{waktu} &= 2.1 \times 210 \\ &= 0.441 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Sehingga perbandingan dalam menggunakan alat dan tidak bisa dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tanpa alat} - \text{Menggunakan alat} &= \\ 0.75 \text{ Kwh} - 0.441 \text{ Kwh} &= 0,39 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Dan ini membuktikan bahwa penulis berhasil melakukan penghematan energi sebesar 0.39 Kwh.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Secara umum, dari hasil pengujian yang ada, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil membuat dan menggunakan suatu alat yang dapat mengontrol pecahayaan pada ruang sesuai kondisi cahaya.
2. Telah dapat membuktikan bahwa prototype yang dibuat telah berhasil melakukan penghematan hemat energi. Hal ini dapat dilihat dengan hasil perhitungan yang mendapatkan selisih daya yang dikeluarkan ketika menggunakan alat dan ketika tidak menggunakan alat.

B. Saran

Beberapa saran untuk pengembangan sistem dalam penelitian selanjutnya, diantaranya:

1. *Hardware* dan *software* dapat lebih dikembangkan untuk di uji coba lebih dari satu ruangan.
2. Sensor yang digunakan sebaiknya memiliki tingkat sensitifitas yang sangat tinggi terhadap intensitas cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nur Inayati, Eko Rohmad, dkk. (2011). *Analisis dan Perancangan Kontrol Pencahayaan dalam Ruangan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [2] Pradnya Guntur Pratama. (2011). "Perancangan Dimer Lampu secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Pada Penerangan Dalam Ruangan". Semarang: Pusat Studi Ilmu Teknik Universitas Diponegoro.

[3] Ardianto Herdian,dan Justiano Heri. (2013). "*Perancangan Sistem Pencahayaan Untuk Penghematan Energi Listrik Di Ruang Kelas*".

Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.