

# Penggunaan Modul Esp32 Cam Faedah Pembuangan Sampah Sembarangan Guna Penertiban Dan Kepatuhan Masyarakat Menggunakan Arduino Mega 2560 Dan Internet Of Things

Ayu Fazzira Yuskar , Emil Naf'an <sup>2</sup>, Okta Andrica Putra <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sistem Komputer, Uneiversitas Putra Indonesia YPTK Padang

<sup>2</sup> Sistem Komputer, Uneiversitas Putra Indonesia YPTK Padang

<sup>3</sup> Sistem Komputer, Uneiversitas Putra Indonesia YPTK Padang  
[ayufazzira@email.com](mailto:ayufazzira@email.com)

## Abstract

The advancement of science and technology motivates humans to address environmental issues, including environmental cleanliness. Waste, as one of the main problems, poses a serious threat to humans and the environment. Indonesia, as the world's second largest waste contributor, faces significant challenges, particularly from traditional markets. This issue requires active participation and awareness of traders, as well as government action in enforcing regulations. Robotics technology and the Internet of Things (IoT) offer innovative solutions. The use of microcontrollers and ESP32 CAM modules can help detect and monitor littering perpetrators. This system utilizes ultrasonic sensors and PIR sensors to detect motion and distance. Thus, community compliance with waste management regulations can be enhanced through effective monitoring and enforcement. This research aims to design a system based on Arduino Mega 2560 and IoT to improve community discipline and awareness.

Keywords: HC-SR04, PIR, ESP32 Cam, LDR, LCD, DfPlayer, IoT Abstrak

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong manusia untuk menangani masalah lingkungan, termasuk kebersihan lingkungan. Sampah, sebagai salah satu masalah utama, menjadi ancaman serius bagi manusia dan lingkungan. Indonesia, sebagai penyumbang sampah terbesar kedua di dunia, menghadapi tantangan besar terutama dari pasar tradisional. Masalah ini membutuhkan partisipasi aktif dan kesadaran pedagang serta tindakan pemerintah dalam menegakkan peraturan. Teknologi robotika dan Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif. Penggunaan mikrokontroler dan modul ESP32 CAM dapat membantu mendeteksi dan mengawasi pelaku pembuangan sampah sembarangan. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik dan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan dan jarak. Dengan demikian, kepatuhan masyarakat terhadap peraturan pengelolaan sampah dapat ditingkatkan melalui pengawasan dan penertiban yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem berbasis Arduino Mega 2560 dan IoT untuk meningkatkan kedisiplinan dan kesadaran masyarakat dalam membuang sampah.

Kata kunci: HC-SR04, PIR, ESP32 Cam, LDR, LCD, DfPlayer, IoT

*JCSITech is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.*



## 1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi memotivasi manusia untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di sekitarnya. Manusia merupakan makhluk yang mendambakan segala sesuatu yang bersih dan indah, salah satunya adalah kebersihan lingkungan. Banyak masyarakat yang belum menyadari pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan, hal ini terlihat dari banyaknya sampah yang berserakan (Kiki dkk, 2020).

Meskipun sampah merupakan bagian kehidupan yang tidak lagi digunakan atau harus dibuang, sampah tidak mewakili aktivitas biologis (Dik Ajeng dkk, 2021). Tidak dapat disangkal bahwa Indonesia merupakan penghasil sampah terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok dengan jumlah sampah sebanyak 4,444 lembar (Vitri Roma dkk, 2022). Pada tahun 2021, salah satu sumber volume sampah adalah sampah pasar

tradisional yang diperkirakan mencapai 22,04% dari total sampah yang dihasilkan di Indonesia (Aulia Irkhamni dkk, 2022). Akibat lain dari aktivitas perdagangan di pasar adalah adanya sampah dari segala aktivitas, sampah-sampah ini semakin hari semakin bertambah seiring dengan berkembangnya pasar dan aktivitas pasar itu sendiri (Wahyudin dkk, 2020). Pasar mempunyai permasalahan masalah sampah tersendiri, karena sebagian besar sampah pasar terdiri dari sampah basah dan sampah kering (Laelani dkk, 2020). Sampah merupakan ancaman serius bagi manusia, karena dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Kiki dkk, 2020). Sampah yang dibuang sembarangan menimbulkan bahaya bagi kehidupan kita. Mengakibatkan banjir dan pencemaran udara, merusak alam sekitar dan menjadi tempat berkembang biaknya berbagai penyakit berbahaya (Handika dkk, 2022). Biasanya terdapat di dekat pasar tradisional, terdapat tempat sampah di sana, namun pengangkutan sampah tersebut sering kali tertunda sehingga

mengakibatkan tumpukan sampah dan bau tidak sedap di sekitar pasar (Jenal dkk, 2021). Ketidakpedulian dan kecerobohan membuang sampah merupakan salah satu bentuk sampah yang terus menumpuk, dan minimnya tempat pembuangan sampah juga menjadi salah satu penyebabnya (Jenal dkk, 2021). Akibat banyaknya sampah yang berserakan dan menumpuk, tempat sampah dan TPS yang tidak memiliki penutup, sehingga dapat menjadi tempat perkembangbiakan vektor, dan menimbulkan bau tidak sedap. Masyarakat hanya mengamati situasi membuang sampah sembarangan karena takut menimbulkan pertengkaran (Laelani dkk, 2020). Perilaku masyarakat ini disebabkan oleh kurangnya tempat/ lokasi pembuangan sampah yang baik, dan kurangnya pemahaman masyarakat terhadap sampah, masyarakat menganggap sampah itu kotor, sehingga masih ada keengganan untuk memanfaatkan sampah itu kembali (Ridha dkk, 2022).

Memotivasi masyarakat untuk peduli dan mencintai lingkungannya, Pemerintah akan menerapkan Peraturan Daerah tentang sanksi pembuangan sampah sembarangan, hal ini akan membuat warga berpikir panjang untuk membuang sampah sembarangan (Sabri dan Nasfi, 2020). Partisipasi dan kesadaran pedagang sangat dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan sampah pasar, sebab persoalan kebersihan lingkungan di tempat perdagangan tidak hanya menjadi tanggung jawab dan kewajiban pemerintah daerah setempat, namun juga menjadi tugas dan kewajiban pedagang (Muhammad & Putu, 2019). Apabila warga sudah tertib dan tidak ada lagi yang membuang sampah sembarangan, maka kebersihan akan terjaga. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan saat ini adalah bidang robotika yang menggunakan mikrokontroler sebagai komponen utamanya (Benediktus dkk, 2023). Inovasi baru dari bidang tersebut dapat dimanfaatkan dalam merancang suatu sistem untuk mendeteksi pelaku pembuangan sampah sembarangan agar tercipta kedisiplinan berbasis Mikrokontroler dan Internet Of Things (Iot). Ini memungkinkan seseorang memantau perubahan yang terjadi di lingkungan setempat dari jarak jauh, menggunakan jaringan internet (Regar & Kurnia, 2020). Sistem ini menggunakan ESP32 CAM untuk menampilkan gambar foto maupun video (Ichwan dkk, 2023). Kemudian menggunakan sensor ultrasonik dan sensor PIR dalam mendeteksi jarak. Dimana HC-SR04 passive infrared sensor (PIR) sebagai deteksi gerak memiliki banyak keunggulan bagi pengembangan project berbasis internet of things (Andi & Ade, 2019).

Adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai dari perancangan penelitian ini adalah sebagai berikut : Memahami konsep kerja dari Arduino Mega 2560 sehingga dapat diterapkan pada camera pembuangan sampah sembarangan dengan IoT. . Menganalisa setiap permasalahan dan pemanfaatan alat-alat elektronika yang digunakan pada sistem yang dibuat. Merancang suatu program yang akan dijalankan pada sistem dengan memanfaatkan Arduino Mega 2560 sehingga sistem dapat berjalan dengan baik. .Membangun smart

sistem deteksi pembuangan sampah sembarangan agar dapat digunakan di kehidupan sehari-hari dalam meningkatkan ketertiban masyarakat. Menguji kinerja sistem agar memudahkan pelayanan pada masyarakat nantinya.

#### Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler ATmega2560 yang memiliki 54 digital input / output pin (dimana 15 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial hardware), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai.

Mega kompatibel dengan sebagian perisai dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Diecimila. Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Arduino Mega 2560

#### Modul ESP32 CAM

Papan pengembangan WiFi /Bluetooth dengan mikrokontroler ESP32 dan kamera. Mikrokontroler ini menyediakan fitur yang dapat digunakan siapa saja, atau bisa dikatakan open source, salah satu fiturnya yaitu digunakan untuk mengambil gambar, pengenalan wajah dan deteksi wajah. Mikrokontroler tersebut bisa digunakan menggunakan pada arduino ide untuk memanfaatkan library atau fitur yang sudah disediakan. ESP32-CAM adalah modul kamera berukuran kecil dan berdaya rendah berbasis ESP32. Muncul dengan kamera OV2640 dan menyediakan slot kartu TF onboard. Papan ini memiliki PSRAM 4MB yang digunakan untuk menyangga gambar dari kamera ke streaming video atau tugas lain dan memungkinkan Anda untuk menggunakan kualitas gambar yang lebih tinggi tanpa merusak ESP32. Itu juga dilengkapi dengan LED onboard untuk flash dan beberapa GPIO untuk menghubungkan periferal. ESP32CAM dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. ESP32Cam

Sensor ultrasonic HC-SR04 merupakan modul elektronik yang memiliki kemampuan pendeteksi sebuah objek melalui suara. Komponen ini terdiri atas sebuah transmitter (Pemancar) dan sebuah receiver (penerima), transmitter berfungsi untuk memancarkan gelombang suara ke arah depan apabila gelombang suara mengenai sebuah objek maka gelombang suara tersebut akan memantul kembali ke receiver. Adapun sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. HCSR04

### Sensor PIR

PIR merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar inframerah dari suatu objek. Sesuai dengan namanya sensor PIR bersifat pasif, yang berarti sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah melainkan hanya dapat menerima radiasi sinar infra merah dari luar. Sensor PIR dapat mendeteksi radiasi dari berbagai objek dan karena semua objek memancarkan energi radiasi, sebagai contoh ketika terdeteksi sebuah gerakan dari sumber infra merah dengan suhu tertentu yaitu manusia mencoba melewati sumber infra merah yang lain misal dinding, maka sensor akan membandingkan pancaran infra merah yang diterima setiap satuan waktu, sehingga jika ada pergerakan maka akan terjadi perubahan pembacaan pada sensor. Sensor PIR dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Sensor PIR

### Modul Sensor LDR ( Light Dependent Resistor)

Cara kerja LDR sendiri adalah jika kondisi cahaya terang maka nilai hambatannya menjadi kecil bahkan dapat menyentuh angka nol tergantung intensitas cahaya yang mengenai LDR tersebut dan bila kondisi gelap maka hambatannya menjadi semakin besar. Klasifikasi sinyal pada sensor LDR ini berdasarkan nilai data dibedakan menjadi sinyal analog dan digital, sinyal analog memiliki sinyal data dalam bentuk gelombang kontinyu, sedangkan sinyal digital memiliki sinyal data dalam bentuk pulsa dengan bilangan biner (0 dan 1) . Modul Sensor LDR ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7 Modul Sensor LDR

### Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang bekerja dengan cara mengubah sinyal listrik menjadi getaran-getaran yang dapat didengar oleh manusia. Buzzer merupakan suatu bagian dari elektronika dengan kegunaan untuk mengubah energy listrik menjadi getar atau suara. Buzzer memiliki prinsip kerja yang persis seperti loud speaker. Buzzer ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 8. Buzzer

### LED (Light Emiting Diode)

Light Emiting Diode atau sering disingkat LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberi tegangan maju. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tanpakoleh mata seperti yang sering dijumpai pada remote control TV atau remote control yang digunakan pada perangkat lainnya. Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam yang kecil dan dapat dipasangkan dengan ke dalam berbagai perangkat elektronika. Gambar LED dapat kita lihat pada gambar berikut.



Gambar 9 LED

### Resistor

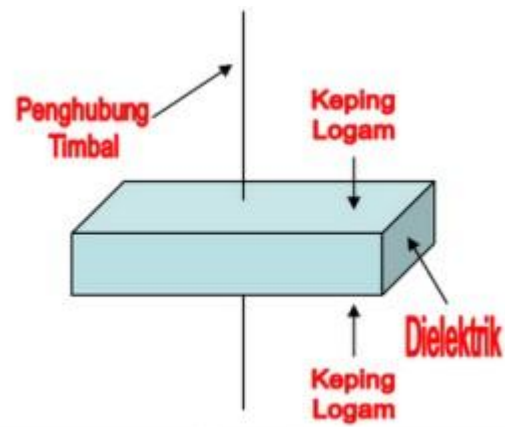
Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Resistor termasuk komponen pasif pada rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega ( $\Omega$ ). Hukum Ohm menyatakan bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansi (Ohm), resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut berikut adalah simbol resistor dalam bentuk gambar yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika.

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Resistor (Nilai Tetap)		 atau 
Variable Resistor		 atau 
LDR (Light Depending Resistor)		 atau 
Thermistor (NTC / PTC)		 atau 

Gambar 10. Resistor

## Kapasitor

Kapasitor (Capacitor) atau disebut juga dengan Kondensator (Condensator) adalah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Satuan kapasitor tersebut diambil dari nama penemunya yaitu Michael Faraday (1791 ~ 1867) yang berasal dari Inggris. Kapasitor merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 2 pelat konduktor yang pada umumnya adalah terbuat dari logam dan sebuah isolator diantara pelat tersebut sebagai pemisah. Isolator tersebut disebut juga dengan dielektrika. Bentuk dasar kapasitor dapat dilihat pada gambar berikut.



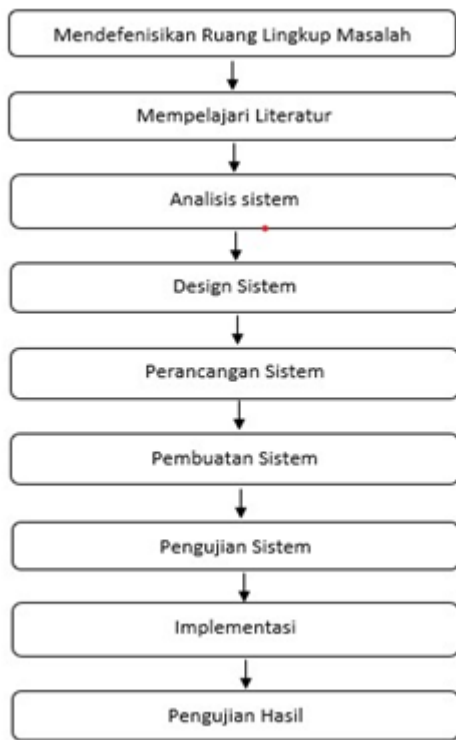
Gambar 11. Kapasitor

## IoT (Internet Of Things)

Internet of Things (IoT) adalah jembatan yang dapat menghubungkan suatu objek dengan objek lain tanpa bantuan dari manusia. IoT memiliki kemampuan dapat mentransfer data melalui jaringan internet. Implementasi IoT dapat ditemukan pada peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dikendalikan dan dimonitoring menggunakan perangkat yang dapat terhubung dengan jaringan internet. Perintah untuk melakukan eksekusi tidak terlepas dari bantuan sensor yang terletak pada perangkat IoT. Sensor pada IoT digunakan untuk mengkonversi data fisik yang masih mentah menjadi sinyal digital dan mengirimkan data tersebut ke pusat kontrol. Dengan cara seperti inilah seseorang dapat me-monitor perubahan yang terjadi pada lingkungan secara jarak jauh dengan memanfaatkan jaringan internet. Arsitektur sistem pada IoT sangat bervariasi, tergantung pada konteks penerapannya atau implementasinya.

## 2. Metodologi Penelitian

Kerangka kerja adalah kumpulan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam rangka menyelesaikan masalah yang akan dibahas. Adapun kerangka kerja dari penelitian ini dapat disajikan pada Gambar berikut ini.

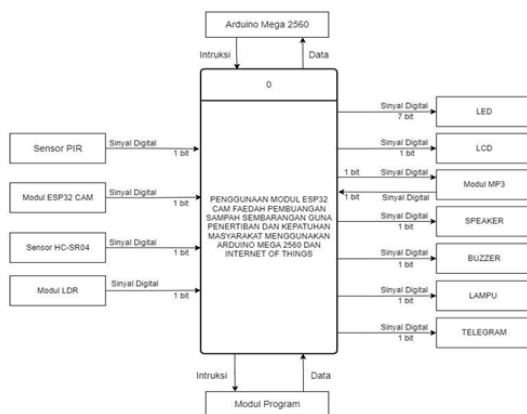


Gambar 12. Kerangka Kerja Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Context Diagram

Context diagram merupakan pendefinisian terhadap sistem yang akan dirancang yang bersifat menyeluruh. Sub bab ini merupakan penjabaran dan penjelasan setiap external entity secara keseluruhan. Context diagram ini digunakan untuk memudahkan dalam proses penganalisaan sistem yang dirancang secara keseluruhan. Context diagram yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 13 Context Diagram

#### Data Flow Diagram (DFD)

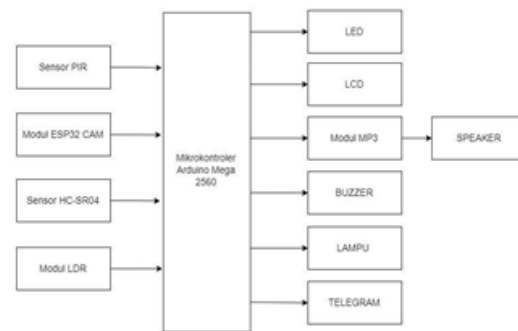
Data flow diagram merupakan gambaran fungsi-fungsi yang dimiliki oleh sistem yang akan dibangun. DFD menggambarkan fungsi yang lebih rinci dari alat yang dirancang. Data flow diagram diuraikan berdasarkan context diagram yang telah dijabarkan sebelumnya.

Gambar data flow diagram dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 14. Data Flow Diagram

#### Blok Diagram



Gambar 15 Blok Diagram

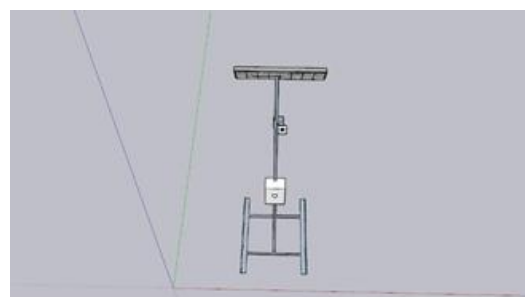
Berdasarkan blok diagram di atas dapat dilihat bahwa sistem terdiri dari input, process dan output. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 berperan sebagai pusat pemrosesan dan pengontrolan. Sensor PIR, ESP32 CAM, HC-SR04, dan modul LDR sebagai input. Output dari sistem adalah LED, LCD, Speaker, Buzzer, Lampu dan notifikasi telegram.

Buzzer, Lampu dan notifikasi telegram.

#### Rancangan Fisik Alat

Perancangan fisik alat ini adalah tahap awal dari pemasangan dan menganalisa permasalahan yang dihadapi berdasarkan literatur yang menunjang perancangan alat. Rancangan fisik alat digambarkan menggunakan software

Google Sketchup yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 16. Rancangan Alat Tampak Atas



Gambar 17 Rancangan Alat Tampak Depan



Gambar 18 Rancangan Alat Tampak Belakang



Gambar 19 Rancangan Alat Tampak Kanan

Adapun prinsip dan sistem kerja dari alat modul ini adalah sebagai berikut adalah

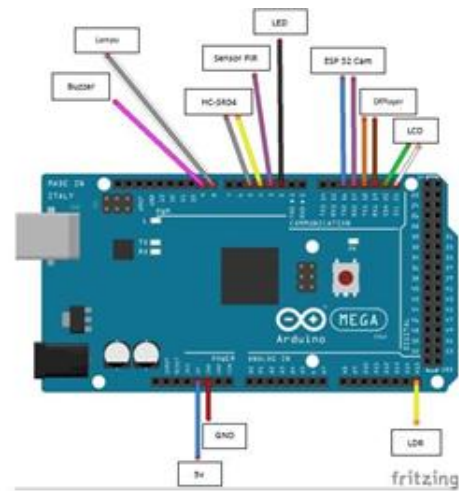
1. Alat menggunakan power supply untuk mengaktifkan seluruh rangkaian sistem dan komponen dan Arduino Mega2560 sebagai pengontrol dan pengendali sistem.
2. Pada saat power supply diaktifkan, modul Ldr akan menghitung resistensi cahaya, sehingga jika pada kondisi gelap maka lampu akan diaktifkan.
3. Sensor PIR akan mendeteksi adanya keberadaan objek di sekitar alat. Jika sensor mendeteksi adanya objek maka ESP32 Cam dan LCD akan aktif.

4. Sensor HC-SR04 (Ultrasonik) akan mendeteksi jarak objek yang mendekati. Jika jarak yang terdeteksi kurang dari 80 cm maka LCD dan Mp3 akan mengeluarkan suara serta menampilkan informasi yaitu “Terimakasih Sudah Membuang Sampah Pada Tempatnya”. Atau jika lebih dari 80 cm maka, informasi berupa “Anda Terpantau Kamera.

Buanglah Sampah Pada Tempatnya”. Serta ESP32 Cam akan mengirim gambar melalui telegram dan buzzer akan aktif.

#### Rangkaian Mikrokontroler Arduino Mega2560

Blok rangkaian sistem dan komponen dari modul arduino mega2560 dapat dilihat pada gambar berikut ini:

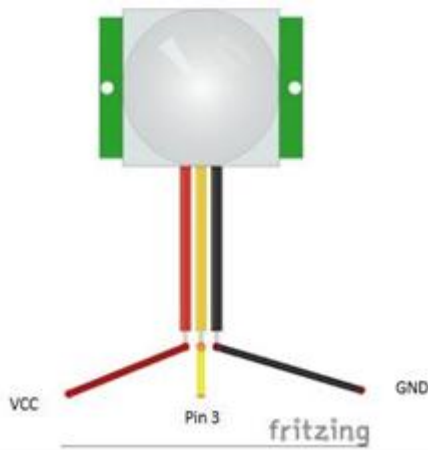


Gambar 20. Rangkaian Arduino Mega2560

Pada sistem ini Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai pengontrol dan pengendali. Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, tinggal menghubungkan power dari USB ke PC atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

#### Rangkaian Sensor PIR

Pada perancangan alat ini menggunakan sensor PIR yang digunakan untuk mendeteksi adanya objek. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 21. Rangkaian Sensor PIR

#### Rangkaian ESP32 Cam

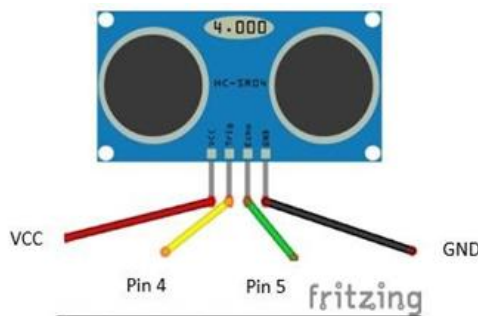
Pada perancangan alat ini menggunakan ESP32 Cam yang digunakan untuk mengambil gambar serta mengirimkannya melalui telegram . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 22. Rangkaian ESP32 Cam

#### Rangkaian Sensor HC-SR04

Pada perancangan alat ini menggunakan Sensor HC-SR04 atau Sensor Ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi jarak objek . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 23. Rangkaian HC-SR04

## 4. Kesimpulan

Alat Penertiban Pembuangan Sampah Sembarangan Guna Kepatuhan Masyarakat Menggunakan Modul Esp32 Cam, Arduino Mega 2560 Dan Internet Of Things dapat bekerja dengan baik. Sensor Pir dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi keberadaan objek sehingga dapat mengaktifkan Led serta kamera pada ESP32 Cam. Dengan menggunakan sensor Ultrasonik, alat dapat mendeteksi jarak antara alat dengan objek sehingga output dapat ditampilkan pada LCD. Sensor Ldr dapat mendeteksi resistansi cahaya untuk mengaktifkan lampu saat kondisi sudah gelap atau malam. Dengan menggunakan Dfplayer dan speaker, himbauan membuang sampah bisa didengar dengan jelas. Saat alat sedang aktif, LED dapat aktif dan LCD dapat menampilkan informasi berupa text. ESP32 Cam dapat mengirimkan gambar objek yang terdeteksi membuang sampah tidak pada tempatnya melalui telegram.

## Daftar Rujukan

- Abidin, J., Berliana, A., Salsabila, N., Maulidia, N. S., Adiyaksa, R., & Siahaan, V.F. (2021). Sistem Pengelolaan Sampah Di Pasar Tradisional Kota Depok Waste Management System At Traditional Market Depok City. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(2).
- Ahmad, A., & Ikhlas, M. (2020). Sistem Membuka Pintu Dengan Ketukan Bernada Menggunakan Mikrokontroler Atmega328. *Jurnal Sains Komputer dan Informatika*, 4(2).
- Ali, M., & Christiawan, P. I. (2019). Tingkat Partisipasi Pedagang Dalam Pengelolaan Sampah Pasar Tradisional Di Kota Singaraja. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 7(1).
- Ayutantri, D. A., Irawan, J. D., & Wibowo, S. A. (2021). Penerapan IOT (Internet Of Things) Dalam Pembuatan Tempat Sampah Pintar Untuk Rumah Kos. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 5(1).
- Bhae, B. Y., Opa, V., & Tute, K. J. (2023). Aplikasi Tempat Sampah Pintar Dengan Notifikasi Menggunakan Telegram (Studi Kasus Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Ende. *Jurnal JUPITER*, 15(1).
- Bhuaneswari, T., Hossen, J., Hamzah, N. A., Velraj Kumar, P., & Jack, O. J. (2020). Internet of things (IoT) based Smart Garbage monitoring system. *Indonesioan Journal of Electrical Engineering and computer Science*, 20(2).
- Cahyono, B. D., Irwanto, & Nugraha, M. I. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Elektronika Dasar Untuk Memahami Nilai Resistor Berdasarkan Kode Warna 3 Gelang Dan 4 Gelang Bagi Siswa SMK Kelas X Jurusan Teknik Otomasi Industri. *Journal on Education*, 5(4).
- Damanik, V. R. S., Suhada, Wanto, A., Hartama, D., & Irawan. (2022). Pemanfaatan Arduino Uno Dalam Tong Sampah Pintar Dan Pendeteksi Asap Berbasis Ir Sensor. *Jurnal Device*, 12(1).
- Devitasari, R., & Kartika, K. P. (2020). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Kucing Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu Berbasis
- Internet Of Things (Iot). *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 14(2).
- Dina, L., Hilal, N., & Subagiyo, A. (2020). Analisis Faktor Yang Berhubungan Dengan Perilaku Pedagang Dalam Pengelolaan Sampah Di Pasar Segamas Kabupaten Purbalingga. *Buletin Keslingmas*, 39(2).
- Effendy, E., Siregar, E. A., Fitri, P. C., & Damanik, I. A. S. (2023). Mengenal Sistem Informasi Manajemen Dakwah (Pengertian Sistem, Karakteristik Sistem). *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 5(2).

- Fahmizal, S. T., Mayub, A., Kom, M., Arrofiq, I. M., & Ruciyanti, F. (2022). Mudah Belajar Arduino dengan Pendekatan berbasis Fritzing, Tinkercad dan Proteus. Deepublish.
- Fatmawati, K., Sabna, E., Muhandi, & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Riau Journal of Computer Science*, 6(2).
- Fikri, M. A., Hartama, D., Kirana, I. O., Gunawan, I., & Nasution, Z. M. (2022). Kotak Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Kantor Seketariat DPRD Kota Pematangsiantar. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 2(2).
- Hendrian, Y., Yudatama, Y. P., & Pratama, V. S. (2020). Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor LDR, Sensor Hujan Dan Sensor Kelembaban Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 6(1).
- Kurnia, H., & Hariman, H. (2021). Analisis Pengaruh Pemakaian Kapasitor Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Motor Induksi 3 Fasa Dengan Daya 1 Hp 380/660 V Di Smkn 01 Rejang Lebong. *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, 1(2).
- Putra, Ondra Eka (2020). Implementasi Artificial Intelligence Pada Sistem Pengawasan Pasien Rumah Sakit. *Jurnal Teknologi*, 10(2).
- Putra, O. A., & Handika, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Lalu Lintas Menggunakan Smartphone Dan Esp32cam Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(1).
- Putri, A. I., Afrianisa, R. D., & Pramestiyawati, T. N. (2022). Pengelolaan Sampah Pasar Tradisional Di Kecamatan Bojonegoro (Studi Kasus : Pasar Banjarejo). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*.
- Mardianto, Eko. (2022). *Panduan Belajar Mikrokontroler Arduino*.
- Nirmalasari, R., Irawan, M. D., Haryanto, N. F. R., & Syafitri, P. (2022). Pengadaan Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS) Sebagai Upaya Mewujudkan Kampung Bersih. *Jurnal UMPWR*, 6(4).
- Purwata, I., Ashari, M., Bagye, W., & Saikin. (2023). Perancangan Alat Penangkap Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis Node Mcu Esp32. *Cam. Jambura Journal Of Electrical and Electricinics Engineering*, 5(1).
- Rahman, S. N., Putra, O. E., & Nugraha, A. (2020). Sistem Pengontrolan Alat Pemanggang Makanan Jarak Jauh Berbasis Arduino Mega 2560. *Majalah Ilmiah UPI YPTK*, 27(1).
- Sabri & Nasfi. (2020). Dampak Membuang Sampah Sembarangan Terhadap Kelestarian Lingkungan Dan Ekonomi Beserta Sanksi Terhadap Masyarakat Yang Membuang Sampah Sembarangan Tempat (Studi Kota Bukittinggi). *Jurnal Sosial dan Ilmu Ekonomi*, 5(1).
- Sanjaya, H., Daulay, N. K., Triyanto, J., & Andri, R. (2022). Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino. *JURIKOM*, 9(2).
- Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2019). Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan. *Prosiding Seminar Nasional Sisfotek*, 3(1).
- Siswanto, Nurhadian, T., & Junaedi, M. (2020). Prototype Smart Home Dengan Konsep Iot (Internet Of Thing) Berbasis Nodemcu Dan Telegram. *Jurnal SIMIKA*, 3(1).
- Susanto, M. F., Mahendra, M. A. G., Nugraha, A. T., & Anggraeni, R. D. (2020). Smartbag Dengan Sistem Keamanan Berbasis Arduino, Sensor PIR, dan GPS Melalui SMS. *Prosiding the 11 Industrial Research Workshop and Nation Seminar*.
- Tsabit, M. L., Ismail, S. J. I., & Sularsa, A. (2020). Perancangan Sistem Otomatisasi Pemberian Pakan Kucing Menggunakan Penjadwalan Berbasis Mikrokontroler. *E-Proceeding of Applied Science*, 6(2).
- Wahyudin, Fitriah, & Azwaruddin. (2020). Perencanaan Pengelolaan Sampah Di Pasar Dasan Agung Kota Mataram Dengan Pendekatan Reduce, Reuse Dan Recycle (3r). *Serambi Engineering*, 5(2).