

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Metode eksperimen dengan menggunakan model fisik tata cahaya ruangan adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini. Eksperimen yang dilakukan meliputi pengamatan *illuminance* dan energi yang dikonsumsi dari model fisik tata cahaya ruangan. Model fisik tata cahaya ruangan dibangun dengan beberapa batasan dan kondisi sehingga dapat merepresentasikan kondisi tata cahaya ruangan yang sebenarnya. Oleh karena itu, eksperimen dengan menggunakan model fisik ini dapat dijadikan standar yang relevan sebelum pengimplementasian langsung ke ruangan yang sesungguhnya.

3.2 Instrumen Penelitian

Untuk pengambilan data *illuminance* pada penelitian ini akan digunakan luxmeter. Pada penelitian ini untuk membantu merancang tata letak lampu dan sistem kontrol, algoritma sistem serta membangun model fisik diperlukan alat dan bahan yang mendukung untuk pembuatan sistem tersebut dan komponennya. Alat dan bahan tersebut terdapat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1 Alat dan bahan Sistem Kontrol & Lampu

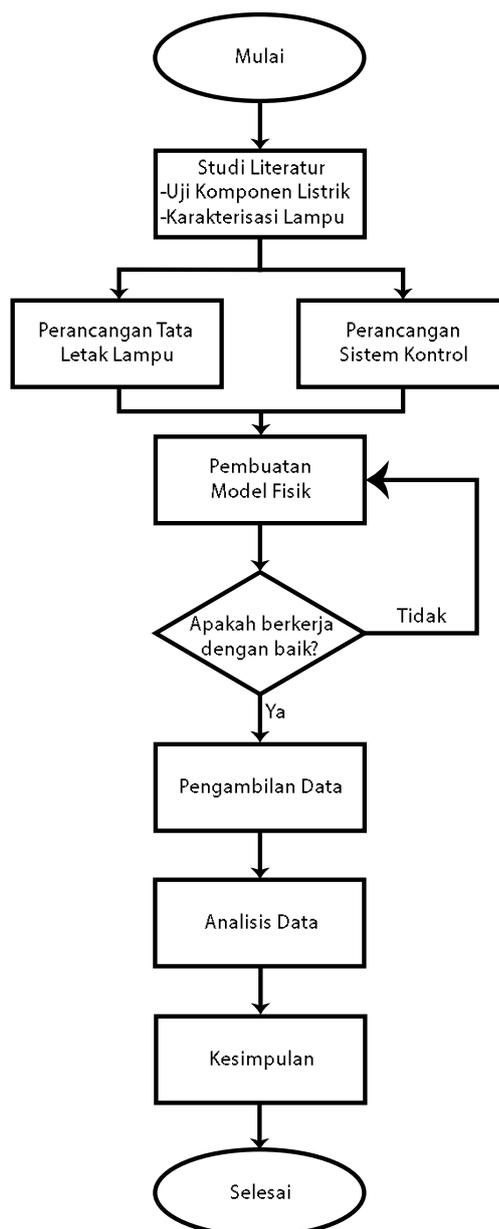
No	Alat & Bahan	Jumlah	Keterangan
1	Lampu Krisbow E14 3 W 6500 K & dudukan lampu E14	30	Lampu model
2	Lampu Krisbow E27 7 W 6500 K & dudukan lampu E27	1	Lampu pembanding
3	Arduino Mega 2560	1	Sebagai kontroler dalam sistem kontrol
4	Modul relay 16 saluran	2	Sebagai pemutus tegangan menuju lampu

5	Modul transformator dan konverter	1	Mengubah sumber AC 220-240 V menjadi DC 5 V
6	Resistor 10K Ω	12	Digunakan dalam rangkaian listrik
No	Alat & Bahan	Jumlah	Keterangan
7	Breadboard	1	Digunakan dalam rangkaian listrik
8	Kabel jumper	Menyesuaikan	Digunakan dalam rangkaian listrik
9	Kabel	Menyesuaikan	Digunakan dalam rangkaian listrik dan konstruksi sensor
10	Solder dan timah	Menyesuaikan	Untuk perekat rangkaian listrik
11	Lem dan selotip	Menyesuaikan	Untuk menghubungkan komponen agar lebih solid
12	Konduktor	Menyesuaikan	Disebar pada lantai ruangan
13	Busa	1	Lapisan kedua dalam sensor posisi
14	Karpet	1	Lapisan ketiga dalam sensor posisi
15	Multimeter SHINWA DT9205A	1	Berfungsi untuk mengukur arus listrik
16	Luxmeter SANFIX GM1010	1	Berfungsi untuk mengukur <i>illuminance</i>
17	Papan kayu	Menyesuaikan	Bahan utama dalam membuat rangka model
18	Papan triplek	Menyesuaikan	Bahan utama dalam membuat interior model

19	Kertas jasmine	4	Untuk melapisi model
20	Paku	Menyesuaikan	Untuk menghubungkan papan kayu
21	Perkakas kayu	Menyesuaikan	Peralatan yang membantu pembangunan model
22	Meteran dan penggaris	1	Membantu pengukuran pada proses pembangunan model

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan mengikuti alur seperti yang tergambar pada gambar diagram alir dibawah ini



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan penelusuran literatur untuk mencari data mengenai tata cahaya ruangan dan pilihan lampu yang tepat serta komponen sistem kontrol. Dari data tersebut diperoleh jenis lampu LED yang memiliki *luminous flux* tinggi dengan konsumsi energi rendah. Produk lampu LED yang dipilih untuk digunakan dalam model merupakan produk dari Krissbow. Lampu LED *E14 6500 Kelvin* dengan *luminous flux* sebesar *260 lumen* dan berdaya *3 Watt* dipilih sebagai lampu yang digunakan untuk model yang akan dirancang dan dibuat. Untuk lampu

Ihza Maessa Cahyadi, 2024

RANCANG BANGUN MODEL SISTEM KONTROL TATA CAHAYA LAMPU LED PADA RUANGAN LABORATORIUM BERBASIS MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

pembandingan dalam keadaan nyata dipilih Lampu LED *E27 6500 Kelvin* dengan *luminous flux* sebesar *750 lumen* dan berdaya *7 Watt*.

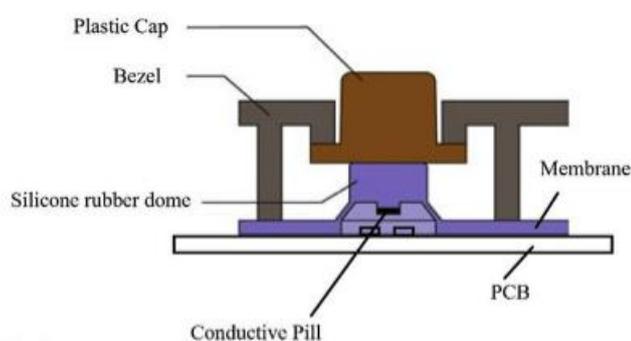
Lampu tersebut dipilih dengan tiga alasan yang berdasarkan kebutuhan dari model yang akan dirancang dan dibuat. Alasan pertama adalah mengenai desain dari lampu. Desain lampu yang dibutuhkan adalah desain lampu yang memiliki lampu lain dengan skala dimensi dan *output luminous flux* yang berbeda. Pada Gambar 3.2 terdapat dua lampu dengan desain sama namun berbeda skala dimensi dan *output luminous flux*nya. Hal tersebut diperlukan untuk membandingkan lampu untuk model dengan lampu untuk keadaan nyata di ruangan asli. Alasan kedua adalah mengenai dimensi dari lampu. Dimensi dari lampu yang dibutuhkan adalah dimensi dengan ukuran yang kecil dan cocok dalam skala model. Alasan ketiga adalah mengenai *output luminous flux* lampu. *Output luminous flux* dari lampu untuk model dipilih berdasarkan lampu dengan daya kecil tetapi *output luminous flux* besar.



Gambar 3.2 Lampu Krissbow *E14 3 W* (kiri) dan Lampu Krissbow *E27 7 W* (kanan)

Selain dari pemilihan lampu, dari data studi literatur diperoleh juga standar tata cahaya ruangan yang salah satunya adalah pencahayaan ideal suatu ruangan dan juga beberapa hal lainnya seperti reflektansi ruangan. Selain itu, dalam tahap ini juga berbagai jenis publikasi dari penelitian mengenai distribusi cahaya lampu, pengaturan pencahayaan ruangan, dan sistem kontrol pencahayaan ruangan yang telah diterbitkan peneliti sebelumnya dikumpulkan untuk menjadi bahan referensi.

Dalam penelitian ini, terdapat tiga komponen utama yang digunakan dalam sistem kontrol, yaitu: sensor posisi, Arduino Mega 2560, dan relay. Sensor posisi memiliki berbagai macam jenis dan konsep yang beredar di pasar. Konsep yang digunakan dalam penelitian ini terinspirasi dari mekanikal *push button*. Secara sederhana terdapat tiga komponen utama yang menyusun mekanikal *push button* seperti pada Gambar 3.3 yaitu kontak, komponen mekanik, dan kepala tombol. Kontak listrik atau *conductive pill* di dalam push button memainkan peran kunci dalam menghubungkan atau memutuskan sirkuit. Saat tombol ditekan, kontak dapat menyambungkan dua titik dalam rangkaian, memungkinkan arus listrik mengalir. Komponen mekanik mencakup struktur mekanis yang mendeteksi penekanan pada kepala tombol. Biasanya, ini terdiri dari pegas dan switch. Pada Gambar 3.3 komponen mekanik yang digunakan adalah sebuah karet silikon yang dengan karakteristik materialnya akan membuat *push button* kembali ke posisi semula setelah ditekan. Kepala tombol merupakan bagian yang ditekan untuk menghubungkan atau memutuskan sirkuit. Kepala tombol dapat berbentuk datar atau menonjol, tergantung pada desain dan fungsi tombol.



Gambar 3.3 *Push button* dengan karet silikon dan kepala tombol plastik (Gaspar dkk., 2019)

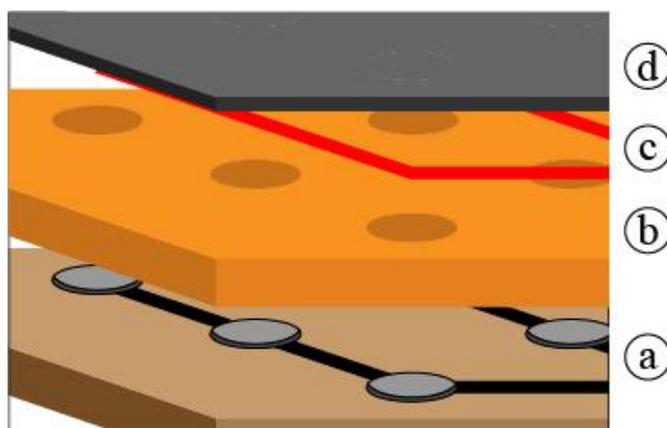
Konsep tersebut diadaptasi menjadi sensor posisi pada model sistem kontrol pada penelitian ini. sensor posisi merupakan serangkaian mekanikal push button yang tersebar pada lantai dan setiap push button diberi alamat khusus sehingga ketika ada input pada sensor dapat diketahui posisinya dengan mengecek alamat dari push button tersebut. Sensor posisi juga terdapat tiga komponen utama yang menyusunnya seperti pada Gambar 3.4. Pada Gambar 3.4 (a) terdapat kontak yang tersusun oleh banyak konduktor dan saling dihubungkan dengan kabel. Pada bagian

Ihza Maessa Cahyadi, 2024

RANCANG BANGUN MODEL SISTEM KONTROL TATA CAHAYA LAMPU LED PADA RUANGAN LABORATORIUM BERBASIS MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ini juga konduktor-konduktor tersebut dialiri oleh arus listrik. Pada Gambar 3.4 (b) terdapat material busa yang berfungsi sistem mekanik yang dapat memutus dan menyambungkan kontak. Pada Gambar 3.4 (c) terdapat bagian kontak yang terhubung dengan kontroler. Pada Gambar 3.4 (d) bagian ini ekuivalen dengan kepala tombol, sehingga bagian ini merupakan bagian yang mendapatkan tekanan langsung dari objek.



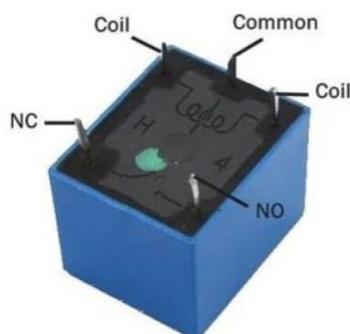
Gambar 3.4 Sensor posisi yang digunakan pada penelitian, (a) kontak lapisan tegangan, (b) lapisan busa berlubang, (c) kontak lapisan input, dan (d) lapisan karpet isolator

Kontroler terdiri dari berbagai bentuk serta jenis, namun kontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrokontroler bermerk Arduino dengan tipe Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 menggunakan prosesor ATmega2560 dengan 54 pin *input/output* digital sehingga arduino mega cocok untuk digunakan untuk keperluan sistem kontrol yang membutuhkan banyak pin *input/output*. Gambar 3.5 merupakan contoh gambar dari Arduino Mega 2560 yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3.5 Contoh gambar dari Arduino Mega 2560

Pada penelitian ini relay berfungsi sebagai pemutus tegangan untuk aktuator berupa lampu dalam sistem kontrol. Sinyal masukan untuk relay diatur oleh kontroler dan setiap lampu memiliki terhubung pada satu relay. Relay yang digunakan adalah relay dengan input 5V dan dapat menahan tegangan AC 220-240V. Gambar 3.5 merupakan contoh relay yang digunakan dalam penelitian.



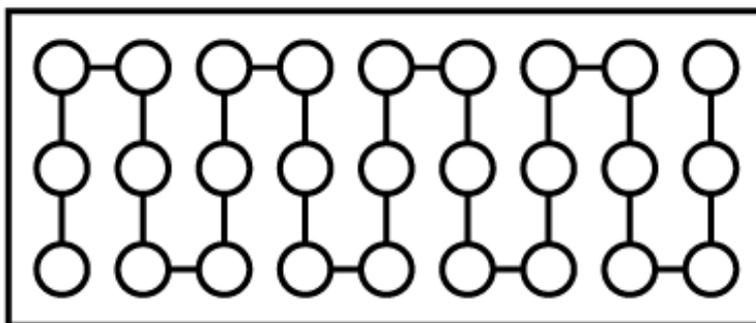
Gambar 3.6 Contoh relay dengan kondisi *normally open* (NO) dan *normally closed* (NC)

3.3.2 Uji Dan Karakterisasi Sensor Posisi Dan Lampu

Tahap uji komponen listrik dan karakterisasi lampu merupakan tahapan untuk mengetahui bagaimana kemampuan dan karakteristik dari lampu yang telah dipilih dan komponen yang akan digunakan pada penelitian. Pada tahap ini komponen listrik yang akan digunakan pada penelitian diberikan tes sederhana untuk mengetahui kemampuan dan keandalan dari komponen listrik. Selain itu, pada tahap ini lampu yang telah dipilih diukur untuk mengetahui bagaimana distribusi cahayanya.

3.3.2.1 Uji Dan Karakterisasi Sensor Posisi

Pada penelitian ini telah dilakukan beberapa pengujian dan pengecekan terhadap setiap komponen elektronik untuk memastikan keandalan dari setiap komponen elektronik yang digunakan. Khusus untuk sensor posisi terdapat uji dan karakterisasi karena sensor posisi yang digunakan belum teruji secara pasti. Hal yang diuji pada sensor posisi adalah pertama menguji keberjalanan kontak, kedua menguji sistem mekanik dari sensor dan ketiga menguji keberjalanan dari sensor secara utuh.



Gambar 3.7 Contoh konstruksi dari bagian lapisan tegangan kontak

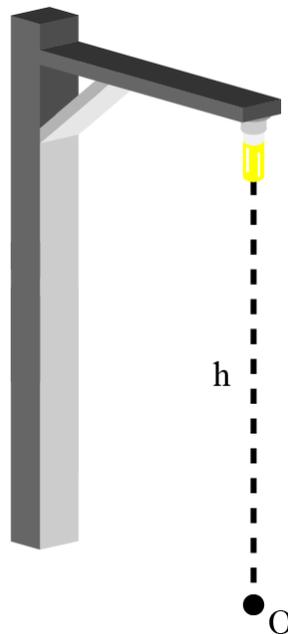
Kontak terdiri dari dua bagian komponen utama, yaitu: lapisan tegangan dan lapisan input. Gambar 3.7 merupakan contoh konstruksi bagian lapisan tegangan kontak dan lapisan input. Bagian ini terdiri dari konduktor yang dipasang pada rantai dan kabel yang menghubungkan setiap konduktor secara seri dan paralel. Pada bagian lapisan input, tembaga disebar diantara busa dan karpet. Tembaga yang disebar dibagi menjadi sebelas bagian sesuai dengan pembagian ruangnya. Sebelas bagian tersebut diberi alamat masing-masing (yaitu pin input pada kontroler) sehingga sensor berjalannya masing-masing namun tetap menjadi satu kesatuan.

Untuk menguji kontak, hal yang pertama dilakukan adalah menguji bagian lapisan tegangan dengan mengaliri arus listrik. Hal tersebut dilakukan untuk mengecek apakah setiap konduktor terhubung dengan baik atau tidak. Setelah itu, dilakukan uji sistem mekanik dari sensor dengan menekan sensor dengan beberapa beban. Dengan melakukan hal tersebut dapat diketahui batas tekanan minimal dari responsifitas sensor. Kemudian uji keberjalanan dari

sensor secara utuh dilakukan dengan menguji sinyal sensor pada sistem kontrol sederhana.

3.3.2.2 Karakterisasi Lampu

Karakterisasi lampu merupakan proses yang dilakukan dalam upaya mengetahui bagaimana karakteristik dari lampu tertentu. Terdapat tiga karakteristik yang menjadi fokus pada penelitian ini, yaitu: sebaran cahaya dari sebuah lampu pada ruangan, sebaran cahaya dari dua buah lampu identik pada ruangan, dan perbandingan antara lampu model dan lampu pembanding. Data sebaran cahaya dari sebuah lampu, tidak lain merupakan data perubahan *illuminance* terhadap perubahan x . Untuk mendapatkan data tersebut diperlukan serangkaian kegiatan sistematis dan terarah.



Gambar 3.8 *set-up* dari karaktersasi lampu sederhana yang digunakan dalam penelitian ini

Pada Gambar 3.8 terdapat statif setinggi empat meter yang dapat diubah ketinggian tangan statifnya. Pada tangan statif tersebut diletakkan sebuah dudukan lampu yang dapat diubah jumlah dan letaknya serta jenis dudukan lampu sesuai kebutuhan. Pada saat karakterisasi lampu, statif tersebut diletakkan pada bidang datar dengan area yang cukup luas dan minim sumber cahaya lain. Selain statif pada gambar tersebut terdapat luxmeter yang

merupakan alat ukur untuk menghitung *illuminance* yang dihasilkan oleh lampu yang diukur.

Mekanisme utama dari karakterisasi lampu pada penelitian ini mengikuti tiga hal. Hal yang pertama dilakukan adalah mengatur kondisi dudukan lampu. Kondisi dudukan lampu yang dipilih sesuai dengan kebutuhan karakterisasi lampu. Setelah itu, ketinggian tangan statif diatur sesuai dengan kebutuhan. Kemudian, *illuminance* diukur dengan menggunakan luxmeter yang diletakkan pada lantai dan tepat tegak lurus dengan lampu pada statif. Luxmeter tersebut diubah posisinya terhadap sesuai dengan kebutuhan karakterisasi lampu.

1. Sebaran cahaya dari sebuah lampu pada ruangan

Pada karakterisasi lampu ini, dudukan lampu yang digunakan adalah dudukan lampu E14 untuk lampu model dan E27 untuk lampu pembanding secara bergantian pada tangan statif. Tangan statif diletakkan pada tinggi yang beragam, yaitu: 3,5 m dan 2,7 m yang merupakan tinggi langit-langit laboratorium terhadap lantai dan meja, 2 m, 1,5 m dan 1 m yang merupakan representasi dari nilai tengah tinggi langit-langit, serta 0,35 m dan 0,27 m yang merupakan tinggi langit-langit laboratorium dengan skala satu banding sepuluh. Kemudian, perubahan *illuminance* lampu diukur dengan menggunakan luxmeter tepat dibawah lampu dan mengubah letak dari luxmeter dengan jarak 20 cm pada sumbu x.

2. Sebaran cahaya dari dua buah lampu pada ruangan

Pada karakterisasi ini, dudukan lampu yang digunakan adalah dua buah dudukan lampu E14 untuk lampu model dengan jarak d. Tangan statif diletakan pada ketinggian 2,7 m dan 0,27 m yang merupakan tinggi langit-langit laboratorium terhadap meja pada skala satu banding satu dan satu banding sepuluh. Pada ketinggian 2,7 m, d bernilai 2 m, 1,2 m, 0,8 m dan 0,4 m, sedangkan pada ketinggian 0,27 m d bernilai 0,2 m, 0,12 m, 0,08 m dan 0,04 m. Kemudian, perubahan *illuminance* lampu diukur dengan menggunakan luxmeter tepat di titik

tengah jarak antar lampu dan mengubah letak dari luxmeter dengan jarak 20 cm pada sumbu x.

3. Perbandingan antara lampu model dan lampu pembanding

Pada karakterisasi ini, data yang diperoleh dari sebaran cahaya pada ruangan dari lampu model dan lampu pembanding dibandingkan untuk mendapatkan faktor konversi dari model ke keadaan nyata.

3.3.3 Perancangan Tata Letak Lampu

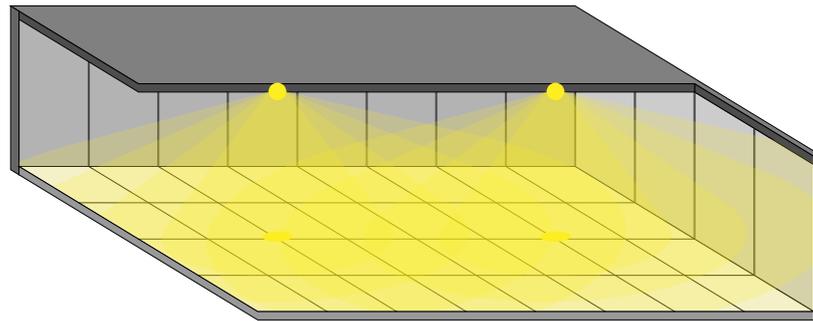
Pada tahap ini dilakukan perancangan tata letak lampu untuk mendapatkan *illuminance* pada bidang kerja yang paling optimal dan konsumsi energi yang rendah. Dengan data yang telah didapatkan dari karakterisasi lampu, perancangan awal tata letak lampu dilakukan dengan membuat sketsa pengaturan letak lampu dan sebaran cahayanya menggunakan proyeksi *beam angle* dari lampu. Setelah itu, *illuminance* dan konsumsi energi dari sketsa tersebut dihitung dengan menggunakan formula yang telah disiapkan. Jika *illuminance* dan konsumsi energi belum mencapai tingkat yang optimal maka akan dilakukan pembuatan sketsa lain dengan pengaturan lampu yang berbeda. Gambar 3.3 merupakan contoh sketsa dari tata letak 2 buah lampu pada ruangan.



(a)



(b)

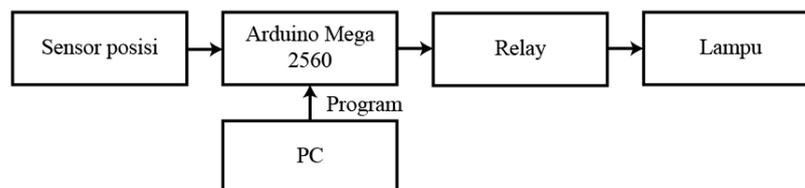


(c)

Gambar 3.9 Sketsa pada sumbu x dan sumbu y (a), sketsa pada sumbu z dan sumbu x atau sumbu y (a), dan (c) sketsa pada bidang tiga dimensi

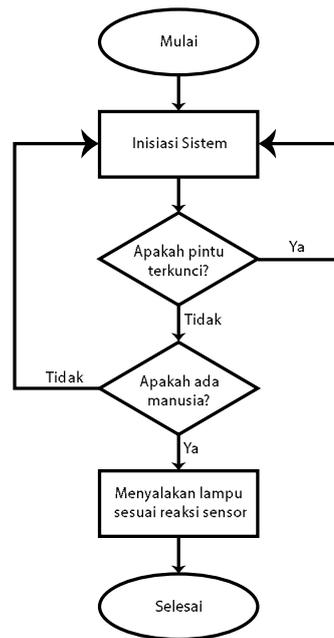
3.3.4 Perancangan Sistem Kontrol

Pada tahap ini, perancangan akan lebih fokus pada perancangan sistem untuk mengontrol lampu pada model fisik tata cahaya ruangan.



Gambar 3.10 Diagram blok dari penelitian

Pembuatan diagram rangkaian listrik dan diagram rangkaian sistem instrumen dilakukan secara manual. Untuk diagram dan skematik rangkaian pada breadboard virtual dapat dibantu oleh Fritzing. Pada tahap ini juga dilakukan pembuatan diagram alir algoritma program yang akan digunakan. Setelah itu, pembuatan program dilakukan pada IDE yang sesuai dengan mikrokontroler yang digunakan. Gambar 3.6 merupakan algoritma yang akan diimplementasikan pada sistem kontrol penelitian ini.



Gambar 3.11 Algoritma sistem kontrol penelitian ini

3.3.5 Pembuatan Model Fisik

Tahap ini menggabungkan semua elemen-elemen yang sudah dirancang untuk menjadi satu model fisik tata cahaya ruangan yang utuh. Dimensi ruang dari model fisik memiliki ukuran sebesar satu banding sepuluh dari dimensi ruangan laboratorium elektronika Universitas Pendidikan Indonesia. Terdapat beberapa tahapan utama pada pembuatan model fisik, yaitu: pertama adalah pembuatan fondasi dari model seperti lantai, dinding, atap, dan tiang, kedua adalah pembuatan detail interior dari model seperti meja dan pelapis dinding, ketiga adalah perangkaian fondasi dan interior sehingga model menjadi satu kesatuan, keempat adalah pengintegrasian komponen listrik seperti sensor, lampu kontroler dan kabel dengan model, dan kelima adalah penyesuaian yang diperlukan agar model menjadi lebih utuh.

3.3.6 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap pada saat data selama penelitian berlangsung dikumpulkan dan dirapihkan agar dapat dengan mudah dianalisis. Data yang dikumpulkan selama penelitian ini adalah berupa data uji sensor, data uji dan karakterisasi lampu, data uji mikrokontroler, data manufaktur model, dan data test

model. Setiap data diperoleh dengan caranya masing-masing menggunakan alat ukur atau sistem yang sesuai.

3.4 Analisis Data

Data uji sensor dan mikrokontroler diperoleh untuk mengetahui bagaimana kemampuan dan keandalan dari sensor posisi dan mikrokontroler yang digunakan pada sistem. Di lain sisi, data yang didapatkan dari proses uji dan karakterisasi lampu akan diolah menjadi data distribusi cahaya. Data tersebut dianalisis menggunakan model matematika hingga dapat digunakan untuk perancangan tata letak lampu. Sedangkan data yang didapatkan dari proses uji komponen akan dianalisis untuk menjadi acuan perancangan sistem kontrol. Untuk data dari model fisik yang telah diuji akan diplot kedalam grafik dan akan dianalisis bagaimana kinerja dari model.