PENGONTROLAN SINAR LAMPU UNTUK HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Disusun Oleh:

Boma Firmansyah NIM: 0032235

Ikmal Akbar NIM: 0032242

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGONTROLAN SINAR LAMPU UNTUK HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh:

Boma Firmansyah/00322335

Ikmal Akbar/0032242

Laporan akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Menyetujui,

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Enggar Hero Istoto, S. Si., M. En	I Made Andik Seiawan, M. Eng., Ph.D
Penguji 1	**Penguji 2**
Evvin Faristasari, M.Sc.	Titin Indriani, M.Pd

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Boma Firmansyah NIM: 0032235

Nama Mahasiswa 2 : Ikmal Akbar NIM: 0032242

Dengan Judul : PENGONTROLAN SINAR LAMPU UNTUK HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER.

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil karya kami sendiri dan tidak mengandung unsur plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan jujur, dan jika di kemudian hari terbukti melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Bangka, Sungailiat, 16 Juli 2025

Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1. Boma Firmansyah	.....
2. Ikmal Akbar	.....

ABSTRAK

Pertanian hidroponik modern membutuhkan system pencahayaan buatan yang dapat dikendalikan secara otomatis untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal, terutama dalam lingkungan indoor atau minim cahaya matahar. Proyek akhir ini merancang dan mengimplementasikan sistem pengontrolan sinar lampu berbasis mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan teknologi IoT (Internet of Things). Sistem ini menggunakan sensor cahaya LDR untuk mendeteksi intensitas pencahayaan di area tanaman, kemudian mikrokontroler ESP32 memproses data tersebut untuk mengendalikan lampu LED secara otomatis. Selain itu, sistem dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi untuk memungkinkan pemantauan dan pengontrolan jarak jauh melalui aplikasi atau perangkat seluler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga intensitas cahaya dalam kisaran optimal dan memberikan fleksibilitas kontrol bagi pengguna melalui jaringan internet. Dengan memanfaatkan ESP32 sebagai pusat kendali, sistem ini membuktikan efektivitas teknologi IoT dalam mendukung otomasi pertanian hidroponik.

Kata Kunci: *ESP32, Hidroponik, IoT, LED, Sensor Cahaya LDR.*

ABSTRACT

Modern hydroponic farming requires an artificial lighting system that can be controlled automatically to ensure optimal plant growth, especially in indoor environments or those with minimal sunlight. This final project designs and implements a light control system based on the ESP32 microcontroller integrated with IoT (Internet of Things) technology. This system uses an LDR light sensor to detect the light intensity in the plant area, then the ESP32 microcontroller processes the data to automatically control the LED lights. In addition, the system is equipped with Wi-Fi connectivity to enable remote monitoring and control via an application or mobile device. Test results show that the system is able to maintain light intensity within the optimal range and provides control flexibility for users through the internet network. By utilizing the ESP32 as a control center, this system proves the effectiveness of IoT technology in supporting hydroponic farming automation.

Keywords: *ESP32, Hyroponic, IoT, LDR Light Sensor, LED.*

KATA PENGANTAR

Kami mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, yang memungkinkan kami untuk menyelesaikan proyek akhir dan pengembangan berjudul "PENGONTROLAN SINAR LAMPU UNTUK HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER " ini dengan baik.

Laporan ini disusun sebagai bentuk dokumentasi dan pemaparan dari hasil kegiatan proyek akhir atau pengembangan sistem otomatisasi pada instalasi hidroponik. Fokus utama dalam laporan ini adalah pemanfaatan teknologi mikrokontroler, khususnya ESP32, dalam mengatur intensitas cahaya buatan untuk mendukung proses fotosintesis tanaman secara optimal, terutama saat intensitas cahaya alami tidak mencukupi.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih memiliki beberapa kekurangan, oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk penyempurnaan proyek ini di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca serta menjadi referensi untuk pengembangan teknologi kesehatan yang lebih inovatif.

Melalui kata pengantar ini, kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam meluangkan waktu dan pemikirannya sehingga proyek akhir ini dapat diselesaikan. Berikut pihak-pihak yang terlibat dalam penulisan proyek akhir ini.

1. Dengan izin dan bantuan Allah SWT, proyek akhir ini dapat diselesaikan.
2. Kepada orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan dukungan selama masa kuliah serta dalam proses pembuatan proyek akhir.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D, yang menjabat sebagai Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Zanu Saputra, M.Tr. T, yang merupakan Kepala Jurusan Rekayasa Elektro dan Industri Pertanian di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Ibu Novitasari, M.Pd, yang menjabat sebagai Kepala Program Studi D-III

Teknik Elektronika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Bapak Enggar Hero Istoto, S. Si., M. En sebagai Dosen Pembimbing 1, yang selalu meluangkan waktu untuk memberikan saran dan masukan dalam pelaksanaan pembuatan proyek akhir.
7. Ibu I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D, sebagai Dosen Pembimbing 2, yang juga meluangkan waktu untuk memberikan saran dan masukan dalam pembuatan proyek akhir ini.
8. Bapak Zanu Saputra, S.T., M.Tr.T, yang berperan sebagai Wali Dosen 3 EB.
9. Kepada semua rekan-rekan yang sedang berjuang dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Dan kepada semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungannya.

Mohon maaf apabila untuk segala kekurangan yang ada dalam penulisan laporan proyek akhir ini, baik didalam isi, maupun dalam pengetikan, karena proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah turut serta memberi saran dalam proyek akhir ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan berkah dan kesuksesan bagi penulis dan pembaca.

Wassaalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sungailiat, 16 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT ii
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
BAB II DASAR TEORI 5
2.1 Mikrokontroler ESP32 5
2.2 Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) 6
2.3 Lampu LED DC 6
2.4 Sistem Hidroponik 7
2.5 Relay 9
2.6 IoT (*Internet of Things*) 10
BAB III METODE PELAKSANAAN 11
3.1 Analisis Kebutuhan 12
3.2 Studi Literatur dan Pengolahan Data 12
3.3 Perancangan Sistem Alat 13
3.3.1 Perancangan Mekanik 13
3.3.2 Perancangan Rangkaian Elektrikal 14
3.4 Pengujian Alat 14

3.5 Evaluasi dan Perbaikan 15
3.6 Pembuatan Laporan Proyek Akhir 16
BAB IV PEMBAHASAN 17
4.1 Deskripsi Alat.....17
4.2 Hasil Pembuatan Konstruksi Secara Mekanik 18
4.3 Hasil Pembuatan Rangkaian Pengontrolan Sinar Lampu untuk Hidroponik Berbasis Mikrokontroler.....18
4.3.1 Rangkaian ESP32 ke Relay 19
4.3.2 Rangkaian ESP32 ke Relay dan Sensor Cahaya LDR ...19
4.3.3 Rangkaian Keseluruhan Sensor.....20
4.4 Hasil Pembuatan Software Tampilan IoT Pada Blynk 21
4.5 Pengujian Kontrol Sensor 22
4.6 Pengujian Alat Secara Keseluruhan 23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 25
5.1 KESIMPULAN 25
5.2 SARAN 25
DAFTAR PUSTAKA 27
LAMPIRAN DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....29

DAFTAR TABEL

4.1 Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan 24

DAFTAR GAMBAR

2.1 ESP32 5
2.2 Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) 6
2.3 Lampu LED DC 7
2.4 Blok Diagram Sistem Pengontrolan Lampu Hidroponik Otomatis 8
2.5 Modul Relay 9
2.6 Konsep IoT 10
3.1 Tahap Pelaksanaan 11
3.2 Perancangan Desain Konstruksi 13
3.3 Blok Diagram Rancangan Perangkaian 14
4.1 Hasil Pembuatan Konstruksi Secara Mekanik 18
4.2 Rangkaian ESP32 ke Relay 19
4.3 Rangkaian ESP32 ke Relay dan Sensor Cahaya LDR 20
4.4 Rangkaian Keseluruhan Sensor 20
4.5 Tampilan Pengontrolan Lampu di Aplikasi Blynk 21
4.6 Pengujian Kontrol Sensor 22

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Daftar Riwayat Hidup 29

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam sektor pertanian telah mendorong munculnya metode budidaya alternatif, salah satunya adalah sistem hidroponik. Hidroponik merupakan teknik penanaman yang tidak menggunakan media tanah, melainkan larutan nutrisi sebagai sumber hara utama bagi tanaman [1]. Metode ini dinilai sangat sesuai untuk diterapkan di wilayah perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan, seperti area rumah tinggal, atap bangunan, atau rumah kaca berskala kecil [2].

Salah satu faktor esensial dalam sistem hidroponik adalah pencahayaan, yang berperan penting dalam mendukung proses fotosintesis. Namun, keterbatasan cahaya alami, khususnya pada lingkungan *indoor* atau lokasi dengan pencahayaan terbatas menjadi tantangan tersendiri dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Cahaya yang tidak mencukupi dapat menyebabkan tanaman mengalami stres, pertumbuhan yang lambat, hingga gagal panen [3]. Untuk memenuhi kebutuhan cahaya tersebut, lampu LED khusus (*grow light*) ataupun lampu biasa sering digunakan sebagai alternatif pengganti sinar matahari.

Meskipun demikian, pengoperasian lampu secara terus-menerus tanpa pengaturan yang tepat dapat menimbulkan komsumsi energi berlebih dan berdampak negatif pada tanaman. Penggunaan lampu LED yang tidak terkontrol tidak hanya meningkatkan biaya listrik, tetapi juga berpotensi menimbulkan pencahayaan yang berlebihan yang dapat menganggu siklus tumbuh tanaman. Oleh sebab itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu menyesuaikan waktu dan intensitas pencahayaan secara efisien berdasarkan kondisi lingkungan sekitar.

Solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) yang terintegrasi dengan mikrokontroler seperti ESP32. Sensor ini bertugas mendeteksi intensitas cahaya di sekitar tanaman, sementara mikrokontroler mengatur nyala atau mati lampu secara otomatis. Ketika intensitas

cahaya di bawah ambang batas tertentu, sistem akan menyalakan lampu, dan sebaliknya, akan mematikannya saat pencahayaan alami sudah mencukupi. Dengan cara ini, energi dapat digunakan secara lebih efisien, dan pertumbuhan tanaman tetap optimal.

Berdasarkan proyek sebelumnya, proyek ini menawarkan kontribusi baru dalam pengembangan sistem otomatisasi pencahayaan hidroponik melalui integrasi mikrokontroler ESP32, sensor LDR, dan platform IoT berbasis Blynk. Sistem ini tidak hanya mampu mengatur pencahayaan secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya lingkungan, tetapi juga memberikan kontrol manual jarak jauh melalui *smartphone*. Penerapan dua sensor cahaya memungkinkan pemantauan multi-zona, sementara waktu respon sistem yang cepat (biasanya <1 detik) serta penggunaan komponen yang sederhana menjadikan rancangan ini efisien, mudah direplikasi, dan relevan untuk diterapkan dalam skala pertanian rumah tangga. Dengan demikian, sistem ini mendukung penerapan teknologi tepat guna dalam pertanian cerdas yang hemat energi dan adaptif terhadap kondisi lingkungan.

Melalui perancangan sistem ini, diharapkan dapat tercipta pengelolaan pencahayaan yang hemat energi, efektif, dan mampu meningkatkan produktivitas pertanian hidroponik skala kecil hingga menengah. Oleh karena itu, proyek akhir ini berfokus pada pengembangan sistem otomatisasi PENGONTROLAN SINAR LAMPU UNTUK HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER sebagai bentuk kontribusi terhadap pertanian berkelanjutan yang berbasis teknologi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, dapat diidentifikasikan sejumlah isu yang mendasari dilakukannya proyek akhir dan pengembangan sistem ini. Permasalahan tersebut dirumuskan dalam bentuk pertanyaan, sebagai berikut:

1. Bagaimana proses perancangan sistem otomatisasi pencahayaan pada instalasi hidroponik yang dikendalikan oleh mikrokontroler?
2. Bagaimana mekanisme kerja sensor cahaya LDR dalam mengukur intensitas pencahayaan dilingkungan sekitar?

3. Sejauh mana data dari sensor LDR memengaruhi pengambilan keputusan sistem dalam menghidupkan atau mematikan lampu secara otomatis?

1.3 Tujuan Penelitian

Proyek akhir ini bertujuan untuk mencapai beberapa hal sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi pencahayaan pada instalasi hidroponik dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Sistem ini menggunakan sensor cahaya LDR untuk membaca intensitas cahaya lingkungan. Ketika intensitas cahaya berada di bawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan, ESP32 akan mengaktifkan modul relay guna menyalakan lampu secara otomatis. Perancangan sistem dilakukan menggunakan rangkaian elektronik sederhana dan diprogram melalui platform Arduino IDE.
2. Menganalisis prinsip kerja sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yang beroperasi berdasarkan perubahan resistansi akibat variasi intensitas cahaya. Sensor ini menghasilkan nilai analog yang dibaca oleh mikrokontroler, kemudian dibandingkan dengan nilai ambang. Apabila kondisi lingkungan terdeteksi gelap, sistem secara otomatis mengaktifkan pencahayaan. Dengan demikian, sensor LDR menjadi komponen utama dalam mendeteksi kondisi pencahayaan dan memicu respons sistem.
3. Mengevaluasi performa sistem yang dirancang melalui pengujian terhadap kecepatan dan akurasi respon terhadap perubahan cahaya. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan kemampuan untuk merespons perubahan intensitas cahaya dengan cepat (kurang dari 1 detik) dan bekerja secara otomatis sesuai kondisi siang atau malam. Efisiensi energi juga tercapai karena lampu hanya menyala saat diperlukan, serta sistem menunjukkan kestabilan operasi selama masa pengujian tanpa gangguan yang signifikan.

1.4 Manfaat Penelitian

Proyek akhir ini memberikan kontribusi nyata dalam mendukung efisiensi dan kemudahan pengelolaan pencahayaan pada sistem hidroponik, khususnya bagi

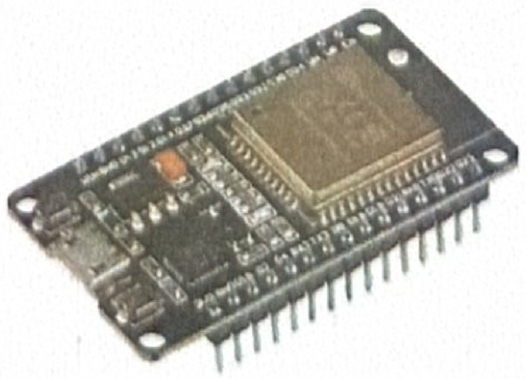
pengguna di lingkungan rumah tangga atau kawasan urban dengan akses cahaya alami terbatas. Dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor cahaya LDR, dan platform IoT, sistem yang dirancang memungkinkan pengendalian dan pemantauan lampu secara otomatis maupun manual dari jarak jauh, sehingga mampu menghemat energi dan meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman. Selain manfaat praktis, proyek akhir ini juga memiliki nilai akademis sebagai acuan untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang otomatisasi pertanian berbasis teknologi, khususnya dalam penerapan *Internet of Things* dan sistem kendali berbasis mikrokontroler.

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah sebuah chip mikrokontroler yang dilengkapi dengan konektivitas WiFi 2.4 GHz dan Bluetooth, dirancang menggunakan teknologi 40 nm untuk memberikan efisiensi daya dan kinerja radio yang optimal. Chip ini dikenal memiliki daya tahan, fleksibilitas, dan keandalan tinggi dalam berbagai aplikasi serta kondisi penggunaan daya (*Espressif Systems*, 2019). ESP32 mendukung mode ganda WiFi dan Bluetooth yang memudahkan pengguna dalam merancang berbagai sistem dan proyek berbasis *Internet of Things* (IoT). Dikembangkan oleh *Espressif Systems*, ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 dengan sejumlah peningkatan fitur dan performa dibandingkan generasi sebelumnya [4].

ESP32 dibekali dengan prosesor dual-core Tensilica Xtensa LX6 yang mampu berjalan hingga 240 MHz, serta didukung oleh memori SRAM berkapasitas besar, sehingga mampu menangani pemrosesan data dengan cepat dan efisien. Mikrokontroler ini juga menyediakan berbagai jenis antarmuka komunikasi, seperti Wi-Fi, Bluetooth (baik Classic maupun BLE), serta protokol umum seperti UART, SPI, dan I2C. Tak hanya itu, antarmuka analog seperti ADC dan DAC juga tersedia. Ditambah lagi, fitur seperti PWM (Pulse Width Modulation) dan GPIO (General Purpose Input/Output) memberikan fleksibilitas tinggi dalam merancang beragam perangkat elektronik yang saling terhubung [5].

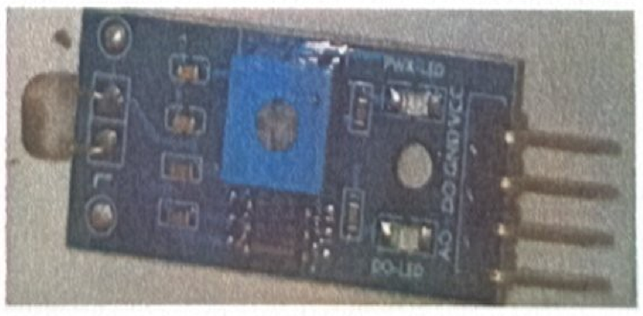


Gambar 2.1 ESP32

2.2 Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

Sensor LDR atau sensor cahaya merupakan komponen elektronika yang berfungsi mengubah intensitas cahaya menjadi sinyal listrik. LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah jenis resistor yang sensitif terhadap cahaya, di mana nilai resistansinya berubah tergantung pada jumlah cahaya yang mengenainya. Ketika tidak ada cahaya, resistansi LDR sangat tinggi (mencapai sekitar 10 MΩ), namun akan menurun secara signifikan menjadi sekitar 1 KΩ saat terkena cahaya. LDR biasanya digunakan dalam rangkaian pembagi tegangan untuk mengatur perubahan intesitas cahaya secara analog melalui pin ADC pada mikrokontroler (Novianty, Lubis, & Tony, 2012: 1) [6].

Dalam penerapannya, LDR banyak digunakan dalam sistem otomatisasi yang memerlukan respons terhadap perubahan pencahayaan, seperti lampu otomatis, dan sistem kendali lampu dalam aplikasi hidroponik. Pada sistem hidroponik, sensor ini berperan untuk mendeteksi kondisi pencahayaan di sekitar tanaman. Ketika intensitas cahaya berkurang misalnya saat cuaca mendung atau malam hari LDR akan mengirimkan sinyal analog ke mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian mengaktifkan lampu LED untuk memberikan pencahayaan tambahan. Sebaliknya, ketika cahaya alami mencukupi, sistem akan secara otomatis mematikan lampu guna menghemat energi [7].



Gambar 2.2 Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*)

2.3 Lampu LED DC

Lampu arus searah (DC), khususnya jenis Light Emitting Diode (LED) grow light, merupakan sumber cahaya buatan yang banyak dimanfaatkan dalam sistem hidroponik berbasis ruangan tertutup. Lampu ini bekerja dengan arus searah dan sangat kompatibel untuk dikendalikan melalui sistem berbasis mikrokontroler, baik menggunakan modul relay maupun transistor switching. Dalam konteks

budidaya hidroponik, lampu LED berperan sebagai pengganti sinar matahari terutama ketika tanaman tidak mendapatkan cukup cahaya alami, seperti pada malam hari atau dalam kondisi lingkungan tertutup [8].

Salah satu keunggulan utama dari lampu LED DC adalah efisiensinya dalam penggunaan energi. Penelitian menunjukkan bahwa LED mampu menyediakan intensitas cahaya yang memadai untuk mendukung pertumbuhan tanaman dengan konsumsi daya yang lebih rendah dibandingkan lampu konvensional [8].

Pada sistem otomasi pencahayaan hidroponik, penggunaan lampu LED DC semakin optimal karena dapat dikontrol secara digital melalui mikrokontroler seperti ESP32. Dengan bantuan sensor cahaya seperti *Light Dependent Resistor* (LDR), mikrokontroler dapat membaca intensitas cahaya di lingkungan sekitar tanaman dan secara otomatis mengaktifkan atau mematikan lampu sesuai kebutuhan pencahayaan tanaman, memungkinkan efisiensi energi yang lebih baik dan pencahayaan yang lebih konsisten [9].



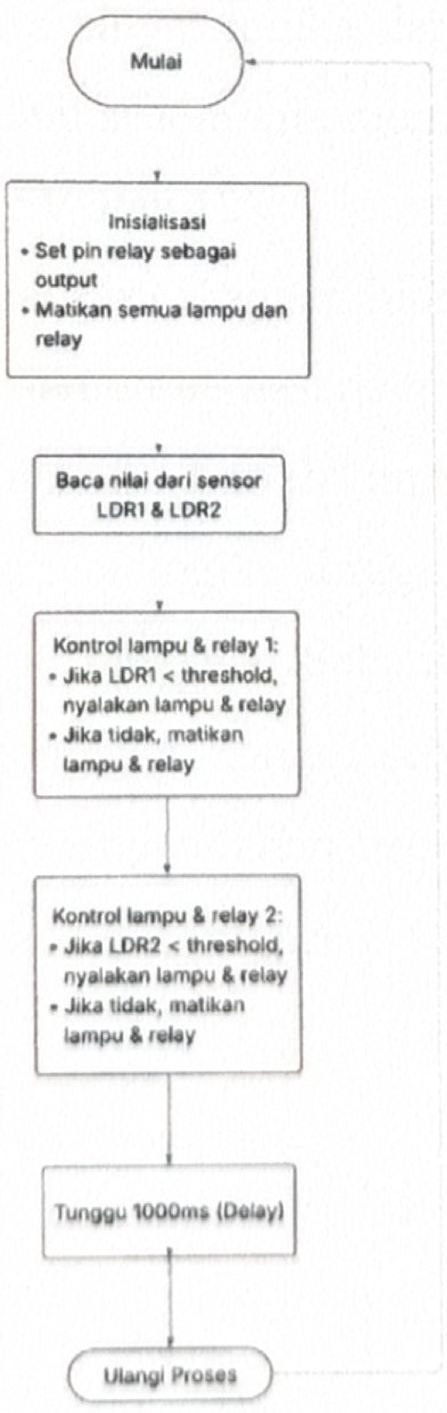
Gambar 2.3 Lampu LED DC

2.4 Sistem Hidroponik

Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam, melainkan memanfaatkan larutan air yang telah diberikan unsur hara esensial atau nutrisi tertentu. Dalam sistem ini, akar tanaman umumnya ditempatkan langsung pada larutan nutrisi atau media tanam netpot. Media tersebut berfungsi sebagai penyangga fisik bagi tanaman, namun tidak menyediakan nutrisi secara aktif [10]. Metode ini semakin banyak diterapkan karena dinilai lebih efisien dalam penggunaan air dan ruang, serta dapat diaplikasikan di berbagai lokasi, baik di dalam ruang (*indoor*) maupun di luar ruangan (*outdoor*), termasuk di Kawasan perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan [11].

Salah satu komponen vital dalam keberhasilan sistem hidroponik adalah pencahayaan, terutama pada sistem tanam dalam ruangan yang tidak memperoleh sinar matahari secara langsung. Cahaya berperan penting dalam mendukung proses fotosintesis, yaitu mekanisme biologis yang memungkinkan tanaman menghasilkan energi dan nutrisi untuk pertumbuhannya [12]. Oleh karena itu, dalam praktik hidroponik modern, sumber cahaya buatan seperti lampu LED digunakan sebagai substitusi sinar matahari. Intensitas dan lama penyinaran harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik setiap jenis tanaman serta tahapan pertumbuhannya agar hasil yang diperoleh optimal [13].

Melalui pemanfaatan sensor dan mikrokontroler, sistem hidroponik menjadi lebih efisien dan membutuhkan intervensi manual yang minimal. Inovasi ini mendukung terciptanya sistem pertanian cerdas (*smart farming*) yang tidak hanya berkelanjutan dan hemat sumber daya, tetapi juga dapat diakses dan diterapkan secara luas oleh masyarakat umum, termasuk dalam skala rumah tangga [14].



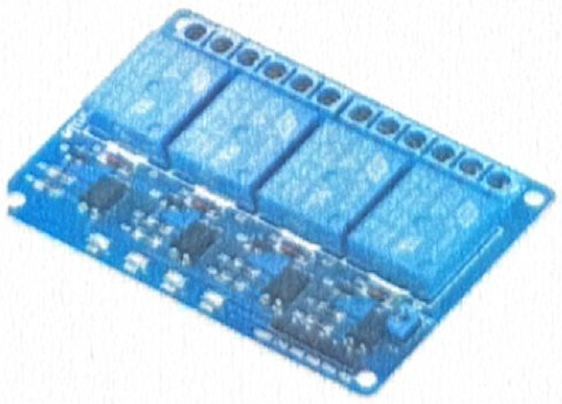
Gambar 2.4 Blok Diagram Sistem Pengontrolan Lampu Hidroponik Otomatis.

2.5 Relay

Relay merupakan suatu komponen elektromekanis yang berfungsi sebagai saklar otomatis, di mana aliran arus listrik berarus rendah dapat digunakan untuk mengontrol sirkuit berdaya lebih tinggi. Komponen ini terdiri dari kumparan elektromagnetik dan satu atau beberapa kontak saklar. Ketika arus mengalir melalui kumparan, terbentuk medan magnet yang menggerakkan armature (tuas logam), sehingga mengubah posisi kontak dan memungkinkan arus besar mengalir melalui sirkuit utama [15].

Dalam sistem berbasis mikrokontroler, seperti pengendali pencahayaan pada sistem hidroponik otomatis, relay memainkan peran penting sebagai penghubung antara sirkuit logika berdaya rendah dan beban listrik berdaya tinggi. Mikrokontroler seperti ESP32 tidak memiliki kapasitas arus dan tegangan yang cukup untuk langsung mengendalikan perangkat seperti lampu LED 12V atau 220V. Oleh karena itu, relay digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan beban tersebut dengan perantara sinyal logika dari mikrokontroler [16]. Modul relay yang sering digunakan dalam sistem ini umumnya berjenis 1-channel atau 2-channel dengan tegangan kerja 5V atau 12V.

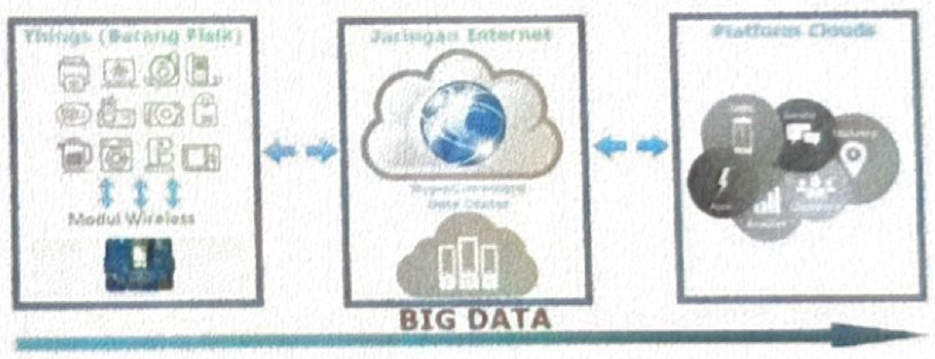
Dalam sistem otomatisasi pencahayaan hidroponik, relay berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan lampu berdasarkan data dari sensor cahaya seperti LDR. Ketika intensitas cahaya di bawah ambang yang telah ditentukan, mikrokontroler mengirimkan sinyal logika tinggi ke input relay, menyebabkan kontak relay tertutup dan lampu menyala. Sebaliknya, saat cahaya mencukupi, sinyal dimatikan dan relay membuka kontak sehingga lampu padam. Dengan demikian, relay memungkinkan pengendalian beban listrik secara efisien, aman, dan fleksibel dalam berbagai aplikasi otomasi, termasuk pada sektor pertanian modern [9].



Gambar 2.5 Modul Relay

2.6 IoT (*Internet of Things*)

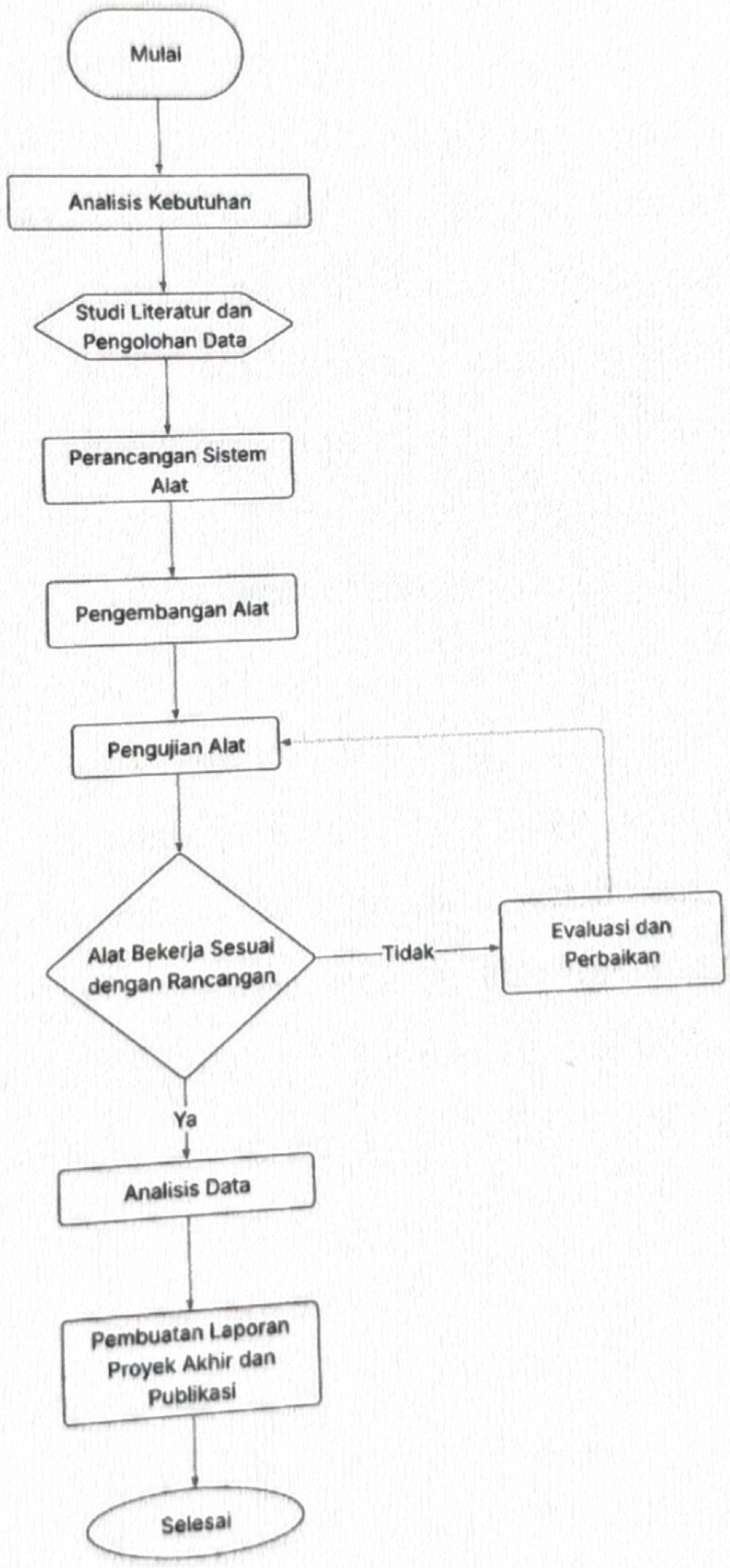
Internet of Things, yang sering disingkat sebagai IoT, merupakan konsep yang melibatkan objek-objek sehari-hari yang terhubung ke internet dan dapat saling mengidentifikasi dengan perangkat lainnya. *Internet of Things* terdiri dari dua komponen utama, yaitu Internet, yang merupakan sistem jaringan komputer yang saling terhubung melalui protokol internet standar (TCP/IP) untuk melayani pengguna, dan *Things*, yang merujuk pada objek atau perangkat. Prinsip dasar dari IoT melibatkan lima media yang berfungsi untuk mempermudah aktivitas manusia sehari-hari. Teknologi ini sering diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, energi, lingkungan, otomatisasi rumah, pemerintahan, individu, dan kesehatan. Jika teknologi IoT ini dapat direalisasikan, maka akan sangat memudahkan aktivitas manusia sehari-hari tanpa perlu mengoperasikan setiap alat atau mesin secara manual; perangkat yang dilengkapi dengan teknologi IoT akan berfungsi secara otomatis [17].



Gambar 2.6 Konsep IoT

BAB III
METODE PELAKSANAAN

Dalam proses pelaksanaan proyek akhir yang berjudul "Pengontrolan Sinar Lampu Untuk Hidroponik Berbasis Mikrokontroler", dilakukan serangkaian tahapan penelitian yang bertujuan untuk mempermudah proses pembuatan proyek akhir ini.



Gambar 3.1 Tahap Pelaksanaan

3.1 Analisis Kebutuhan

Pada tahap awal proyek akhir ini dilakukan analisis kebutuhan untuk memastikan sistem pengontrolan sinar lampu hidroponik berbasis mikrokontroler ESP32 dapat berjalan secara optimal. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor LDR, kemudian mengendalikan nyala atau mati lampu LED secara otomatis melalui modul relay. Mikrokontroler ESP32 dipilih karena mendukung konektivitas Wi-Fi dan dapat diprogram untuk mengelola data sensor. Sistem juga dilengkapi dengan aplikasi Blynk berbasis IoT untuk memantau dan mengontrol perangkat dari jarak jauh.

Kebutuhan utama dalam proyek ini meliputi perangkat keras seperti ESP32, sensor LDR, modul relay, lampu LED, serta adaptor. Dari sisi perangkat lunak, digunakan Arduino IDE untuk pemrograman dan Blynk untuk antarmuka pengguna. Sistem ini dituntut memiliki fungsionalitas otomatisasi pencahayaan, efisiensi energi, dan kemudahan penggunaan. Selain itu, dibutuhkan stabilitas dan keandalan dalam pengoperasian jangka panjang agar dapat mendukung pertumbuhan tanaman hidroponik secara berkelanjutan.

3.2 Studi Literatur dan Pengolahan Data

Setelah dilakukan analisis kebutuhan, tahap selanjutnya adalah studi literatur dan pengolahan data. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh pemahaman teoritis mengenai komponen dan sistem yang digunakan dalam proyek ini. Kajian dilakukan terhadap berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah, serta laporan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan teknologi mikrokontroler, sensor cahaya LDR, modul relay, sistem pencahayaan LED, serta penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pertanian hidroponik. Studi ini bertujuan untuk memperkuat dasar perancangan sistem otomatisasi pencahayaan yang efisien dan adaptif terhadap kondisi pencahayaan lingkungan.

Setelah informasi dan referensi terkumpul, dilakukan proses pengolahan data untuk menentukan parameter-parameter penting yang dibutuhkan dalam sistem. Pengolahan data ini meliputi penentuan nilai ambang intensitas cahaya yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman, analisis karakteristik sensor LDR dalam

menghasilkan data analog, serta pemetaan logika kendali untuk mengatur relay secara otomatis. Hasil dari tahap ini menjadi acuan dalam penyusunan program mikrokontroler dan perancangan keseluruhan sistem kendali pencahayaan hidroponik.

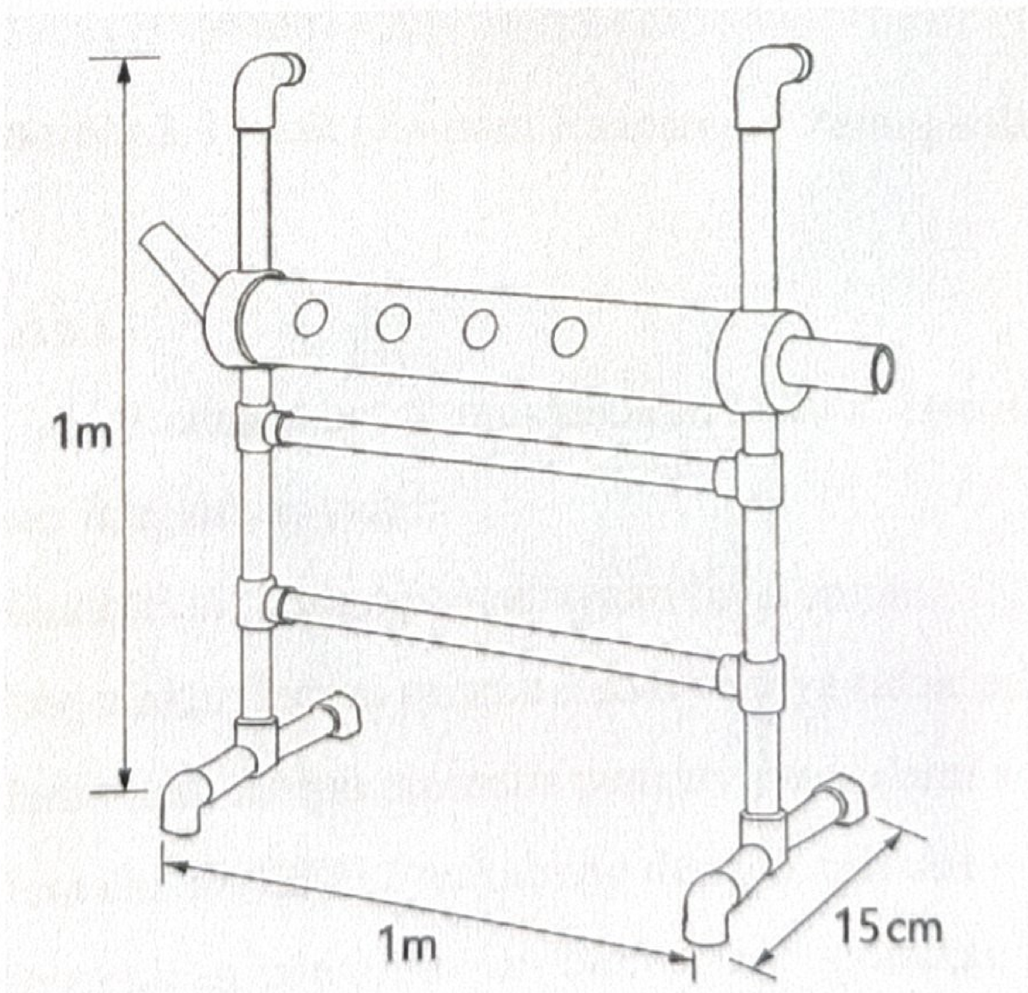
3.3 Perancangan Sistem Alat

Perancangan alat ini mencakup dua aspek utama, yaitu perancangan mekanik dan perancangan elektrikal.

3.3.1 Perancangan Mekanik

Tahapan pertama dalam perancangan alat pada proyek akhir ini dimulai dengan menyusun rancangan desain konstruksi fisik menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor*. Desain ini mencakup struktur alat untuk mengontrol lampu pada tanaman hidroponik. Perancangan dilakukan agar sensor dapat terintegrasi dengan baik serta memudahkan untuk mengontrol lampu bagi pengguna.

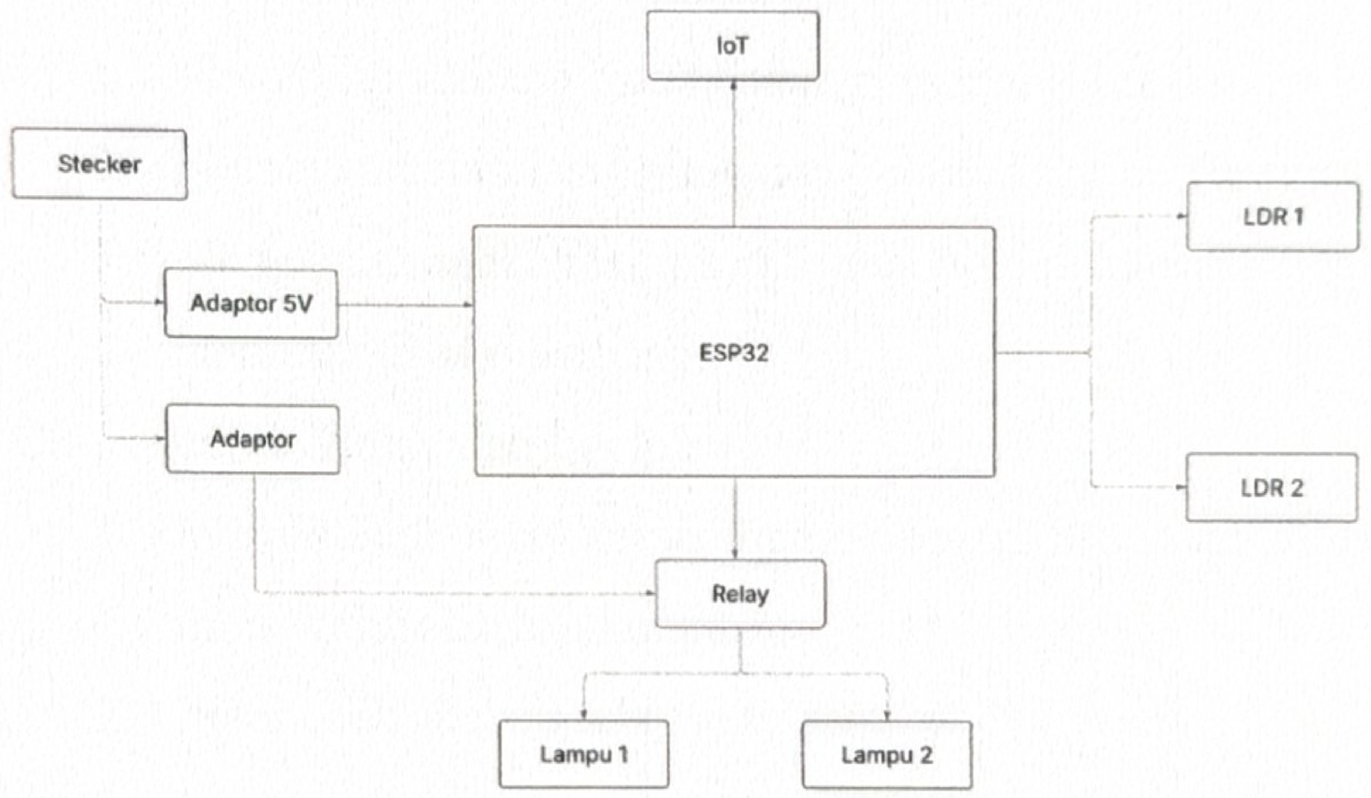
Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah pipa paralon dengan ukuran 100x100 cm yang berfungsi sebagai rangka utama dan memiliki dudukan kaki dengan Panjang 15 cm. Rincian mengenai desain dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Perancangan Desain Konstruksi.

3.3.2 Perancangan Rangkaian Elektrikal

Tahap perencanaan sistem kontrol dalam proyek akhir ini dilaksanakan dengan memanfaatkan aplikasi simulasi Fritzing. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk memvisualisasikan dan mengidentifikasikan konfigurasi wiring atau jalur kelistrikan yang diperlukan dalam desain elektronik. Rangkaian ini digunakan untuk melakukan pengontrolan sistem otomatis pada lampu untuk tanaman hidroponik. Untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai sistem kelistrikan yang dirancang, berikut ini disajikan skema blok diagram yang mempresentasikan hubungan antar komponen dalam proyek akhir ini.



Gambar 3.3 Blok Diagram Rancangan Perangkaian.

3.4 Pengujian Alat

Pengujian alat ini adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat berkerja sesuai dengan fungsinya, yaitu:

1. Mendeteksi tingkat pencahayaan lingkungan.
2. Menyalakan lampu otomatis saat cahaya tidak mencukupi
3. Mematikan lampu otomatis pencahayaan alami sudah tercukupi.
4. Memastikan ESP32 terhubung dengan aplikasi Blynk.
5. Memastikan pengontrolan lampu menggunakan aplikasi Blynk berjalan dengan baik.
6. Memastikan bahwa relay, sensor LDR, dan mikrokontroler

bekerja secara sinkron.

Terdapat juga langkah pengujian sebagai berikut:

A. Pengujian Sensor Cahaya
    1. Tempatkan sensor LDR dibawah cahaya terang.
    2. Saat lampu mati maka LDR berfungsi dengan baik.
    3. Tutupi sensor agar kondisi menjadi gelap.
    4. Saat lampu menyala maka LDR berfungsi dengan baik

    Tujuan: Memastikan bahwa LDR merespon perubahan intensitas cahaya dengan baik.

B. Pengujian ambang batas cahaya (Treshold)
    1. Ubah nilai ambang batas dalam program (threshold = 2000).
    2. Melakukan simulasi terang dan gelap di sekitar sensor.
    3. Mengamati apakah lampu aktif saat nilai di bawah ambang dan mati saat di atas ambang.

C. Pengujian Relay dan Lampu
    1. Memastikan relay tersambung dengan benar ke pin output mikrokontroler dan lampu.
    2. Mengecek apakah relay aktif saat kondisi gelap.
    3. Mengecek apakah relay nonaktif (lampu mati) saat kondisi terang.

D. Pengujian Keseluruhan Sistem
    1. Menempatkan alat pada area tanaman hidroponik.
    2. Mengamati bagaimana alat bekerja.
    3. Jarak yang diperlukan untuk mengontrol lampu menggunakan aplikasi Blynk kurang dari 20 meter.

3.5 Evaluasi dan Perbaikan

Setelah melaksanakan pengujian, penulis melakukan analisis terhadap data hasil pengujian secara menyeluruh dengan tujuan untuk mengevaluasi hasil pengujian alat secara keseluruhan. Apabila terdapat kekurangan, maka perbaikan akan dilakukan.

3.6 Pembuatan Laporan Proyek Akhir

Tahap terakhir dalam pembuatan alat ukur ini adalah penyusunan laporan tugas akhir serta publikasi hasil proyek. Semua data, analisis, kesimpulan, dan kritik serta saran yang diperoleh selama proses pembuatan alat dirangkum untuk memberikan informasi yang komprehensif mengenai alat yang telah dibuat. Laporan ini mencakup latar belakang, tujuan, rumusan masalah, landasan teori, metode pelaksanaan, pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Publikasi dilakukan sebagai bagian dari syarat kelulusan tugas akhir.

BAB IV
PEMBAHASAN

Dalam bab ini, akan dibahas mengenai proses pembuatan proyek akhir, yang dimulai dengan perancangan dan pembuatan konstruksi alat, diikuti dengan perancangan dan pembuatan sistem control, serta pengujian keseluruhan alat dan analisis data yang dilakukan sebagai berikut.

4.1 Deskripsi Alat

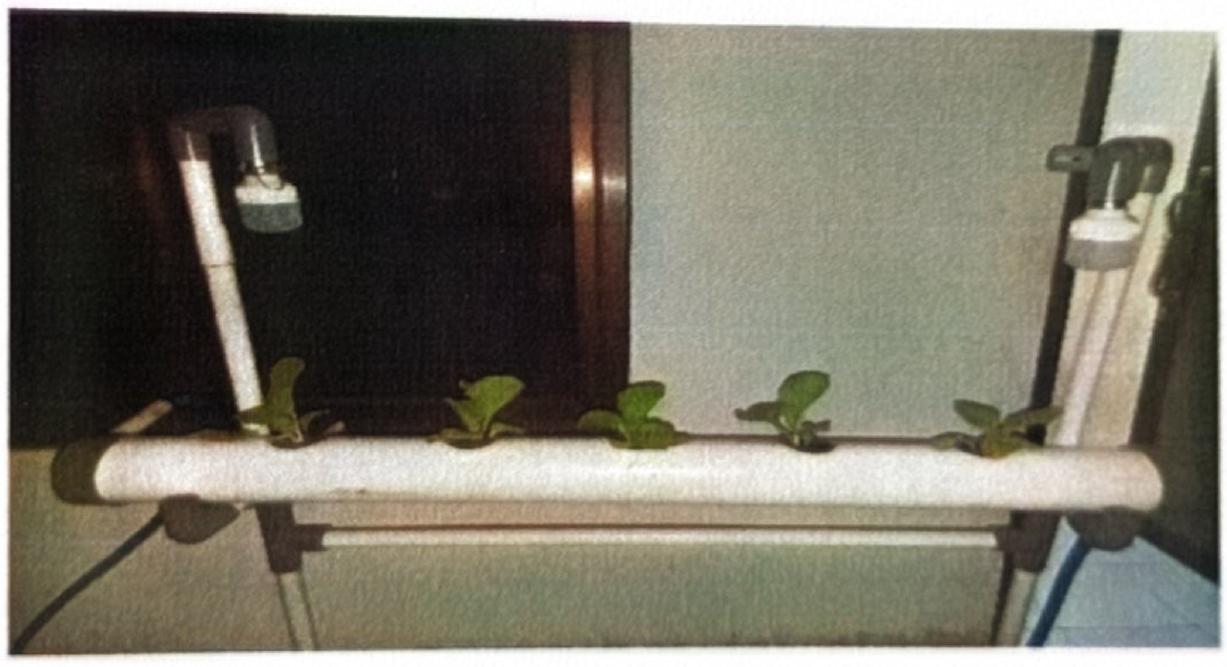
Tujuan dari perancangan alat ini adalah mengembangkan sistem otomatisasi pencahayaan untuk tanaman hidroponik yang dapat merespons intensitas cahaya lingkungan secara mandiri dan juga dikendalikan secara jarak jauh. Sistem ini memanfaatkan sensor LDR untuk mendeteksi tingkat pencahayaan, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan, serta modul relay dan lampu LED sebagai komponen aktuator. Ketika cahaya di bawah ambang batas yang ditentukan, ESP32 akan mengaktifkan relay untuk menyalakan lampu, dan akan mematikannya saat cahaya alami sudah mencukupi.

Sistem dirakit di atas breadboard untuk pengujian awal, dengan sensor LDR terhubung ke pin analog ESP32 dan relay ke pin digital. Lampu LED dikendalikan melalui relay dengan sumber daya terpisah. Selain bekerja secara otomatis, sistem juga terhubung ke aplikasi Blynk melalui koneksi Wi-Fi, memungkinkan pengguna memantau status sensor dan mengontrol nyala lampu secara manual dari jarak jauh menggunakan perangkat seluler. Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan logika pemrosesan yang memungkinkan kombinasi kontrol otomatis dan manual. Sistem ini mendukung efisiensi energi sekaligus memberikan fleksibilitas bagi pengguna, terutama dalam pengelolaan hidroponik berbasis teknologi skala rumahan.

4.2 Hasil Pembuatan Konstruksi Secara Mekanik

Langkah awal dalam pengembangan alat pengontrol pencahayaan otomatis berbasis mikrokontroler dimulai dengan identifikasi kebutuhan sistem, terutama permasalahan fluktuasi intensitas cahaya pada budidaya hidroponik *indoor*. Berdasarkan analisis tersebut, dirancang sistem pencahayaan otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor cahaya LDR, modul relay, dan lampu LED. Pemilihan komponen mempertimbangkan aspek efisiensi daya, ketersediaan, dan kemudahan integrasi.

Setelah rancangan sistem disusun, dilakukan penyusunan diagram blok dan skema rangkaian elektronik menggunakan perangkat lunak seperti Fritzing atau Wokwi. Prototipe kemudian dirakit pada breadboard untuk pengujian awal, termasuk verifikasi fungsi sensor dan kendali relay. Pengujian ini bertujuan memastikan seluruh komponen berfungsi sesuai logika sistem yang dirancang, yakni menyalakan atau mematikan lampu secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya di sekitar tanaman hidroponik. Visualisasi proses dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Hasil Pembuatan Konstruksi Secara Mekanik.

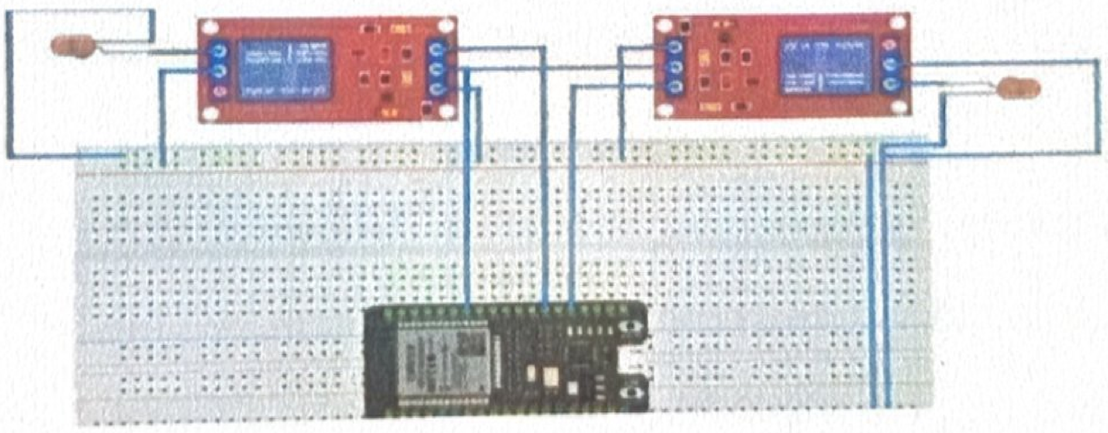
4.3 Hasil Pembuatan Rangkaian Pengontrolan Sinar Lampu untuk Hidroponik Berbasis Mikrokontroler

Bagian ini membahas proses rangkaian ESP32 ke relay, rangkaian ESP32 ke relay dan sensor cahaya LDR, serta rangkaian keseluruhan sensor. Uraian berikut menjelaskan tahapan dalam perancangan dan implementasi kontrol tersebut.

4.3.1 Rangkaian ESP32 ke Relay

Dalam sistem ini, pengendalian otomatis lampu dilakukan oleh mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan modul relay sebagai saklar elektronik. Relay berfungsi menghubungkan atau memutus arus listrik ke lampu LED DC karena ESP32 tidak dirancang untuk menangani beban arus tinggi secara langsung. Mikrokontroler hanya menghasilkan sinyal logika digital bertegangan rendah (*HIGH* atau *LOW*), sehingga relay diperlukan sebagai perantara untuk mengaktifkan atau menonaktifkan lampu secara aman.

Selain bekerja secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor cahaya, sistem ini juga mendukung pengendalian manual melalui aplikasi Blynk yang terhubung ke ESP32 melalui koneksi Wi-Fi. Pengguna dapat mengontrol status lampu secara jarak jauh menggunakan smartphone, dengan menekan tombol virtual pada antarmuka Blynk yang akan mengirimkan perintah ke mikrokontroler. Dengan kombinasi kontrol otomatis dan manual ini, sistem memberikan fleksibilitas dan kenyamanan dalam pengelolaan pencahayaan hidroponik.



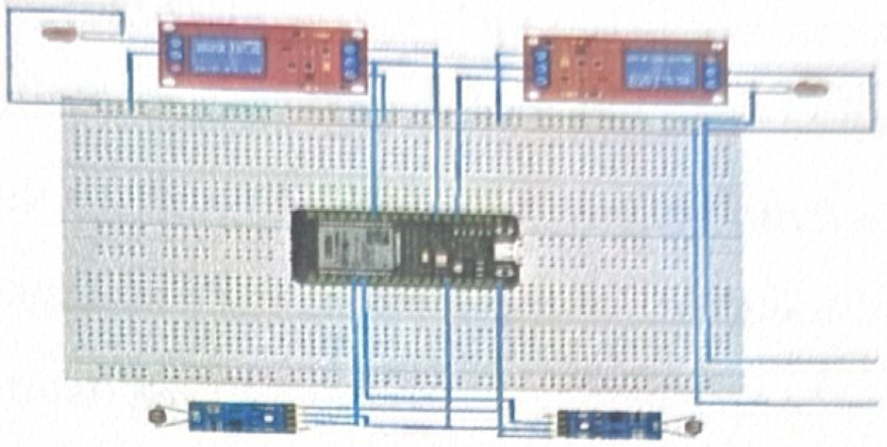
Gambar 4.2 Rangkaian ESP32 ke Relay.

4.3.2 Rangkaian ESP32 ke Relay dan Sensor Cahaya LDR

Sistem ini dirancang untuk mengatur nyala dan padamnya lampu secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya di sekitar tanaman hidroponik. Sensor cahaya LDR terhubung langsung ke pin analog pada mikrokontroler ESP32 tanpa resistor pembagi tambahan, dengan satu kaki terhubung ke tegangan 3.3V. ESP32 membaca nilai tegangan dari LDR sebagai input analog dan membandingkannya dengan ambang batas yang telah diprogram sebelumnya.

Jika intensitas cahaya rendah (nilai analog di bawah threshold), ESP32 akan mengaktifkan pin digital untuk menghidupkan relay, sehingga arus listrik mengalir ke lampu LED grow light. Sebaliknya, jika intensitas cahaya tinggi, ESP32 akan

menonaktifkan output ke relay dan memutus arus ke lampu. Mekanisme ini memungkinkan sistem memberikan pencahayaan tambahan secara adaptif dan otomatis, menjadikannya ideal untuk sistem hidroponik di area dengan cahaya alami terbatas, sekaligus efisien dalam penggunaan energi.

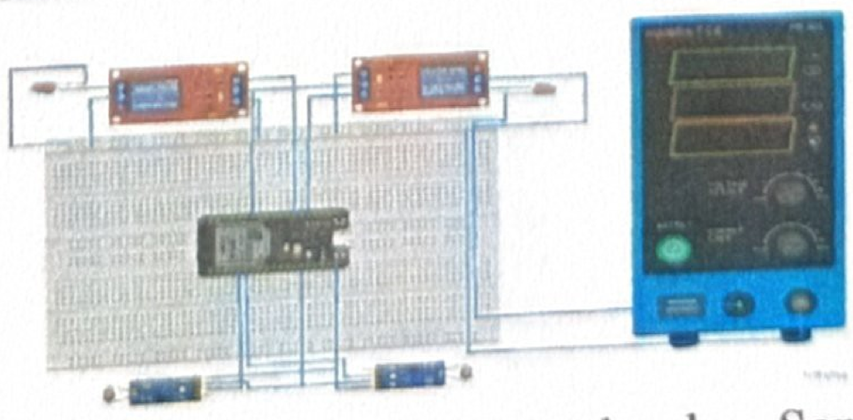


Gambar 4.3 Rangkaian ESP32 ke Relay dan Sensor Cahaya LDR.

4.3.3 Rangkaian Keseluruhan Sensor

Rangkaian sistem ini menggunakan dua sensor cahaya LDR digital yang masing-masing terhubung ke mikrokontroler ESP32. Setiap sensor mendeteksi intensitas cahaya di titik lokasi berbeda dan menghasilkan sinyal digital berdasarkan kondisi terang atau gelap. Data dari kedua sensor dibaca dan dianalisis oleh ESP32 untuk menentukan logika kendali pencahayaan secara otomatis di tiap zona tanam.

Sebagai tambahan, sistem ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk melalui koneksi Wi-Fi, memungkinkan pengguna memantau status pencahayaan dan mengontrol nyala lampu secara manual dari perangkat seluler. Setiap sensor dapat mengendalikan satu lampu secara mandiri, dan melalui Blynk, pengguna juga dapat mengaktifkan atau menonaktifkan lampu sesuai kebutuhan. Kombinasi antara kontrol otomatis dan manual ini menjadikan sistem lebih adaptif, efisien, dan fleksibel, terutama untuk instalasi hidroponik yang memiliki perbedaan kondisi cahaya antar zona tanam.

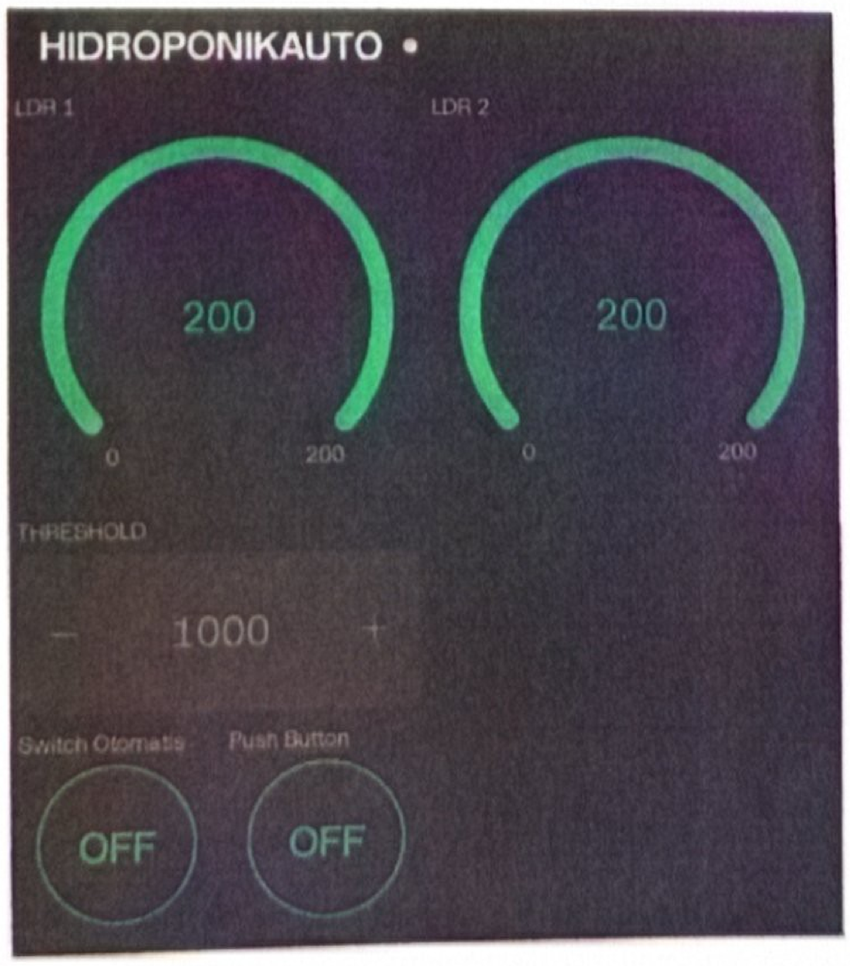


Gambar 4.4 Rangkaian Keseluruhan Sensor.

4.4 Hasil Pembuatan Software Tampilan IoT Pada Blynk

Untuk mendukung pemantauan dan pengendalian sistem secara jarak jauh, antarmuka pengguna berbasis *Internet of Things* (IoT) dikembangkan melalui aplikasi Blynk. Dalam proyek ini, Blynk berfungsi sebagai platform pemantauan dan kontrol secara real-time yang dapat diakses melalui perangkat seluler. Antarmuka Blynk dirancang dengan beberapa elemen visual utama, di antaranya *Gauge Widget* untuk menampilkan nilai intensitas cahaya dari sensor LDR, serta *Button Widget* sebagai kontrol manual untuk mengaktifkan atau menonaktifkan lampu sesuai kebutuhan pengguna.

Setelah mikrokontroler ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi dan dikonfigurasi menggunakan *authentication token* dari Blynk, sistem akan mengirimkan data sensor secara berkala ke server Blynk. Mikrokontroler memproses data yang diterima dari LDR, kemudian memperbarui tampilan status di aplikasi. Saat intensitas cahaya di lingkungan tanaman menurun, nilai pembacaan akan terlihat menurun pada aplikasi dan status lampu dapat diamati melalui indikator digital. Dengan implementasi ini, pengguna dapat memantau kondisi pencahayaan dan mengendalikan sistem secara fleksibel dari lokasi mana pun, sehingga mendukung efisiensi operasional dan kenyamanan dalam pengelolaan tanaman hidroponik.



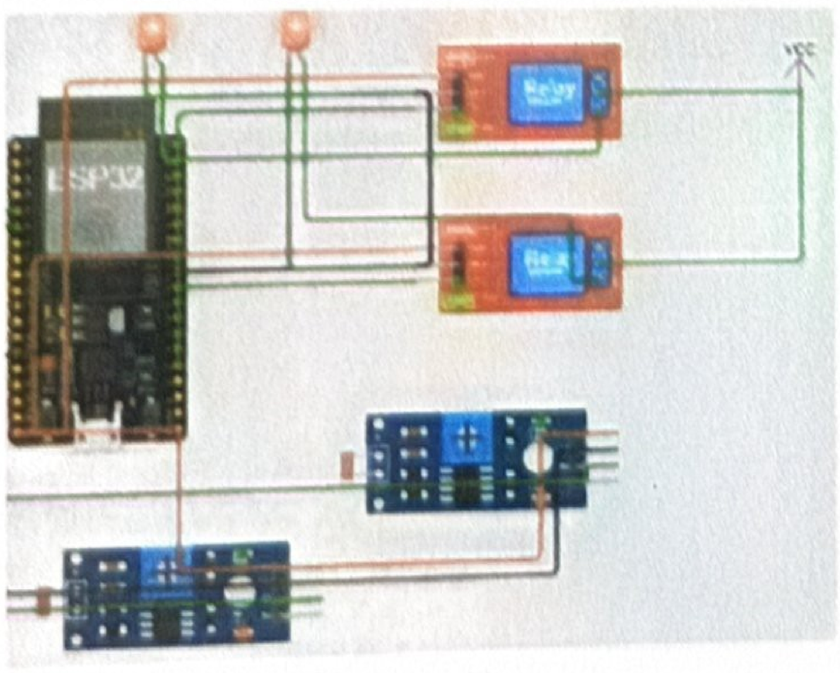
Gambar 4.5 Tampilan Pengontrolan Lampu di Aplikasi Blynk.

4.5 Pengujian Kontrol Sensor

Sistem pengontrol pencahayaan otomatis untuk tanaman hidroponik berbasis mikrokontroler ESP32 telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem ini mampu mengatur nyala dan padamnya lampu secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya lingkungan yang terdeteksi oleh sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Dengan pendekatan ini, sistem dapat memberikan pencahayaan buatan saat intensitas cahaya alami tidak mencukupi, sehingga mendukung proses fotosintesis tanaman secara optimal.

ESP32 berfungsi sebagai pusat pemrosesan data yang membaca input analog dari sensor LDR dan membandingkannya dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan dalam program. Selain itu juga, terdapat control manual melalui aplikasi Blynk. Berdasarkan hasil pembacaan tersebut, ESP32 akan mengaktifkan atau menonaktifkan modul relay untuk mengendalikan lampu LED. Mekanisme ini menjadikan penggunaan energi listrik lebih efisien karena lampu hanya menyala saat dibutuhkan, tanpa memerlukan intervensi manual dari pengguna.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan kinerja yang stabil, responsif, dan mampu bekerja secara otomatis sesuai kondisi pencahayaan lingkungan. Selain itu, sistem juga telah dilengkapi dengan integrasi aplikasi Blynk berbasis IoT, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian lampu secara jarak jauh melalui jaringan Wi-Fi. Dengan keunggulan tersebut, sistem ini dapat menjadi solusi teknologi tepat guna yang mendukung efisiensi energi dan otomatisasi dalam budidaya tanaman hidroponik, khususnya pada skala rumah tangga.



Gambar 4.6 Pengujian Kontrol Sensor.

4.6 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pada tabel 4.1 dari hasil pengujian keseluruhan alat, didapatkan hasil saat pencahayaan dalam kondisi terang, nilai LDR yang dikeluarkan adalah 650-800 yang menyebabkan relay menjadi *off* (tidak aktif) dan lampu mati. Sedangkan dalam kondisi redup dan gelap maka relay akan on (menyala) yang menyebabkan lampu hidup. Nilai yang dikeluarkan LDR ketika kondisi pencahayaan redup adalah 480 dan ketika kondisi gelap nilai LDR yang ditampilkan adalah 200.

Pengujian sistem secara keseluruhan didasarkan pada konsep dasar sistem kontrol otomatis dan prinsip kerja sensor optik. Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) digunakan untuk membaca intensitas cahaya di lingkungan tanaman dengan mengandalkan perubahan resistansi yang dipengaruhi oleh jumlah cahaya yang diterima. Nilai resistansi ini kemudian dikonversi menjadi sinyal analog yang dibaca oleh mikrokontroler ESP32 untuk dibandingkan dengan nilai ambang batas tertentu (*threshold*). Proses pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan logika pemrograman, di mana jika intensitas cahaya di bawah ambang batas, mikrokontroler akan mengaktifkan modul relay untuk menyalakan lampu, dan sebaliknya jika cahaya mencukupi maka relay akan dinonaktifkan [6] [7].

Selain itu, sistem ini menerapkan pendekatan *Internet of Things* (IoT), di mana mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi berfungsi sebagai penghubung antara perangkat fisik dan antarmuka digital melalui aplikasi Blynk. Melalui pendekatan ini, pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh secara *real time* menggunakan perangkat seluler, sebagaimana dijelaskan dalam konsep IoT oleh Ashton (2009) [17]. Penerapan teori ini mendukung efisiensi operasional dan fleksibilitas dalam sistem pertanian modern, khususnya hidroponik berbasis teknologi pintar.

Table 4.1 Hasil Pengujian Keseluruhan Alat.

Kondisi	Nilai LDR	Status Lampu	Status Relay	Respon
Terang	800	Mati	Tidak Aktif	Sesuai
Gelap	200	Menyala	Aktif	Sesuai
Redup	480	Menyala	Aktif	Sesuai
Terang	650	Mati	Tidak Aktif	Sesuai

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja serta keandalan interaksi antar komponen utama, yaitu sensor cahaya LDR, mikrokontroler ESP32, modul relay, dan lampu LED sebagai aktuator pencahayaan. Uji coba dilakukan dalam kondisi pencahayaan nyata dengan variasi intensitas, mulai dari terang hingga gelap, guna mengamati respons sistem otomatis dalam mengatur nyala dan padamnya lampu berdasarkan data yang diterima dari lingkungan sekitar.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa saat intensitas cahaya di lingkungan tinggi, sensor LDR mendeteksi kondisi terang dan mengirimkan sinyal ke ESP32. Mikrokontroler kemudian menonaktifkan output ke relay, sehingga aliran listrik ke lampu diputus dan lampu berada dalam kondisi mati (*OFF*). Sebaliknya, saat cahaya mulai redup atau gelap, ESP32 mengaktifkan relay yang menyebabkan lampu menyala secara otomatis. Rata-rata waktu respons dari sistem terhadap perubahan intensitas cahaya berada di bawah 1 detik, menunjukkan bahwa sistem mampu merespons dengan cepat dan akurat terhadap kondisi lingkungan.

Selain bekerja secara otomatis, sistem juga dilengkapi dengan kontrol manual melalui aplikasi Blynk, yang memungkinkan pengguna menyalakan atau mematikan lampu secara jarak jauh melalui koneksi Wi-Fi. Pengguna dapat mengakses tombol kontrol dan memantau intensitas cahaya melalui antarmuka visual di aplikasi. Selama periode pengujian, sistem beroperasi dengan stabil tanpa gangguan teknis, serta terbukti efisien dalam penggunaan energi karena lampu hanya aktif saat diperlukan. Fitur kontrol ganda otomatis dan manual ini meningkatkan fleksibilitas dan kenyamanan dalam pengelolaan pencahayaan tanaman hidroponik secara modern dan efisien.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Proyek akhir ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pengontrol pencahayaan otomatis pada instalasi hidroponik dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor LDR dan secara otomatis mengatur nyala lampu melalui modul relay. Selain itu, sistem juga terintegrasi dengan aplikasi Blynk untuk memudahkan kontrol dan pemantauan jarak jauh melalui koneksi internet. Sensor LDR terbukti berfungsi efektif sebagai detektor utama dalam mengidentifikasi kondisi pencahayaan sekitar. Evaluasi performa menunjukkan bahwa sistem memiliki waktu respons yang cepat serta akurasi yang tinggi dalam mendeteksi perubahan cahaya (biasanya <1 detik). Selain itu, efisiensi energi dapat tercapai karena lampu hanya menyala saat diperlukan, dan sistem bekerja secara stabil selama masa pengujian. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan otomatisasi dalam instalasi hidroponik secara signifikan.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem, terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan sensor lingkungan lainnya seperti sensor suhu dan kelembapan, agar kontrol terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik menjadi lebih komprehensif. Integrasi berbagai sensor ini dapat memberikan data yang lebih detail untuk pengambilan keputusan otomatis secara menyeluruh dalam sistem pertanian pintar.

Kedua, sistem penyimpanan data berbasis cloud dapat diterapkan untuk merekam data intensitas cahaya dan status sistem secara historis. Dengan fitur ini, pengguna dapat melakukan analisis jangka panjang terhadap performa pencahayaan dan pertumbuhan tanaman, serta melakukan evaluasi efisiensi energi. Selain itu,

sistem kontrol melalui aplikasi Blynk dapat disempurnakan dengan menambahkan notifikasi otomatis, grafik visualisasi data, dan fitur pengaturan jadwal pencahayaan.

Terakhir, dari sisi perangkat keras, sistem sebaiknya dirancang dalam bentuk modul yang lebih permanen menggunakan PCB dan casing tahan air agar lebih cocok digunakan di lingkungan pertanian. Dengan berbagai pengembangan tersebut, sistem pengontrol pencahayaan berbasis mikrokontroler ini akan menjadi solusi yang semakin handal dan aplikatif dalam mendukung praktik hidroponik modern yang efisien, adaptif, dan berbasis teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Resh, H. M. (2013). *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook*. CRC Press.

[2] Jensen, M. H. (1999). *Hydroponics Worldwide: A Technical Overview*. International Society for Horticultural Science.

[3] Nelson, J. A., & Bugbee, B. (2014). *Economic analysis of greenhouse lighting: LEDs vs. HID fixtures*. PLOS ONE, 9(6), e99010.

[4] Putra, D. N. (2022). *Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Grow Light Menggunakan ESP32 Berbasis IoT*. Repository Universitas Negeri Malang.

[5] Espressif Systems. (2019). ESP32 Series Datasheet. Espressif Systems. Diakses dari https://www.espressif.com/sites/deafult/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

[6] Afandi, Rizki (2019) *Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan Smartphone Android*. Universitas Islam Riau. https://repository.uir.ac.id/id/eprint/8929

[7] Nurhidayat, F., & Hidayat, D. (2021). *Rancang bangun sistem otomatisasi penyalaan lampu pada tanaman hidroponik berbasis mikrokontroler*. Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan, 7(2), 45–52.

[8] Saputra, R. A., Pratama, I. A., & Kurniawan, R. (2019). *Pemanfaatan lampu LED sebagai sumber pencahayaan pada sistem hidroponik tanaman kangkung*. Jurnal Sains dan Teknologi Pertanian, 14(1), 32–39.

[9] Jannah, M., & Asran, A. (2023). *Pengaruh jenis pencahayaan terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik sistem NFT berbasis mikrokontroler*. Jurnal Teknologi dan Informatika, 10(2), 112–119.

[10] Susilo, H., & Handayani, L. (2020). *Dasar-Dasar Hidroponik untuk Pemula*. Yogyakarta: Deepublish

[11] Rahardjo, S. (2019). *Pertanian Perkotaan: Solusi Pangan di Lahan Terbatas*. Jakarta: Penebar Swadaya.

[12] Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development* (6th ed.). Sinauer Associates.

[13] Sutrisno, B., & Widodo, A. (2020). *Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sayuran dalam Sistem Hidroponik Indoor*. Jurnal Agrotek, 8(1), 22–30.

[14] Putra, D. Y. (2021). *Pengembangan Smart Farming Berbasis IoT untuk Pertanian Modern*. Jurnal Teknologi Pertanian, 12(2), 33–41.

[15] Khandpur, R. S. (2010). *Handbook of Biomedical Instrumentation* (2nd ed.). Tata McGraw-Hill.

[16] Monk, S. (2013). *Programming Arduino: Getting Started with Sketches* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.

[17] Ashton, K. (2009). *That 'Internet of Things' Thing. RFID Journal*. Retrieved from https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing

[18] Siregar, T., & Wahyudi, D. (2018). *Pengaruh Pencahayaan Buatan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hidroponik*. Jurnal Teknologi Pertanian, 3(1), 23–29.

[19] Priambodo, R. (2022). *Sistem Pengendalian Lampu Otomatis Berbasis ESP32 dan Sensor Digital*. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Jakarta.

[20] Sari, R. A., & Gunawan, H. (2021). *Sistem Kontrol Cahaya Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Digital untuk Tanaman Sayur*. Jurnal Teknologi Hijau, 1(1), 13–18.

LAMPIRAN
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama	:	Boma Firmansyah
Tempat, Tanggal Lahir	:	Belinyu, 05-Oktober-2004
Alamat	:	Jalan Air Kacip Lingkungan V, Kel. Kuto Panji, Kec. Belinyu, Kab. Bangka, Prov. Kep. Bangka Belitung
Jenis Kelamin	:	Laki – Laki
Agama	:	Islam
Sosial Media	:	Ig: bmfrmnsyh
Alamat Gmail	:	bomabomably99@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

SD	:	SD Negeri 4 Belinyu
SMP	:	SMP Negeri 2 Belinyu
SMA	:	SMA Negeri 1 Belinyu

3. Riwayat Magang

Nama Perusahaan	:	PT. SHIBA HIDROLIK PRATAMA

1. **Data Pribadi**

Nama	:	Ikmal Akbar
Tempat, Tanggal Lahir	:	Sungailiat, 19–September-2003
Alamat	:	JLN, NELAYAN 2, RT.02/RW.2, Sungailiat
Jenis Kelamin	:	Laki – Laki
Agama	:	Islam
Sosial Media	:	Ig: Ikmalakbrr
Alamat Gmail	:	Ikmalakbar177@gmail.com

2. **Riwayat Pendidikan**

SD	:	SD NEGERI 6 SUNGAILIAT
SMP	:	MTS NEGRI 1 BANGKA
SMA	:	SMA SETIA BUDI SUNGAILIAT

3. **Riwayat Magang**

Nama Perusahaan	:	PT. Peratama Motivasi Mandiri