

PERANCANGAN SISTEM PENYIRAMAN PESTISIDA OTOMATIS PADA TANAMAN BERBASIS IOT

Syifah Fauziah Kamilah
Universitas Telkom
Teknik Telekomunikasi
Jakarta, Indonesia
syifafauziahkamilah@student.telkomuniversity.ac.id

Suyatno Budiharjo
Universitas Telkom
Teknik Telekomunikasi
Jakarta, Indonesia
suyatno@telkomuniversity.ac.id

Muhamad Roihan
Universitas Telkom
Teknik Telekomunikasi
Jakarta, Indonesia
mroihan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Indonesia memiliki banyak sekali jenis tanaman, Akan tetapi Terdapat beberapa kendala pada pertanian tanaman, Salah satunya adalah dengan adanya hama pada tanaman. Seiring perkembangan teknologi yang semakin maju, sistem penyiraman pestisida secara manual dapat di rubah menjadi sistem yang otomatis. Dalam artian sistem otomatis ini dapat meminimalisir tenaga dalam merawat tanaman, Selain efektif cara ini juga akan mempermudah manusia untuk melakukan penyiraman pestisida tanaman dimana saja serta dapat dikontrol melalui handphone. Oleh karena itu peneliti akan membuat alat penyiraman pestisida berbasis IoT (*Internet Of Things*). Peneliti akan membuat alat penyiraman pestisida secara otomatis menggunakan Sensor PIR dan modul Esp32Cam sebagai komponen utamanya. Sistem ini mampu mengambil foto menggunakan kamera dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi telegram pengguna, Cara kerja sistem ini yaitu ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan pada tanaman, maka modul Esp32Cam akan otomatis mengambil foto lalu akan dikirimkan ke telegram pengguna dan pengguna akan langsung mengecek foto tersebut apakah terdeteksi adanya hama atau tidak, jika terdeteksi adanya hama pada tanaman maka pengguna akan melakukan penyiraman pestisida dengan memonitoringnya melalui aplikasi telegram. Maka Relay akan aktif dan pompa melakukan penyiraman pestisida, Setelah penyiraman pestisida cukup maka relay pompa akan dimatikan.

Kata Kunci : *Esp32Cam, Sensor PIR, Internet Of Things, Hama, Tanaman*

I. PENDAHULUAN

Tanaman adalah Suatu jenis tumbuhan yang sengaja ditanam dan dirawat pada media tertentu untuk dimanfaatkan pada waktu tertentu. Salah satu kendala yang sering dialami para petani tanaman cabai yaitu adanya serangan hama sehingga menyebabkan cabai gagal panen, Untuk itu manusia membutuhkan pestisida untuk membasmi hama pada tanaman cabai. Pestisida berfungsi untuk mengendalikan, mengusir, hingga membasminya.

Permasalahan pada saat ini yang sering dijumpai adalah masih banyak manusia yang menggunakan sistem penyiraman hama dengan cara mengendalikan hama pada tanaman secara langsung oleh pengguna yaitu menggunakan tangan serta alat bantu untuk menyiram pestisida secara sederhana yang dilakukan satu persatu. Sehingga hasil penyiraman yang

dilakukan kurang maksimal dan tergantung pada tenaga manusia. Di era perkembangan zaman ini, alat manual dapat diubah menjadi alat yang otomatis terutama untuk alat penyiraman pestisida. Pemanfaatan sistem *Internet of Things (IoT)* banyak diterapkan manusia, karena di era zaman yang semakin maju hampir semua perangkat terhubung dengan internet. Penerapan ini juga sangat diperlukan pada bidang pertanian. Dalam bidang pertanian *Internet Of Things (IoT)* dapat dimanfaatkan untuk tujuan peningkatan hasil yang jauh lebih baik serta efisiensi waktu yang lebih maksimal. Penyiraman pestisida otomatis bertujuan agar penyiraman tetap bisa dilakukan walaupun pengguna sedang tidak bisa memantau tanaman. Kini penulis dapat mengatasi hal tersebut dengan smart plan yaitu membuat alat penyiraman pestisida untuk tanaman secara otomatis menggunakan sistem IoT.

Pada Penelitian sebelumnya tentang “Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Otomastis Pada Tanaman Mint Menggunakan Sensor PIR dan Sensor Ultrasonik berbasis NodeMCU ESP8266”. Penelitian ini menggunakan sensor PIR dan Sensor ultrasonik dan data yang dikirim dapat dikontrol melalui website[1]. Penelitian ini peneliti akan mengubah sistem kontrolnya melalui aplikasi Telegram dan mengubah sensor ultrasonik menjadi ESP-32 Cam karena sesuai dengan objek yang akan diteliti oleh peneliti. Sistem ini sangat berguna untuk membantu pengguna.

Pada penelitian ini peneliti akan membuat alat penyiraman pestisida secara otomatis menggunakan konsep IoT (*Internet Of Things*), Sistem penyemprotan pestisida otomatis berfungsi dengan memanfaatkan pompa air yang dikendalikan oleh relay dan menggunakan ESP-32 Cam sebagai mikorokontroler yang dilengkapi kamera kecil. Untuk sistem kerjanya yaitu ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan pada tanaman Cabai maka ESP-32 Cam akan otomatis mengambil gambar secara *Real-Time* dan akan mengirimkan data berupa Foto ke server aplikasi Telegram, Pengguna akan mengecek foto tersebut, Jika terdeteksi adanya hama pada tanaman cabai maka penyiraman pestisida akan dilakukan dengan memberikan perintah pada *Command* di Telegram berupa /RelayON. Maka Relay pompa akan otomatis menyala dan melakukan penyiraman pestisida pada tanaman, Jika dirasa sudah penyiraman sudah cukup maka pengguna akan mematikan relay pompa dengan memberikan perintah /RelayOFF maka pompa akan otomatis mati.

II. KAJIAN TEORI

A. Pestisida

Pestisida merupakan salah satu jenis bahan perawatan tanaman yang berfungsi untuk membasmi hama. Fungsi

pestisida meliputi pengendalian, penolakan, dan pembasmian berbagai organisme yang mengganggu tanaman. Melihat bahaya dari penggunaan pestisida kimia tersebut, Sebagai alternatif bagi pertanian yang ramah lingkungan, terutama dalam pengendalian hama serangga pada tanaman, Pestisida nabati dianggap aman untuk digunakan. Secara umum, pestisida nabati (PESNAB) adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tanaman atau tumbuhan serta bahan organik lainnya, yang diolah untuk mengendalikan serangan hama pada tanaman. Pestisida nabati digolongkan menjadi pestisida alami yang bahan bakunya mudah diperoleh di sekitar kita, Kita juga dapat membuat pestisida dari bahan alami menggunakan bawang putih dan cabai [2].

B. Tanaman Cabai

Tanaman cabai (*Capsicum annum L.*) merupakan tanaman setahun yang berbentuk perdu, banyak dibutuhkan manusia sebagai bumbu masak, karena sifat pedasnya yang berasal dari minyak atsiri. Tanaman cabai termasuk dalam kelas *Angiospermae*, sub kelas *Dicotyledonae*, ordo *Polimoniales*, famili *Solanaceae*, genus *Capsicum* dan spesies *Capsicum annum L* (Samsudin, 1986. Tanah yang bersifat humus, gembur, dan tidak tergenang air adalah media yang ideal untuk menanam cabai; pH tanah yang optimal adalah sekitar 5 - 6. Cabai menawarkan berbagai manfaat kesehatan, salah satunya adalah kandungan capsaicin yang dapat membantu dalam pencegahan penyakit kanker. Selain itu, cabai juga merupakan sumber vitamin C yang cukup tinggi. [4].

C. ESP32-Cam

ESP32 CAM adalah papan pengembangan berbasis ESP32 yang dilengkapi dengan modul kamera. ESP32 CAM memiliki fasilitas berupa Bluetooth, WiFi, kamera, dan slot kartu microSD. Dibandingkan dengan produk ESP sebelumnya, ESP32 CAM memiliki lebih sedikit pin I/O yang hanya memiliki akses ke 10 pin GPIO. Pin lain pada ESP32 CAM digunakan secara internal untuk fungsi kamera dan fungsi slot kartu microSD. Modul ESP32 CAM tidak memiliki port microUSB sehingga memerlukan adaptor FTDI eksternal. Adaptor FTDI berfungsi sebagai port untuk menghubungkan ESP32 CAM dengan komputer. Fitur utama dari modul ESP32 CAM adalah fitur kamera. Sensor kamera yang terdapat pada modul ESP32 CAM adalah OV2640. Chip sensor OV2640 dapat digunakan untuk deteksi objek atau pengenalan wajah [6].

D. Sensor PIR

Passive Infrared Receiver atau Sensor PIR adalah Sensor yang bekerja berdasarkan inframerah. Sensor ini terdiri dari beberapa komponen yang memiliki fungsi masing-masing, yaitu lensa Fresnel, filter IR, sensor piroelektrik, amplifier, dan comparator. Ketika suatu objek mencoba melewati sumber inframerah, misalnya, gerakan dari sumber inframerah terdeteksi. Sensor membandingkan sinar inframerah yang diterima selama periode pengaturan untuk menentukan apakah gerakan terjadi. Sensor gerak (PIR) mampu mendeteksi radiasi dari berbagai objek karena semua benda memancarkan energi radiasi. Suhu tubuh manusia dapat dideteksi pada panjang gelombang antara 8 dan 14 mikrometer, namun sensor gerak (PIR) hanya dapat mendeteksi inframerah pada panjang gelombang tersebut. Sedangkan manusia memiliki suhu badan yang dapat menghasilkan sinar inframerah dengan panjang gelombang 9-10 mikrometer, mereka dapat diidentifikasi teknologi PIR sensor ini membuatnya sangat efektif digunakan sebagai human detektor [8].

E. Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-*upload* ke *board* yang ditentukan, dan meng-*coding* program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan *library* C/C++ (*wiring*), yang membuat operasi *input/output* lebih mudah. Arduino IDE berfungsi sebagai text editor untuk menulis, mengedit, dan memvalidasi kode program. Selain itu, IDE ini juga digunakan untuk meng-*upload* kode ke board Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino dikenal sebagai "sketch" atau source code Arduino, dengan ekstensi file *.ino*.

F. Relay

Relay adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar yang diaktifkan oleh arus listrik. Dalam perangkat IC (Integrated Circuit), relay beroperasi dengan cara serupa, menggunakan solenoid untuk menciptakan medan magnet yang menarik atau mendorong tuas saklar, sehingga mengatur aliran listrik dalam rangkaian. Relay dalam IC biasanya digunakan untuk mengontrol sirkuit dengan tegangan atau arus yang lebih tinggi daripada yang dapat ditangani langsung oleh komponen IC lainnya. Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay : ketika coil mendapat listrik (energized), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup [12]. Komponen relay sendiri mempunyai 3 bagian utama, yakni:

- Common, merupakan bagian yang berguna untuk menyambung *Normally Close* (untuk keadaan normal).
- Koil, atau yang biasa disebut kumparan merupakan sebuah komponen utamarelay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
- Kontak mempunyai dua bagian, yakni *Normally Open* dan *Normally Close*.

G. Pompa Air

Pompa air merupakan mesin atau peralatan yang bekerja untuk memindahkan cairan atau fluida dari satu tempat ke tempat lainnya melalui saluran dengan menggunakan tenaga listrik. Pada umumnya prinsip kerja pompa membuat perbedaan tekanan pada bagian sisi hisap dan sisi tekanan. Dengan adanya perbedaan tekanan tersebut maka menghasilkan mekanisme yang membuat sisi hisap tidak bergerak sehingga dapat berpindah tekanan. Pompa dapat membantu manusia dalam mempermudah pekerjaan dan menghemat waktu, Pompa air memiliki 2 jenis type yaitu Pompa Air DC dan Pompa Air AC. Pompa Air AC dirancang untuk menangani arus yang tinggi atau beban yang berat, sementara Pompa Air DC lebih cocok digunakan untuk aplikasi yang memerlukan ukuran atau daya yang lebih kecil [14].

H. Power Adapter 5V

Sebuah adaptor umumnya digunakan untuk menurunkan tegangan AC 22 Volt menjadi 3 – 12 volt (tergantung kebutuhan). Berdasarkan prinsip kerjanya, adaptor memiliki dua varian yakni adaptor

switching dan adaptor travo step down. Adaptor juga berfungsi sebagai alat catu daya atau power supply yang biasanya digunakan dalam berbagai perangkat elektronika seperti televisi, radio, hingga amplifier. Adaptor dapat dipasang di perangkat elektronika secara langsung maupun dirangkai terpisah. Rangkaian elektronika yang memiliki kegunaan untuk mengubah arus bolak-balik AC yang tinggi menjadi arus searah (DC) yang rendah. Adaptor sendiri sering menjadi alternatif untuk menggantikan tegangan DC yang biasanya diperoleh dari aki, baterai, dan lain-lain [16].

I. Kabel Serabut AWG

Kabel AWG adalah jenis kabel yang sering ditemui pada speaker, video, dan audio. Satuan AWG tersebut merupakan singkatan dari American Wire Gauge yang digunakan untuk mengetahui ketebalan konduktor di dalam kabel. Fungsi kabel AWG adalah alat listrik yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik. Besaran kuat listrik inilah yang menentukan jenis ukuran kabel yang dipakai. Mengetahui fungsi kabel AWG sangatlah penting. Semakin besar power yang digunakan, maka ukuran kabel AWG yang dipakai pun semakin besar. Sebaliknya, jika power yang digunakan kecil, maka akan menggunakan ukuran kabel AWG kecil. Salah memahami hal demikian akan berakibat fatal [18].

J. PCB (Print Circuit Board)

Print Circuit Board (PCB) adalah papan yang berfungsi sebagai wadah untuk menghubungkan komponen - komponen elektronika melalui lapisan kabel konduktor. Bentuknya berupa papan dengan warna hijau terdiri atas beberapa komponen . Kapanjangan PCB adalah Papan Sirkuit Cetak . Jenis komponen - komponen yang dapat saling terhubung pada PCB bisa saja sama ataupun berbeda. Konstruksi PCB terdiri dari jalur trek , socket, garis dan jalur untuk menghubungkan komponen elektronika yang berbeda secara elektrik. Prinsip kerja PCB yaitu komponen elektronika yang dihubungkan secara elektrik dengan papan PCB menggunakan dua metode berbeda yang termasuk teknologi through - hole dan teknologi surface mount [20].

K. Green LED 5mm

LED (Light Emitting Diode) adalah komponen semikonduktor yang umum digunakan sebagai indikator tampilan. LED terbuat dari berbagai bahan, yang bervariasi tergantung pada warna cahaya yang dipancarkan. Setiap jenis LED mempunyai karakteristik tegangan dan arus yang berbeda - beda. Misalkan saja untuk LED merah, umumnya memiliki tegangan maju (V_f) 1,6 V dan arus normal sekitar 10-20 mA. Semakin besar arus yang melewati LED maka semakin terang nyalanya dan semakin besar daya yang dibutuhkan. Arus ini tidak boleh melebihi batas dari spesifikasi LED tersebut karena jika melebihi dapat membuat LED rusak atau mungkin terbakar [22].

L. Telegram

Telegram adalah aplikasi berbagi pesan berbasis cloud yang fokus pada kecepatan dan keamanan. Telegram dirancang untuk memudahkan pengguna saling berkirim pesan teks, audio, video, gambar dan sticker dengan aman. Tak hanya aman, telegram juga merupakan aplikasi berbagi pesan yang instan atau cepat.

- Telegram menawarkan enkripsi end-to-end untuk obrolan rahasia, memastikan pesan hanya dapat dibaca oleh pengirim dan penerima..

- Aplikasi ini mendukung berbagai format media, termasuk gambar, video, dokumen, dan file berukuran besar hingga 2GB.
- Telegram lebih ringan saat dijalankan, dengan ukuran aplikasi yang kecil. Misalnya, versi v3.31 untuk Android yang dirilis pada 25 November 2015 hanya berukuran 16.00 MB (16,775,108 bytes)

M. Kabel Jumper

Kabel jumper adalah komponen yang digunakan untuk menghubungkan rangkaian Arduino dengan breadboard. Terdapat tiga jenis kabel jumper: male to male, male to female, dan female to female. Kabel jumper berfungsi untuk menghubungkan dua titik dalam rangkaian elektronik atau sistem listrik. Biasanya, kabel ini memiliki konektor di kedua ujungnya atau hanya di satu ujungnya, tergantung pada aplikasi, Kabel jumper sangat berguna dalam berbagai aplikasi elektronik dan listrik, termasuk dalam perakitan prototipe, pemeliharaan, dan pengujian siste [26]. Fungsi Kabel Jumper : Untuk menghubungkan dua titik dalam rangkaian listrik atau elektronik, sering kali untuk menghubungkan komponen atau modul yang berbeda dan Untuk melakukan perubahan atau penyesuaian pada sirkuit dengan cepat.

III. METODE

A. Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam tahapan penelitian ini, system membutuhkan prinsip kerja yaitu sebagai berikut:

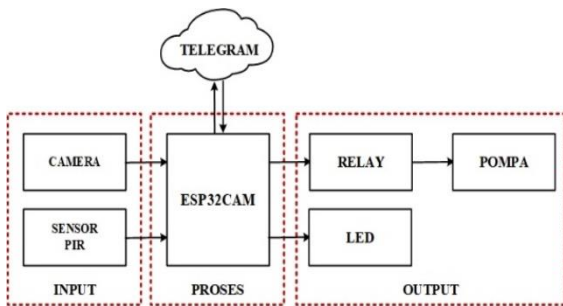
- Menghubungkan WIFI dan Aplikasi Telegram
- Setelah WIFI terhubung lampu LED Hijau akan aktif
- Sensor Pir akan mendeteksi adanya pergerakan pada Tanaman
- Sensor ESP-32 Cam akan otomatis capture foto terkini setelah sensor pir deketksi adanya pergerakan
- Foto tersebut akan otomatis dikirim ke Telegram
- Pengguna mengecek foto tersebut pada Telegram
- Jika setelah foto tersebut dicek dan terdapat hama pada tanaman maka penyiraman pestisida akan dilakukan
- Input perintah /RelayOn pada Telegram, maka pompa akan otomatis menyala dan Penyiraman pestisida akan dilakukan
- Input perintah /RelayOff pada Telegram, maka pompa akan otomatis mati dan penyiraman pestisida sudah selesai dilakukan

B. Perancangan perangkat Keras

Perancangan sistem penyiraman pestisida otomatis ini berbasis IoT (*Internet Of Things*) dengan menggunakan Mikrokontroler ESP-32 Cam dan Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*) bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam memantau tanaman dari jarak jauh. Dalam perancangan pembuatan alat dibutuhkan diagram blok. Diagram blok perancangan alat ini memiliki fungsi-fungsi yang saling terhubung antara satu sama lain. Diagram blok berfungsi untuk menyederhanakan sistem yang rumit agar mudah dimengerti. Berikut adalah gambar

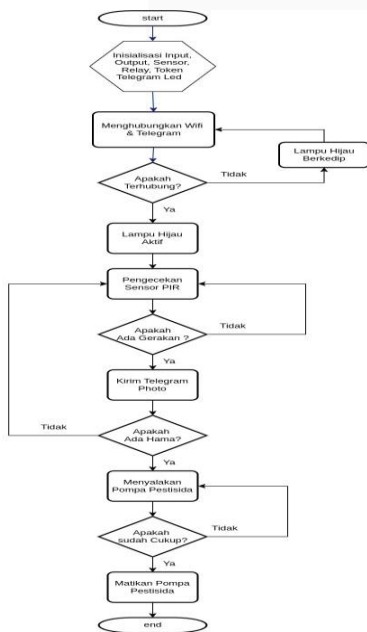
diagram perancangan sistem penyemprotan pestisida :

Gambar 3.1 Diagram Blok Perancangan sistem penyemprot pestisida



C. Flowchart Proses Kerja Sistem Secara Keseluruhan

Berdasarkan diagram flowchart pada Gambar 3.2 dibawah ini, Sistem kerja pada alat penyiraman pestisida otomatis ini menggunakan mikrokontroler ESP-32 CAM yang akan terkoneksi dengan Internet. Dimulai dengan Inisialisasi semua komponen, Pemograman sistem serta perancangan alat. Lalu perangkat *hardware* harus dipastikan dahulu terkoneksi dengan WIFI, Jika WIFI sudah terkoneksi dengan perangkat hardware maka Led hijau akan aktif, Tetapi jika WIFI belum terkoneksi dengan perangkat hardware maka Led hijau akan berkedip secara terus menerus hingga WIFI terkoneksi dengan perangkat hardware. Setelah perangkat hardware terkoneksi WIFI, Pengguna dapat mengecek data yang dikirimkan pada telegram berupa foto atau pengguna dapat memberikan perintah pada *command* yang sudah dibuat sesuai dengan rancangan sistem.



Gambar 3.8 Flowchart Alat

D. Instalasi Program

Sistem Pemograman yang dibuat pada perangkat software arduino Ide bertujuan untuk membuat program yang berisi perintah sesuai dengan rancangan peneliti, Dimana Output yang dihasilkan melalui bot Telegram. Pada bot

Telegram tersebut menerima data berupa foto Realtime yang dikirimkan dari mikrokontroler ESP-32 Cam sekaligus mengirimkan perintah sesuai yang dibutuhkan pengguna. Program ini sudah di buat sesuai dengan kebutuhan pengguna, Hal ini bertujuan agar sistem dapat berjalan sesuai yang diharapkan, Berikut Tahap Instalasi upload program yang sudah di rancang pada Arduino Ide ke mikrokontroler ESP-32 Cam.

```

PROGRAM_PIR_SENSOR_Arduino 1.0.0 (Arduino IDE)
The IDE Shell Title: My

// Definisi Pin
#define PIN_LED_GREEN 13
#define PIN_RELAY 12
#define PIN_SENSOR_PIR 4
#define PIN_CAMERA 5
#define PIN_WIFI_SSID "ESP32CAM"
#define PIN_WIFI_PASSWORD "123456789"

// Definisi Konstanta
const int LED_GREEN = PIN_LED_GREEN;
const int RELAY = PIN_RELAY;
const int SENSOR_PIR = PIN_SENSOR_PIR;
const int CAMERA = PIN_CAMERA;

// Definisi Variabel
int ledState = 0;
int relayState = 0;
int pirState = 0;
int cameraState = 0;

// Definisi Fungsi
void setup() {
  pinMode(LED_GREEN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY, OUTPUT);
  pinMode(SENSOR_PIR, INPUT);
  pinMode(CAMERA, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Cek apakah sensor PIR terdeteksi
  if (digitalRead(SENSOR_PIR) == HIGH) {
    Serial.println("Pir Detected");
    // Kirim foto ke Telegram
    sendPhoto();
    // Aktifkan pompa
    digitalWrite(RELAY, HIGH);
  }

  // Cek apakah led hijau menyala
  if (ledState == 0) {
    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
  }
}

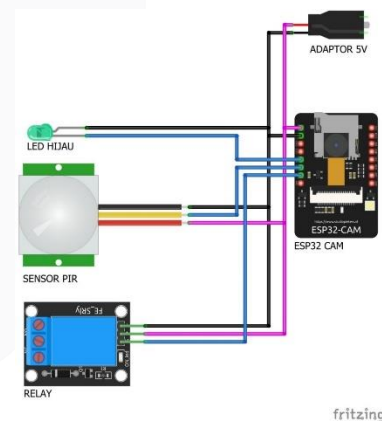
// Fungsi untuk mengirim foto ke Telegram
void sendPhoto() {
  // Implementasi fungsi kirim foto ke Telegram
}

```

Gambar 3.9 Tahap 3 Instalasi Pemograman Arduino Ide

E. Diagram Skematik

Diagram skematik atau sirkuit skematik biasanya dikenal sebagai skema kelistrikan (elektronik) diagram ini berfungsi sebagai perancangan hardware. Hal ini dapat mempermudah dalam perancangan hardware, Karena peneliti dengan mudah memahami posisi penyusunan komponen dan hubungan tiap komponen dalam suatu rangkaian nya.



Gambar 3.11 Diagram Skematik

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Alat

Pengujian ini dilakukan pada alat yang sudah dirancang dari beberapa komponen yaitu meliputi ESP-32 Cam, Sensor PIR, Relay dan Pompa Air.



Gambar 4.5 Uji Coba Alat

Pada gambar 4.5 di atas, Akrilik berfungsi sebagai tempat penampungan pestisida, Pestisida sudah dicampuri dengan air sesuai takarannya. Penempatan pompa air diletakkan dekat dengan tempat penampungan pestisida, Ujung selang pompa air terdapat nozzle agar penyiraman pestisida dapat menyebar secara menyeluruh. Sistem pengaturan pompa diatur oleh Relay. Relay dihubungkan dengan ESP-32 Cam, Sensor PIR dan Adaptor juga dihubungkan dengan ESP-32 Cam serta LED hijau juga dihubungkan dengan ESP-32 Cam. ESP-32 Cam adalah sebagai mikrokontroler sehingga penyambungan antara komponen alat dan perangkat lunak.

B. Pengujian ESP32-Cam Saat Mendeteksi Hama



Gambar 4.6 Tanaman Terdeteksi Hama

Ketika Sensor PIR mendeteksi adanya gerakan pada tanaman, maka ESP32-Cam akan otomatis mengirimkan gambar pada telegram pengguna dan Untuk memastikan apakah gerakan tersebut hama atau tidak maka pengguna akan mengecek dan menganalisa foto tersebut. Pada Gambar 4.6 diatas setelah ESP32-Cam mengirimkan data berupa foto ke telegram pengguna dan Setelah dilakukan pengecekan oleh pengguna ternyata terdapat hama pada tanaman yaitu berupa ulat sehingga penyiraman pestisida akan dilakukan.

C. Pengujian Perangkat Software pada Pada Telegram

Pengujian ini dilakukan pada bot telegram yang sudah dirancang menggunakan pemograman Arduino Ide. Pada tampilan notifikasi telegram ini data yang dikirimkan dari ESP-32 Cam berupa foto, data akan dikirimkan ketika

Sensor PIR deteksi adanya pergerakan pada tanaman maka ESP-32 Cam akan otomatis mengambil foto secara *Real-Time* dan diproses, Kemudian dikirimkan ke telegram pengguna. Akan tetapi perangkat hardware harus terkoneksi dahulu dengan WIFI sesuai SSID dan Password yang terdapat pada program.



Gambar 4.8 Bot Telegram

Pada tampilan gambar 4.8 di atas, Terdapat beberapa Command perintah. Untuk awal memulainya, pengguna harus memberikan perintah /Start Maka akan muncul beberapa Command perintah . Berikut Tampilan pengujian dari tiap command perintah pada bot Telegram.

D. Fungsi Perintah Dari Bot Telegram

Setelah dilakukan pengujian pada perangkat lunak yaitu telegram, Sistem sudah berjalan dengan baik sesuai dengan perintah dari pengguna, Tetapi terdapat delay pada program selama 10 detik, Jadi ketika pengguna memberikan perintah pada command di bot telegram, Perangkat hardware akan menerima perintah setelah 10 detik kemudian.

Tabel 4.1 Fungsi Perintah dari bot Telegram

No.	Perintah Telegram	Fungsi Telegram	Hasil Pengujian
1.	/start	Memulai Command Perintah	Berhasil
2.	/relayON	Mengaktifkan Relay Pompa Pestisida	Berhasil
3.	/relayOFF	Mematikan Relay Pompa Pestisida	Berhasil
4.	/photo	Mengambil Foto	Berhasil
5.	/flash	Mengaktifkan Flash Foto	Berhasil

E. Pengujian Fungsional Sistem Keseluruhan

Berikut Hasil pengujian dari keseluruhan komponen baik komponen dari perangkat hardware maupun perangkat software, Setelah dilakukan pengujian beberapa oleh peneliti, Semua komponen dapat bekerja dengan baik hanya saja terdapat delay pada pemograman sistem perangkat software, Sehingga ada sedikit keterlambatan dalam

pengambilan data. Tetapi hal ini tidak menjadi masalah yang terlalu besar karena delay yang terdapat pada program hanya 10 detik.

Tabel 4.2 Pengujian Fungsional Sistem

Komponen	Fungsi	Hasil Pengujian	Keterangan
ESP-32 Cam	Dapat Bekerja dengan baik	Dapat Bekerja dengan baik	√
Sensor PIR	Mendeteksi Gerakan	Dapat mendeteksi gerakan	√
Relay	Monitoring pompa	Dapat menyalakan/ mematikan pompa	√
Pompa	Melakukan penyiraman dengan baik	Dapat menyiram dengan baik	√
Camera	Mengambil Gambar	Dapat mengambil gambar dengan baik	√
Bot Telegram	Menjalankan perintah dengan baik	Semua perintah dapat berjalan dengan baik	√
Jaringan Internet	Alat terhubung dengan Internet	Alat terhubung dengan WIFI	√
Led Hijau	Menyala dengan baik	Dapat Menyala	√
Flash Lampu	Menyala dengan baik	Dapat Menyala	√

keakuratan pompa setelah diberi perintah oleh pengguna melalui *command* bot telegram.

1. Pengujian Relay Pompa ON

Tabel 4.4 Pengujian Relay Pompa ON

Pengujian Ke-	Delay	Akurasi	Error	Pompa ON
Ke- 1	60 Detik	0%	√	Tidak
Ke- 2	5 Detik	100%	x	Ya
Ke- 3	2 Detik	100%	x	Ya
Ke- 4	4 Detik	100%	x	Ya
Ke- 5	10 Detik	100%	x	Ya
Ke- 6	3 Detik	100%	x	Ya
Ke- 7	4 Detik	100%	x	Ya
Ke- 8	2 Detik	100%	x	Ya
Ke- 9	2 Detik	100%	x	Ya
Ke- 10	3 Detik	100%	x	Ya

2. Pengujian Relay Pompa OFF

Tabel 4.5 Pengujian Relay Pompa OFF

Pengujian Ke-	Delay	Akurasi	Error	Pompa OFF
Ke- 1	3 Detik	100%	x	Ya
Ke- 2	3 Detik	100%	x	Ya
Ke- 3	4 Detik	100%	x	Ya
Ke- 4	2 Detik	100%	x	Ya
Ke- 5	50 Detik	0%	√	Tidak
Ke- 6	5 Detik	100%	x	Ya
Ke- 7	2 Detik	100%	x	Ya
Ke- 8	3 Detik	100%	x	Ya
Ke- 9	3 Detik	100%	x	Ya
Ke- 10	4 Detik	100%	x	Ya

F. Pengujian Controlling Deteksi Hama

Pengujian controlling hama bertujuan untuk memantau adanya hama pada tanaman, Pengambilan data ini dilakukan dalam tiga waktu yaitu pukul 10.00 pagi, 14.00 siang dan 20.00 malam secara rutin sebagai monitoring pada tanaman agar terhindar dari hama.

Tabel 4.3 Pengujian Controlling Deteksi Hama

Waktu	ESP-32 Cam	Sensor PIR	Relay Pompa	Terdeteksi Hama ?
Hari Ke-1				
10.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
14.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
20.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
Hari Ke-2				
10.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
14.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
20.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
Hari Ke-3				
10.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
14.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
20.00	Mengirim Foto	Deteksi	Aktif	Ya
Hari Ke-4				
10.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
14.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
20.00	Mengirim Foto	Deteksi	Aktif	Ya
Hari Ke-5				
10.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
14.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak
20.00	Mengirim Foto	Deteksi	Tidak Aktif	Tidak

H. Pengujian Sensor PIR

Pengujian Sensor PIR memiliki tujuan untuk mengukur berapa jauh jarak yang dapat di deteksi oleh Sensor PIR karena deteksi gerakan pada Sensor PIR sangat membantu ESP-32 Cam dalam pengambilan data berupa gambar

G. Pengujian Relay Pompa

Pengujian relay pompa dilakukan dalam 2 keadaan yaitu pengujian relay pompa dalam kondisi aktif dan pengujian pompa dalam kondisi mati. Hal ini bertujuan untuk memantau apakah Relay pompa dapat bekerja dengan baik atau tidak, Selain itu untuk dapat mengetahui nilai

Tabel 4.6 Pengujian Sensor PIR

Jarak	Hasil Pengujian	Terdeteksi ?
30 Centimeter	Terdeteksi	Ya
45 Centimeter	Terdeteksi	Ya
60 Centimeter	Terdeteksi	Ya
75 Centimeter	Terdeteksi	Ya
90 Centimeter	Terdeteksi	Ya
105 Centimeter	Terdeteksi	Ya
120 Centimeter	Terdeteksi	Ya
135 Centimeter	Terdeteksi	Ya

I. Pengujian ESP 32-Cam

Pengujian ESP-32 Cam bertujuan untuk memastikan gerakan yang ada pada tanaman. Setelah Sensor PIR mendeteksi ada gerakan pada tanaman, Maka untuk dapat memastikan gerakan tersebut hama atau tidak, ESP32-Cam akan mengirimkan data foto secara Real-time yang dikirimkan melalui bot telegram agar dapat dicek oleh pengguna nya.

Tabel 4.7 Pengujian ESP-32 Cam

Jarak (Sentimeter)	Hasil Gambar	Terdeteksi ?
15 Centimeter	Gambar Jelas	Ya
30 Centimeter	Gambar Jelas	Ya
45 Centimeter	Gambar Jelas	Ya
60 Centimeter	Gambar Jelas	Ya
75 Centimeter	Gambar Kurang Jelas	Tidak
90 Centimeter	Gambar Kurang Jelas	Tidak
105 Centimeter	Gambar Kurang Jelas	Tidak
120 Centimeter	Gambar Kurang Jelas	Tidak
135 Centimeter	Gambar Kurang Jelas	Tidak

J. Pengujian Koneksi WIFI

Pengujian koneksi WIFI dilakukan untuk mengukur jangkauan deteksi sinyal, seberapa jauh koneksi WIFI dapat terdeteksi. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi: pertama, di area terbuka tanpa halanga dan kedua di area yang terhalang oleh tembok.

1. Pengujian Koneksi WIFI Tanpa Halangan

Pengujian koneksi WIFI ini dilakukan pada sebuah lorongan bangunan tanpa penghalang tembok atau lainnya dan Hasil pengujiannya ada pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.8 Pengujian Koneksi WIFI Tanpa Halangan

No.	Jangkauan Jarak (CM)	Status Koneksi WIFI
1.	100 Sentimeter	Terhubung
2.	200 Sentimeter	Terhubung
3.	300 Sentimeter	Terhubung
4.	400 Sentimeter	Terhubung
5.	500 Sentimeter	Tidak Terhubung
6.	600 Sentimeter	Tidak Terhubung
7.	700 Sentimeter	Tidak Terhubung
8.	800 Sentimeter	Tidak Terhubung
9.	900 Sentimeter	Tidak Terhubung
10.	1000 Sentimeter	Tidak Terhubung

2. Pengujian Koneksi WIFI dengan Halangan Tembok
Pengujian ini dilakukan di dalam sebuah rumah dengan halangan tembok bangunan dan Berikut hasil pengujian nya pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Pengujian Koneksi WIFI Terhalang Tembok

No.	Jangkauan Jarak (CM)	Status Koneksi WIFI
11.	100 Sentimeter	Terhubung
12.	200 Sentimeter	Terhubung
13.	300 Sentimeter	Tidak Terhubung
14.	400 Sentimeter	Tidak Terhubung
15.	500 Sentimeter	Tidak Terhubung
16.	600 Sentimeter	Tidak Terhubung
17.	700 Sentimeter	Tidak Terhubung
18.	800 Sentimeter	Tidak Terhubung
19.	900 Sentimeter	Tidak Terhubung
20.	1000 Sentimeter	Tidak Terhubung

V. KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa tahap pengujian, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang telah dilakukan dari awal hingga akhir :

1. Perancangan dilakukan dengan membuat desain skematik dan pemograman dahulu .Untuk komponen utama yang digunakan adalah Sensor PIR dan Mikrokontroler ESP32-Cam, Dimana ESP32-Cam ini memiliki fungsi sebagai modul WIFI yang dilengkapi kamera kecil, Kamera tersebut memiliki fungsi untuk mengambil foto secara *Real-Time* pada tanaman ketika sensor PIR (Pasive Infrared Receiver) mendeteksi adanya Gerakan. Alat dapat bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan oleh pengguna melalui server aplikasi Telegram, Aplikasi Telegram sudah dirancang menggunakan pemograman agar *command* pada bot dapat berjalan sesuai perintah pengguna.
2. Tingkat akurasi sistem 99% dapat berfungsi dengan baik sesuai perintah yang diberikan pengguna melalui bot Telegram, serta dapat menerima dan menjalankan perintah dengan efisien melalui mikrokontroler ESP-32 Cam, Hanya saja sistem ini memiliki delay kurang lebih 10 detik. Untuk memastikan alat dapat bekerja dengan baik maka diperlukan kalibrasi secara rutin, pemantauan data foto secara *realtime* serta uji coba dalam berbagai kondisi.

- https://thecityfoundry.com/adaptor/
- [1] A. Hanafie, Kamal, and R. Ramadhan, "Perancangan Alat Pendeteksi Gerak Sebagai Sistem Keamanan Menggunakan ESP32 CAM Berbasis IoT," *J. Teknol. dan Komput.*, vol. 2, no. 02, pp. 142–148, 2022, doi: 10.56923/jtek.v2i02.101.
- [2] B. S. Hutomo and D. A. Prasetya, "PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IOT DENGAN MONITORING DAN KENDALI APLIKASI TELEGRAM," pp. 1–13.
- [3] P. D. Inzhagi, A. A. Muayyadi, and Fardan, "Monitoring Sistem Pestisida Otomatis Pada Pertanian Cabai Berbasis Internet Of Things (IoT)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 10, no. 5, pp. 4237–4245, 2023, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/download/21205/20487>
- [4] R. Jalaludin and D. Laksmiati, "Perancangan Sistem Kendali Irigasi Otomatis dan Pengusir Hama Burung Dengan Menggunakan Sensor PIR," *J. Ilm. Telsinas Elektro, Sipil dan Tek. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 122–134, 2023, doi: 10.38043/telsinas.v6i2.4565.
- [5] H. Kurniawan, "Perancangan keamanan rumah dengan esp32-cam dan notifikasi alarm berbasis iot menggunakan aplikasi telegram. 2023.
- [6] P. Lestari, Tasmi, and F. Antony, "Sistem Penyiraman Budidaya Tanaman Cabai Berdasarkan Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Tanah," *J. Intell. Networks IoT Glob.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–32, 2023, doi: 10.36982/jinig.v1i1.3080.
- [7] M. Y. Majid, "Rancang Bangun Alat Monitoring Pada Tanaman Hias Menggunakan Esp32 Berbasis Aplikasi Android," *SKRIPSI Dep. Tek. ELEKTRO Fak. Tek. Univ. HASANUDDIN MAKASSAR*, pp. 1–20, 2022.
- [8] A. Molen, *Sistem Pengendali Mesin Air Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino*. 2020.
- [9] Nur Atikah, Tuti Hartati, Agus Bahtiar, Kaslani, and Odi Nurdiawan, "Sistem Image Capturing Menggunakan ESP32-Cam Untuk Memonitoring Objek Melalui Telegram," *KOPERTIP J. Ilm. Manaj. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 49–53, 2022, doi: 10.32485/kopertip.v6i2.141.
- [10] I. M. Putra and H. Sujadi, "Rancang Bangun Alat Perangkap Hama pada Tanaman Cabai (*Capsicum Annuum* L) Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor PIR Berbasis Android," *SNESTIK Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, pp. 141–147, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.itats.ac.id/snestik/article/view/2699%0Ahttp://ejournal.itats.ac.id/snestik/article/download/2699/2276>
- [11] R. D. A. Putra, *Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Smart Door dengan Metode Face Recognition Berbasis Esp32 Cam*. 2016.
- [12] I. Sufaat and Juliandri, "IOT Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung pada Padi Sawah Petani Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 5, no. 2, pp. 306–314, 2024, doi: 10.47065/josyc.v5i2.4921.
- [13] R. Abadi, "Adaptor: Pengertian, Fungsi, Cara Kerja, Jenis Rangkaian," *Thecityfoundry.com*, 2023.
- [14] Admin, "Pestisida Nabati," *DINAS PERTANIAN TULANG BAWANG*, 2021. <https://distani.tulangbawangkab.go.id/news/read/3576/pestisida-nabati#:~:text=Secara umum pestisida nabati>
- [15] "Cabai," *Wikipedia*, 2024. <https://id.wikipedia.org/wiki/Cabai>
- [16] H. A. FATEM, "SKRIPSI Untuk memperoleh derajat sarjana pada Fakultas Pendidikan Eksakta Universitas Pendidikan Muhammadiyah (UNIMUDA) Sorong," 2023.
- [17] A. Zikri, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Raspberry Pi 3 Dengan Memanfaatkan Thingspeak Dan Interface Android Kendali," *UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 2020.
- [18] G. A. E. Mononimbar, "Sistem Deteksi Objek Menggunakan Sensor," 2022.
- [19] Muhammad Yunus, "PROTOTIPE SISTEM KEAMANAN KAMAR KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED RECEIVER DENGAN ESP32-CAM DAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFIKASI (Studi Kasus : Kos Sianturi Air Dingin)," pp. 10–11, 2021.
- [20] E. A. Prasetyo, "Development Board ESP32-CAM," p. 1, 2022, [Online]. Available: <https://www.arduino.biz.id/2022/08/development-board-esp32-cam.html>
- [21] P. Supomo, "Bab 2 Dasar Teori Dan Tinjauan Pustaka," *Utdi.Ac.Id*, pp. 4–16, 2018, [Online]. Available: https://eprints.utdi.ac.id/9457/10/3_183110027_BAB_II.pdf

