

**IMPLEMENTASI SENSOR PIR BERBASIS ARDUINO UNO
TERINTEGRASI KAMERA SEBAGAI PENDETEKSI
KEDATANGAN PEMBELI**

(Studi kasus ditoko Nabila losari)

SKRIPSI

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh:

NANDA NABILA PUTRI

0402201006

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

2024 M/1446 H



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA (UNU) CIREBON
LEMBAR PENGESAHAN STATUS SKRIPSI

JUDUL : IMPLEMENTASI SENSOR PIR BERBASIS ARDUINO
UNO TERINTEGRASI KAMERA SEBAGAI
PENDETEKSI KEDATANGAN PEMBELI
PENYUSUN : NANDA NABILA PUTRI
NIM : 0402201006

Mengijinkan Skripsi Sarjana Komputer ini disimpan di Perpustakaan Universitas Nahdlatul Ulama dengan syarat-syarat kegunaan sebagai berikut:

1. Skripsi adalah hak milik Universitas Nahdlatul Ulama
2. Perpustakaan Universitas Nahdlatul Ulama dibenarkan membuat salinan untuk referensi
3. Perpustakaan juga dibenarkan membuat salinan Skripsi ini sebagai bahan pertukaran antar institusi pendidikan tinggi.
4. Berikan tanda √ sesuai dengan katagori Skripsi
 - ☐ ☐ Sangat Rahasia (Mengandung isi tentang keselamatan atau kepentingan negara Indonesia)
 - ☐ ☐ Rahasia (Mengandung isi tentang kerahasiaan dari suatu organisasi/badan di mana penelitian Skripsi ini dikerjakan)

√ Biasa

Disahkan oleh:

DICKY ANDIKA SULAEMAN, M. Kom

Tanggal :

ABDUL KOHAR, M. Kom

Tanggal :



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA (UNU) CIREBON
LEMBAR PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : IMPLEMENTASI SENSOR PIR BERBASIS ARDUINO
UNO TERINTEGRASI KAMERA SEBAGAI
PENDETEKSI KEDATANGAN PEMBELI
PENYUSUN : NANDA NABILA PUTRI
NIM : 0402201006

"Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk membatalkan gelar Sarjana Komputer saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut".

Cirebon, 30 Agustus 2024



Nanda Nabila Putri
Nim : 0402201006



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA (UNU) CIREBON
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : IMPLEMENTASI SENSOR PIR BERBASIS ARDUINO
UNO TERINTEGRASI KAMERA SEBAGAI
PENDETEKSI KEDATANGAN PEMBELI
PENYUSUN : NANDA NABILA PUTRI
NIM : 0402201006

Skripsi ini diperiksa dan disetujui, Cirebon, 26 Agustus 2024.

Pembimbing I

DICKY ANDIKA SULAEMAN, M.Kom
NIDN. 0416068608

Pembimbing II

ABDUL KOHAR, M.Kom
NIDN. 0412068704

Ketua Program Studi

DICKY ANDIKA SULAEMAN, M.KOM
NIDN. 0416068608



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA (UNU) CIREBON
PENGESAHAN PRAKTEK SKRIPSI

JUDUL : IMPLEMENTASI SENSOR PIR BERBASIS ARDUINO
UNO TERINTEGRASI KAMERA SEBAGAI
PENDETEKSI KEDATANGAN PEMBELI

PENYUSUN : NANDA NABILA PUTRI
NIM : 0402201006

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 31 Agustus 2024 menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai untuk penganugrahan gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing 1, <u>DICKY ANDIKA S, M. Kom.</u> NIDN. 0416068608	<u>14-09-2024</u>	
Pembimbing 2, <u>ABDUL KOHAR, M. Kom</u> NIDN. 0412068704	<u>14-09-2024</u>	
Penguji 1, <u>ROSIDIN, S. Kom, M. Kom</u> NIDN. 0415028303	<u>14-09-2024</u>	
Penguji 2, <u>H. SUKARSA, S. Kom</u> NIDN. 0418117605	<u>14-09-2024</u>	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

Rosidin, M. Kom
NIDN. 0415028303

ABSTRAK

Implementasi sensor PIR berbasis Arduino Uno terintegrasi kamera sebagai pendeteksi kedatangan pembeli di Toko Kelontong Nabila bertujuan mengatasi permasalahan keamanan rendah, pengawasan terbatas, dan peningkatan pencurian. Toko Kelontong Nabila, berbeda dengan toko swalayan yang sudah dilengkapi sistem keamanan tinggi, memiliki fokus utama pada peningkatan keamanan dan mempermudah pengawasan aktivitas pembeli serta potensi pencurian. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan pemantauan dengan biaya yang efisien, menggunakan teknologi sensor PIR yang terhubung ke ESP32-CAM untuk mengambil gambar sebagai bukti visual. Informasi ini kemudian dikirimkan melalui Telegram, serta menggunakan buzzer untuk memanggil penjaga saat terjadi aktivitas maupun hal yang mencurigakan. Mikrokontroler Arduino Uno bertugas mengoordinasikan antara sensor, suara, dan kamera, memungkinkan respons cepat terhadap situasi yang mencurigakan. Hal ini meningkatkan kemampuan pemantauan *real-time* dan respons terhadap kejadian di Toko Kelontong Nabila, secara keseluruhan meningkatkan keamanan dan pengalaman berbelanja yang aman bagi pelanggan.

Kata kunci : *Sensor PIR, Arduino uno, Kamera dan telegram*

ABSTRACT

Implementation of an Arduino Uno-based PIR sensor integrated with a camera to detect the arrival of buyers at the Nabila Grocery Store aims to overcome the problems of low security, limited supervision and increased theft. Nabila Grocery Store, in contrast to supermarkets which are equipped with high security systems, has a main focus on increasing security and making it easier to monitor customer activities and potential theft. The system is designed to optimize monitoring in a cost-efficient manner, using PIR sensor technology connected to the ESP32-CAM to capture images as visual evidence. This information is then sent via Telegram, as well as using a buzzer to call guards when suspicious activity or things occur. The Arduino Uno microcontroller is responsible for coordinating between sensors, sound, and cameras, enabling fast response to suspicious situations. This improves real-time monitoring and incident response capabilities at Nabila Grocery Stores, overall improving security and a safe shopping experience for customers.

Keywords: *PIR sensor, Arduino Uno, camera and telegram*

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, yang telah memberikan nikmat sehat wal'afiat, berkat kuasanya penulis bisa menyelesaikan tugas akhir hingga penyusunan laporannya dengan baik. laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan tugas akhir (skripsi) sebagai syarat kelulusan bagi para mahasiswa dari jurusan Teknik Informatika.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak terutama dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan serta arahan selama menyelesaikan tugas akhir (skripsi) ini sehingga dapat menyelesaikan dengan baik, oleh karna itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Dr. Agus Sugiarto, S.H., M.H., M.M selaku Rektor Universitas Nahdatul uUama Cirebon
2. Rosidin, M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer
3. Dicky Andika Sulaeman, M.Kom Selaku Pembimbing I
4. Abdul Kohar, M.Kom Selaku Pembimbing II
5. Kedua orang tua saya bapak Yusup dan ibu Akromah yang selalu mendo'akan dan memberikan semangat sehingga dititik saat ini.

Segala rintangan dan hambatan yang penulis alami selama penyusunan skripsi ini tidaklah membuat penulis putus asa dan putus harapan. Penulis mengharap kritik dan saran yang bersifat membangun demi kemanfaatan skripsi ini.

Akhir kata hanya kepada Allah penulis berserah diri semoga petunjuknya selalu menyertai kita semua sehingga kita selalu berada di jalan dan ridho-Nya.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapatkan berkah dari Allah SWT. Akhir kata penulis mohon maaf apabila masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan. Amin

Cirebon, September 2024

Nanda Nabila Putri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN STATUS SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN PENULIS.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
PENGESAHAN PRAKTEK SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Metode Penelitian.....	4
1.7.1 Metode Pengembangan	5
1.7.2 Teknik Pengumpulan Data	5
1.8 Kerangka Berfikir.....	6
1.9 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II.....	9
LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Pandangan Agama Islam Terhadap Perkembangan Teknologi	9
2.2 Tinjauan Pustaka	11
2.3 Sistem Pendeteksi.....	14
2.4 Sejarah Arduino.....	15
2.4.1 Kelebihan Arduino	18
2.4.2 Jenis-Jenis Arduino	19

2.5 Sensor.....	33
2.5.1 Sensor PIR.....	33
2.6 Buzzer	35
2.7 Esp32-cam.....	36
2.8 Kabel Jumper	37
2.9 Kabel USB Arduino	39
2.10 Telegram.....	40
2.11 Bot Telegram	42
2.12 Breadboard	45
2.13 Fritzing	48
2.14 Lucidchart	49
2.15 Alat Keamanan Dengan Notifikasi Telegram	50
BAB III	66
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	66
3.1 Analisis Masalah	66
3.2 Analisis Pengguna.....	66
3.3 Analisis Kebutuhan	67
3.4 Analisis Kebutuhan Perangkat	68
3.4.1 Perangkat Keras (Hardware)	68
3.4.2 Perangkat Lunak (Software)	68
3.5 Alat dan Bahan	68
3.6 Spesifikasi Komponen	69
3.7 Tahap Proses Perancangan Alat.....	69
3.8 Perancangan Sistem	70
3.9 Desain Input/Output	71
3.10 Perancangan Hardware	72
3.10.1 Rangkaian Sensor Pir	72
3.10.2 Rangkaian Buzzer	73
3.10.3 Rangkaian ESP32-Cam.....	74
3.11 Perancangan Software	75

3.11.1 Bot Telegram	75
3.11.2 Program	76
3.11.3 Flowchart.....	76
3.12 Perancangan Program	78
3.13 Perancangan Pengujian	82
3.13.1 Perancangan Pengujian Perangkat Keras	82
3.13.2 Perancangan Pengujian Perangkat Lunak	84
3.14 Perancangan Testing.....	84
3.14.1 Identifikasi Tujuan Testing.....	84
3.14.2 Pengaturan Lingkungan Pengujian	85
3.14.3 Skema Pengujian Fungsionalitas Sistem.....	85
3.14.4 Pengujian Keandalan Sistem dalam Berbagai Kondisi	87
3.14.5 Pengujian Waktu Respons Sistem	87
3.14.6 Pengujian Kinerja dan Konsistensi Sistem	88
BAB IV	88
IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN	88
4.1 Implementasi	88
4.1.1 Implementasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	88
4.1.2 Implementasi Arduino Uno	89
4.1.3 Implementasi Sensor PIR.....	91
4.1.4 Implementasi Buzzer.....	91
4.1.5 Implementasi ESP32-CAM.....	92
4.1.6 Implementasi Arduino IDE	93
4.2 Pengujian Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	94
4.2.1 Pengujian Sensor PIR.....	95
4.2.2 Pengujian Esp32-cam.....	96
4.2.3 Pengujian Buzzer	97
4.3 Pengujian Perangkat Lunak.....	98
4.3.1 Pengujian Bot Telegram	99

4.4 Pengujian Secara Keseluruhan	101
4.4 Implementasi Testing	105
4.4.1 Persiapan Alat dan Lingkungan Pengujian	105
4.4.2 Pengujian Fungsionalitas Sensor PIR	106
4.4.3 Pengujian Kinerja ESP32-CAM	106
4.4.4 Pengujian Pengiriman Notifikasi ke Telegram.....	108
4.4.5 Pengujian Buzzer.....	109
4.4.6 Testing Secara Keseluruhan	110
 BAB V	 79
PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kerangka Berfikir	7
Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka.....	14
Tabel 2. 2 Hardware Arduino Uno	18
Tabel 3. 1 Analisis Pengguna.....	66
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen	69
Tabel 4. 1 Implementasi Pin Arduino Uno.....	90
Tabel 4. 3 Perangkat keras yang diuji	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Board Arduino	16
Gambar 2. 2 Arduino Uno R3	19
Gambar 2. 3 Arduino Uno WiFi Rev2	20
Gambar 2. 4 Arduino Ethernet	21
Gambar 2. 5 Arduino SMD	22
Gambar 2. 6 Arduino Uno Mini	23
Gambar 2. 7 Arduino Due	23
Gambar 2. 8 Arduino Mega	24
Gambar 2. 9 Bagian-bagian Arduino uno	26
Gambar 2. 10 Penjelasan Arduino Uno	26
Gambar 2. 11 Arduino IDE	31
Gambar 2.12 sensor pir	34
Gambar 2. 13 Buzzer	35
Gambar 2. 14 ESP32-CAM	36
Gambar 2. 15 Kabel Jumper	38
Gambar 2. 16 Kabel USB	39
Gambar 2. 17 Telegram	41
Gambar 2. 18 Bot Telegram	44
Gambar 2. 19 Breadboard	46
Gambar 2. 20 Fritzing	48
Gambar 2. 21 Lucidchart	48
Gambar 2. 22 Alat Keamanan Dengan Notifikasi Telegram	50
Gambar 3. 1 Diagram Blok.....	70
Gambar 3. 2Desain sistem kedatangan pembeli	72
Gambar 3. 3Rangkaian Sensor Pir	73
Gambar 3. 4Rangkaian Buzzer	74
Gambar 3. 5Rangkaian ESP32-CAM	75
Gambar 3. 6 Flowchart	77
Gambar 3. 7Program Inisialisasi dan Konfigurasi Perangkat Keras	79
Gambar 3. 8Program Setup dan Inisialisasi	80
Gambar 3. 9program Task Handling	80
Gambar 3. 10 program Loop Utama	81
Gambar 3. 11Program Inisialisasi Kamera.....	82

Gambar 3. 12Program Menangani Pesan Baru	82
Gambar 4. 1 Implementasi Arduino Uno.....	89
Gambar 4. 2Implementasi Sensor PIR	91
Gambar 4. 3Implementasi Buzzer	91
Gambar 4. 4Implementasi ESP32-CAM	92
Gambar 4. 5Implementasi Arduino IDE	93
Gambar 4. 6 Konfigurasi dan Inisialisasi Pin	94
Gambar 4. 7 Membaca Sensor PIR	94
Gambar 4. 8 Hasil pemrograman sensor Pir	95
Gambar 4. 9 program Inisialisasi ESP32-CAM	96
Gambar 4. 10 Program mengambil foto	96
Gambar 4. 11 Hasil Program ESP32-CAM.....	96
Gambar 4. 12 Program Konfigurasi pin buzzer	97
Gambar 4. 13 Program kontrol led flash Buzzer	97
Gambar 4. 14Hasil program buzzer	97
Gambar 4. 15Program Inisialisasi bot telegram	98
<i>Gambar 4. 16Progran Inisialisasimengirm foto</i>	<i>99</i>
Gambar 4. 17Program Menangani Pesan Masuk	99
Gambar 4. 18 Penguian Secara Keseluruhan	100
Gambar 4. 19Program keseluruhan	103
Gambar 4. 20 Gambar Kinerja ESP32-CAM Cahaya Terang	106
Gambar 4. 21 Gambar Kinerja ESP32-CAM Cahaya Gelap	106
Gambar 4. 22 Gambar diarea sinyal kuat	107
Gambar 4. 23 Gambar diarea sinyal lemah	107
Gambar 4. 24 gambar Pengujian Buzzer	108
Gambar 4. 25 Testing Keseluruhan	109

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi telah berkembang pesat dan menyediakan berbagai solusi untuk meningkatkan keamanan. Salah satu kemajuan teknologi yang signifikan adalah pengembangan sistem berbasis Arduino. Arduino, sebagai platform *open-source* yang terjangkau dan mudah diprogram, memungkinkan pengembangan berbagai aplikasi elektronik, termasuk sistem pengawasan. Integrasi teknologi sensor dengan Arduino menawarkan potensi besar untuk mengatasi masalah pengawasan dengan biaya yang relatif rendah. (H. M. H. Al-Hajri, 2020)

Toko Kelontong Nabila merupakan sebuah usaha ritel kecil yang beroperasi di dusun III desa kalisari rt 26 rw 07 kecamatan losari Toko ini menyediakan berbagai macam kebutuhan sehari-hari seperti bahan makanan, produk kebersihan, dan barang-barang kecil lainnya. Sebagai bagian dari sektor usaha kecil, pengelolaan persediaan di toko ini memainkan peran krusial dalam memastikan kelancaran operasional dan kepuasan pelanggan.

Pengawasan yang terbatas sering menjadi tantangan utama bagi banyak usaha kecil dan menengah, terutama yang beroperasi dengan anggaran terbatas. Karena keterbatasan sumber daya, pemilik usaha sering kali harus mengandalkan metode pengawasan manual yang kurang efektif, mengakibatkan prioritas keamanan yang rendah. Hal ini meningkatkan risiko pencurian dan kerugian yang dapat mempengaruhi keuntungan dan keberlanjutan usaha. Ditambah lagi, banyak pemilik usaha yang sibuk dengan pekerjaan rumah dan tanggung jawab lainnya, sehingga sulit untuk secara konsisten memantau keamanan bisnis mereka. (Kshetri, 2010) kamera ESP32-CAM yang terhubung dengan bot Telegram menawarkan solusi yang inovatif dan efisien. Kamera ini memungkinkan pemantauan visual secara *real-time* dan

pengambilan foto yang secara otomatis dikirimkan ke bot Telegram. Dengan adanya fitur ini, pemilik usaha, meskipun sibuk dengan pekerjaan rumah dan tanggung jawab lainnya, dapat tetap mendapatkan notifikasi gambar dari aktivitas yang ada ditoko bahkan Tindakan mencurigakan atau pencurian secara langsung melalui ponsel mereka. Hal ini memungkinkan mereka untuk merespons dengan cepat tanpa harus berada di lokasi, memperbaiki sistem keamanan secara efektif sambil tetap sesuai dengan anggaran terbatas. (Kumar, 2019)

Berdasarkan latar belakang yang terpapar diatas maka tugas akhir ini mengambil judul “Implementasi Sensor pir Berbasis Arduino Uno Terintegrasi Kamera Sebagai Pendeteksi Kedatangan Pembeli” yang berstudi kasus ditoko Nabila Losari.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang muncul, antara lain:

1. Prioritas keamanan di toko nabila rendah menyebabkan adanya pencurian.
2. Kurangnya pengawasan penjaga toko yang sering kali tidak dapat memantau seluruh area secara efektif karena keterbatasan waktu dan sumber daya.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan yang muncul, antara lain:

1. Bagaimana mengimplementasikan sensor pir dalam mendeteksi kedatangan pembeli dengan kamera terintegrasi berbasis Arduino uno?
2. Bagaimana cara kerja sistem sensor pir dalam mendeteksi kedatangan pembeli dengan kamera terintegrasi berbasis Arduino uno?

1.4 Batasan Masalah

Untuk Menjaga agar pembahasan ini lebih terarah dan maksimal dalam mencapai hasil, maka dibuat beberapa Batasan masalah yaitu:

1. Sistem ini bekerja dengan menggunakan sensor pir.
2. Sistem akan berfungsi secara otomatis.

1.5 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk dapat menghasilkan sistem sensor pir berbasis Arduino uno terintegrasi kamera sebagai pendeteksi kedatangan pembeli.
2. Sensor PIR untuk mendeteksi gerakan pembeli. Ketika gerakan terdeteksi, Arduino mengirim perintah untuk memicu ESP32-CAM mengambil foto dan mengaktifkan buzzer sebagai penanda suara. Foto yang diambil dikirim ke bot Telegram, memungkinkan pemilik menerima notifikasi berupa gambar secara otomatis.

1.6 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini memberikan manfaat untuk semua pihak yaitu:

1. Bagi Penulis :
 - a. Guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana komputer di Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon.
 - b. Melatih diri dalam menganalisis masalah, merancang program, serta menambah ilmu pengetahuan pada bidang teknologi informasi, dan terkhusus yang berkaitan dengan sensor pir kedatangan pembeli dan kamera terintegrasi berbasis Arduino uno.
 - c. Sebagai tolak ukur kemampuan dalam meneliti, menganalisis dan merancang alat sensor pir kedatangan pembeli dan kamera terintegrasi berbasis Arduino uno.

2. Bagi Akademik :

- a. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan pengetahuan di bidang teknologi informasi. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut, membantu pengembangan teori baru, dan memberikan wawasan tambahan bagi akademisi yang tertarik dengan topik yang sama. Selain itu, penelitian ini juga dapat memperkaya literatur akademis dengan data dan temuan terbaru yang relevan.
- b. Sebagai kontribusi dalam menanamkan minat, motivasi dan sikap dari mahasiswa sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar bagi mahasiswanya.

3. Bagi Masyarakat

- a. Mempermudah penjaga toko mengetahui adanya pembeli yang datang.
- b. Membantu penjaga toko untuk mengetahui adanya tindakan pencurian dan mengurangi resiko pencurian.
- c. Menambah pengetahuan tentang salah satu alat pendeteksi adanya pembeli menggunakan arduino uno.

1.7 Metode Penelitian

Dalam rangka memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai Implementasi Sensor pir Pendeteksi Kedatangan Pembeli Dan Kamera Terintegrasi Berbasis Arduino Uno, penelitian ini mengadopsi pendekatan metodologis yang sistematis dan terstruktur. Metode penelitian yang digunakan dirancang untuk memastikan validitas, serta untuk menjawab pertanyaan penelitian secara komprehensif. Bagian ini akan menjelaskan secara rinci mengenai metode pengembangan, teknik pengumpulan data yang diterapkan.

1.7.1 Metode Pengembangan

Metode pengembangan pada penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah R&D / *Research and Development*. Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.

1.7.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah kritis dalam penelitian karena memungkinkan peneliti untuk mendapatkan informasi yang akurat dan relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Melalui teknik-teknik seperti observasi, wawancara, dan studi literatur, peneliti dapat mengumpulkan data yang mendalam dan beragam, memungkinkan mereka untuk membuat kesimpulan yang kuat dan relevan dalam penelitian mereka (R, 2021) . Berikut teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti dengan 3 teknik,yaitu :

1. Observasi

Observasi melibatkan melihat secara langsung subjek penelitian tanpa memberikan pengaruh yang terlalu besar terhadapnya. Hal ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang perilaku, hubungan, atau fenomena yang diamati. Observasi sering digunakan dalam penelitian lapangan, seperti studi tentang perilaku manusia di lingkungan. Keuntungan observasi adalah menyediakan data yang tidak terekam dengan baik, sehingga memungkinkan peneliti memperoleh pengetahuan mendalam tentang apa yang diamati. (A, 2021)

2. Wawancara

Wawancara adalah metode penting dalam penelitian. Wawancara melibatkan interaksi langsung antara peneliti dan subjek penelitian, di

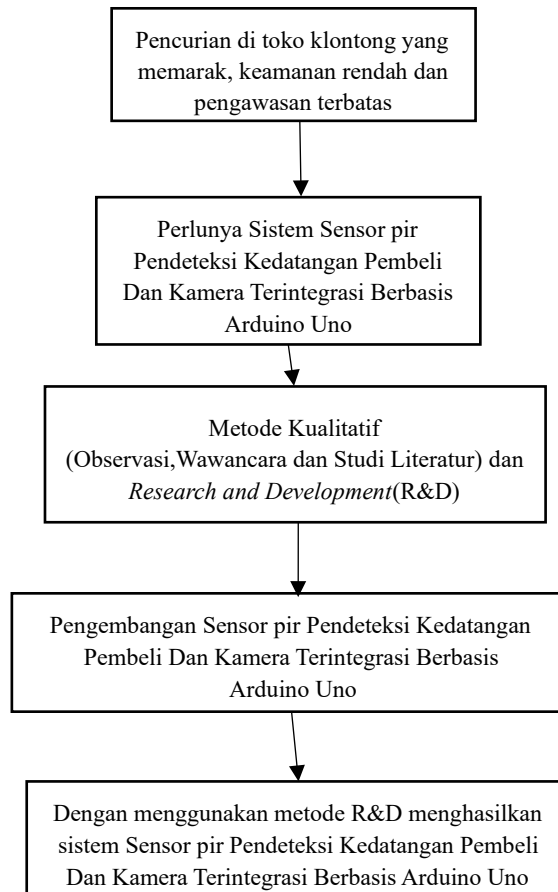
mana peneliti mengajukan serangkaian pertanyaan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang topik yang dipelajari. Wawancara sering digunakan untuk mendapatkan pandangan dan pengalaman langsung subjek terhadap topik tertentu. Kelebihan utama dari wawancara adalah bahwa ia memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi sudut pandang yang kompleks dan mendapatkan konteks yang lebih kaya tentang subjek penelitian. (Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, 2021)

3. Studi Literatur

Studi literatur, atau tinjauan pustaka, adalah metode penelitian yang melibatkan analisis terhadap sumber-sumber yang telah ada, seperti buku, artikel jurnal, atau dokumen resmi lainnya. Peneliti melakukan pencarian, pemilihan, dan evaluasi terhadap sumber-sumber ini untuk membangun landasan teoritis atau mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang topik penelitian. Studi literatur memungkinkan peneliti untuk menempatkan penelitian mereka dalam konteks yang lebih luas, memperkuat argumen mereka, dan mengidentifikasi celah pengetahuan yang perlu diisi. Kelebihan studi literatur adalah bahwa itu efisien dan dapat memberikan wawasan yang luas tentang topik tertentu dalam waktu singkat. (Salmaa, 2023)

1.8 Kerangka Berfikir

Pemuatan kerangka berfikir membantu memperjelas tujuan dan pesan yang ingin disampaikan dalam laporan, sehingga laporan menjadi lebih fokus dan mudah dipahami oleh pembaca. Dengan demikian, penggunaan kerangka berfikir tidak hanya mempermudah proses penulisan dan penyuntingan, tetapi juga meningkatkan kualitas presentasi informasi dalam laporan. Adapun kerangka berfikir yang akan dibuat adalah sebagai berikut.



Tabel 1. 1 Kerangka Berfikir

1.9 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan memegang peranan penting dalam menjaga struktur dan kejelasan sebuah karya tulis. Dengan demikian, sistematika penulisan tidak hanya memberikan struktur yang teratur, tetapi juga memudahkan pembaca untuk memahami dan mengikuti arah dari karya tulis tersebut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada Bab I ini merupakan bagian awal dari penelitian yang memiliki peran penting dalam memperkenalkan pembaca pada topik yang akan dibahas. Tujuan dari pendahuluan adalah untuk memberikan gambaran umum tentang topik penelitian yang sesuai dengan judul yang mana terdiri dari latar belakang,

identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, kerangka berfikir dan sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada Bab II ini disajikan penjabaran teori-teori atau pendapat-pendapat para ahli yang benar-benar relevan dan penelitian. Teori ataupun pendapat para ahli yang dipilih pada dasarnya harus dapat digunakan untuk sandaran peneliti dalam memecahkan masalah. Sumber teori atau pendapat para ahli dari buku (paling lama 5 tahun kebelakang), jurnal yang relevan, makalah pertemuan ilmiah dan jurnal pada internet.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada Bab III ini dijelaskan secara rinci dari analisis sistem yaitu untuk memahami kebutuhan pengguna. Memberikan kesimpulan tentang bagaimana sistem dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan memperbaiki masalah yang ada. Memberikan gambaran komprehensif tentang proses analisis dan perancangan sistem. Meliputi analisis masalah, Analisis pengguna, Analisis kebutuhan, Spesifikasi komponen, Tahap proses perancangan alat, Perancangan sistem, Analisis kebutuhan perangkat keras lunak, Alat dan bahan, Perancangan *hardware* Arduino Uno, sensor PIR, papan breadboard, buzzer dan EPS32-CAM, perancangan *software* program dan Flowcart.

BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN

Dalam bab IV ini berisikan tentang hasil Implementasi yang dikembangkan, pengujian secara Simulasi, pengujian dalam situasi nyata, beserta analisa hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Dalam bab V ini berisikan tentang kesimpulan isi dari keseluruhan uraian bab-bab sebelumnya dan saran-saran dari hasil yang diperoleh dan diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan dan pemanfaatannya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pandangan Agama Islam Terhadap Perkembangan Teknologi

Perkembangan teknologi informasi saat ini mengalami pertumbuhan yang pesat serta penelitian dan pengembangan di bidang ilmu pengetahuan dan informasi Komunikasi untuk dapat menciptakan alat pendukung Pembangunan Teknologi informasi, mulai dari sistem komunikasi hingga alat komunikasi satu pasang atau dua pasang (asosiasi).

Memang benar Islam tidak menghalangi kemajuan ilmu pengetahuan dan ilmu pengetahuan. teknologi, namun bukan produk anti-teknologi di masa lalu sekarang dan di masa depan. Hal yang sama berlaku untuk mengajar Islam, yang tidak akan menentang pemikiran modern dan sistematis penelitian yang langsung, mendalam dan obyektif. Dari sudut pandang Islam menurut hukum Pertama, semuanya diterima, termasuk semua yang disajikan secara terpisah. peradaban lama dan baru. Semua ini adalah ajaran Islam Tidak ada yang ilegal kecuali ada tulisan atau bukti yang kuat dan akurat. mengejutkannya. Bukankah Alquran sendiri dengan jelas menyatakan bahwa Islam bukanlah agama? agama yang sempit. Allah SWT berfirman yang artinya “Di sekali-kali tidak menjadikan kamu dalam agama suatu kesempitan”. (taufik.firmanto, 2015)

Al-Quran menekankan pentingnya pengetahuan dan pemahaman yang mendalam terhadap alam semesta sebagai tanda kebesaran Allah SWT. Ayatayat seperti :

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَآيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ
Artinya: Dia telah menundukkan (pula) untukmu apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir (Al- Jatsiyah. Ayat 13)

Ayat Al-Quran dalam Surah Al-Jatsiyah ayat 13 menegaskan bahwa Allah telah menciptakan segala sesuatu di langit dan di bumi sebagai tanda kebesaranNya. Manusia diajak untuk memperhatikan tanda-tanda keagungan Allah dalam alam semesta ini, yang memberikan dorongan untuk memahami dan mengeksplorasi ciptaan Allah melalui ilmu pengetahuan dan pengamatan yang mendalam. (nuonline, 2022) hadist Rasulullah SAW juga memberikan dorongan terhadap pencapaian ilmiah dan teknologi yang bermanfaat bagi umat manusia. Sebagai contoh, hadis yang mengatakan "Minta ilmu sampai ke China" menunjukkan perintah untuk mencari pengetahuan tanpa batas wilayah, menggambarkan pentingnya eksplorasi dan pembelajaran yang luas dalam konteks perkembangan teknologi. Pada dasarnya manusia adalah makhluk sempurna yang diciptakan Allah SWT. Karena manusia diciptakan sebagai khalifah atau penguasa di dunia. Manusia diajak menikmati segala sesuatu yang ada di dunia, meski ada batasan yang harus dipatuhinya. Allah SWT berfirman,

هُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ ذَلُولًا فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا وَكُلُوا مِن رِّزْقِهِ

Artinya: “Dialah Yang menjadikan bumi itu mudah bagi kamu, maka berjalanlah di segala penjurunya dan makanlah sebahagian dari rezeki-Nya.”

(QS. Al-Mulk: 15)

Ciptaan-ciptaan Allah itu ada yang bisa langsung terlihat dan nyata kemanfaatannya sehingga mudah kita memahaminya, tetapi tidak sedikit untuk memahaminya perlu melalui prosesi pemikiran dan perenungan yang panjang dan dalam. Upaya manusia untuk mengetahui rahasia dan tanda kebesaran Allah, telah pula mendorong mereka untuk semakin dekat kepada-Nya. Memahami kehebatan, kecanggihan dan keharmonisan jagat raya ini telah membuat tidak sedikit ilmuwan semakin menyadari dan yakin bahwa sesungguhnya semua yang ada di alam semesta ini sengaja direncanakan, dibuat, diatur, dan dipelihara oleh-Nya. Allah SWT berfirman,

أَنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْغُلُوكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَع النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَخْرَجَ بِهَا زُيُوتَ النَّارِ وَالْزَّيْتُونَ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرَ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لِيَذُرَ عَلَيْهَا مِمَّا يَحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَيِّنَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٦٤﴾

Artinya:”Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang bahtera yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengannya Dia menghidupkan bumi setelah mati (kering), dan Dia menebarkan di dalamnya semua jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti.”

2.2 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengintegrasikan berbagai konsep, teori, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang sedang diteliti. Penelitian ini berfokus pada Implementasi sensor pir kedatangan pembeli dan kamera terintegrasi berbasis Arduino uno, sehingga penting untuk memahami landasan teoritis dan empiris yang telah ada sebelumnya. Dengan mengkaji berbagai literatur yang relevan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan pengetahuan di bidang teknologi informasi dan mengidentifikasi gap yang masih ada dalam studi-studi terdahulu.

No	1
Judul,peneliti dan tahun	Rancangan Sistem Notifikasi Kedatangan Pembeli Dengan Suara Menggunakan Arduino Uno(Al Haby Pratama Subakti , Akim Manaor Hara Pardede dan Mili Alfhi Syari)
Masalah	pencurian yang telah menjadi perhatian umum di masyarakat.
Metode Penelitian	menggunakan metode observasi.
Tujuan Penelitian	Mengatasi masalah pencurian yang telah menjadi perhatian umum di masyarakat

Hasil Penelitian	Ketika sistem dinyalakan, data dimulai dari 0. Jika sensor mendeteksi objek pada jarak tertentu, nilai yang dihasilkan akan menjadi 1 (ganjil), yang mengaktifkan speaker dan menyebabkan ESP32-CAM mengambil dan mengirim gambar melalui Telegram. Sebaliknya, jika nilai yang dihasilkan genap, speaker mati dan ESP32-CAM tidak mengambil gambar.
No	2
Judul,peneliti dan tahun	Pendeteksi Gerakan Menggunakan Sensor PIR untuk Sistem Keamanan di Ruang Kamar Berbasis SMS(Ruuhwan, Randi Rizal, Rizal Kurniawan)2020
Masalah	tingkat kriminalitas sangat meresahkan masyarakat, salah satunya adalah kasus pencurian yang biasa terjadi.
Metode Penelitian	kualitatif dengan metode experimental.
Tujuan Penelitian	untuk Sistem Keamanan di Ruang Kamar Berbasis SMS.
Hasil Penelitian	Alat ini terdiri dari sebuah sensor yaitu sensor pir sebagai pendeteksi gerak gerik manusia yang ada disekitarnya, dan bazzzer akan berbunyi setiap ada pergerakan yang di tangkap oleh sensor pir, sebuah GPRS Shield yang didalamnya terdapat sim card yang berfungsi untuk mengirim sms.
No	3
Judul,peneliti dan tahun	Rancan bangun sistem keamanan pada pintu rumah dengan menggunakan sensor pir dan peringatan dini melalui SMS berbasis mikrokontroler.(Mahendar Dwi Payana)2018
Masalah	tingkat pencurian pada rumah masih sangat tinggi, baik di perkotaan maupun di perkampungan. Kondisi Rumah yang kosong karena ditinggal mudik atau pergi bekerja oleh pemiliknya semakin membuat pencuri mudah dalam melakukan aksinya
Metode Penelitian	menggunakan metode penelitian kuantitatif eksperimen
Tujuan Penelitian	Sistem keamanan tambahan bagi pemilik Rumah sehingga dapat mengurangi tindakan pencurian.

Hasil Penelitian	sistem keamanan rumah pada pintu rumah dengan menggunakan sensor PIR yang menghasilkan notifikasi SMS ketika terjadi pencurian. Penelitian ini dibangun menggunakan sensor PIR, tag RFID sebagai komponen input, Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pemroses, Buzzer dan SMS sebagai output.
-------------------------	--

No	4
Judul,peneliti dan tahun	Monitoring Keamanan Toko Menggunakan Sensor Pir dan Pintu Berbasis Arduino dengan Notifikasi SMS Gateway.(Jaka Putra, Sumarno)2019
Masalah	rawannya aksi pencurian di tempat tersebut dan tidak ada karyawan yang menjaga toko tersebut selama tutup.
Tujuan Penelitian	Untuk monitoring dari jarak jauh dengan Notifikasi SMS Gateway.
Hasil Penelitian	mengimplementasikan Magnetic switch pada pintu depan sehingga apabila pintu dibuka paksa maka buzzer akan berbunyi dan pemilik menerima SMS, kemudian diruang depan penulis mengimplementasikan sensor PIR dimana saat ada manusia melewati sensor tersebut maka buzzer akan hidup dan pemilik toko mendapatkan notifikasi berupa SMS.
No	5
Judul,peneliti dan tahun	Implementasi Sensor Pir Berbasis Arduino Uno Terintegrasi Kamera Sebagai Pendeteksi Kedatangan Pembeli (Nanda Nabila Putri) 2024
Masalah	Keamanan rendah, Pengawasan terbatas, dan meningkatnya pencurian

Tujuan Penelitian	Untuk keamanan dan mempermudah pengawasan aktivitas pembeli serta potensi pencurian. Memudahkan penjaga jika adanya pembeli karena adanya buzzer.
Hasil Penelitian	Pengimplementasi sistem sensor PIR untuk mendeteksi kedatangan pembeli berhasil dibuat dan dioperasikan menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali. Sistem ini diprogram dengan software IDE Arduino dan mampu
	memicu kamera ESP32-CAM untuk mengambil foto saat gerakan terdeteksi. Foto yang diambil secara otomatis dikirimkan ke bot Telegram, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara <i>real-time</i> . Ditambah dengan buzzer sebagai indikasi audio saat gerakan terdeteksi, sistem ini dirancang untuk memberikan solusi sederhana dan efektif dalam pengawasan dan keamanan yang dapat diakses melalui perangkat <i>mobile</i> , serta telah diuji dan terbukti berfungsi dengan baik. Foto yang diambil secara otomatis dikirimkan ke bot Telegram, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara <i>real-time</i>

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

2.3 Sistem Pendeteksi

Sistem pendeteksi adalah teknologi yang mendasar dan kritis dalam berbagai aplikasi modern. Prinsip dasarnya adalah menggunakan sensor atau perangkat lainnya untuk mengenali atau mendeteksi adanya objek, kejadian, atau fenomena tertentu dalam lingkungan yang dimonitor. Misalnya dalam sistem pendeteksi adanya pergerakan pembeli di sebuah toko yang digunakan dalam keamanan toko untuk mendeteksi pergerakan pembeli dan mengetahui jika terjadinya pencurian. (Misel, 2020)

Keandalan dan akurasi sistem pendeteksi sangat penting. Dirancang untuk memberikan peringatan dini atau informasi tentang situasi yang memerlukan respons cepat atau tindakan lebih lanjut. Misalnya, dalam industri, sensor pendeteksi pembeli tidak hanya mendeteksi pembeli tetapi juga untuk mencegah pencurian yang memarak.

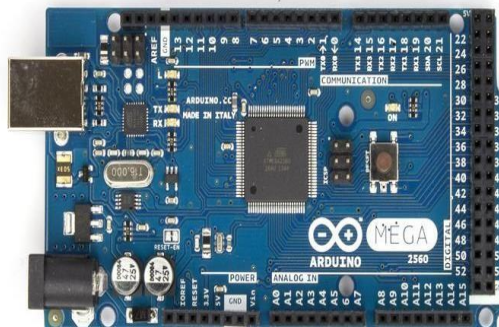
2.4 Sejarah Arduino

Arduino adalah salah satu papan pengembangan elektronik paling populer dan menjadi dasar bagi banyak proyek baru di seluruh dunia. Pertama kali dirilis pada tahun 2010 oleh sekelompok ahli yang dipimpin oleh Massimo Banzi, Arduino Uno dirancang untuk memudahkan pengguna dari semua latar belakang dalam membuat model elektronik. Bangunan ini didasarkan pada mikrokontroler ATmega328P dari Microchip Technology, yang memiliki arsitektur RISC 8-bit dan menyediakan berbagai fungsi yang diperlukan untuk mengendalikan perangkat elektronik. (Haworth, 2018)

Arduino Uno terkenal dengan kemudahan penggunaan dan dukungan komunitas dunia. Dengan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang cerdas, pengguna dapat dengan mudah memprogram papan Arduino Uno menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan C/C++. Hal ini memungkinkan pengembang untuk fokus pada pengembangan aplikasi dan pembuatan prototipe tanpa menghabiskan terlalu banyak waktu untuk memahami detail teknis mikrokontroler.

Keberhasilan Arduino Uno juga didorong oleh kemampuannya untuk diintegrasikan dengan berbagai sensor dan modul tambahan. Ini memungkinkan pengguna untuk mengembangkan proyek-proyek yang lebih kompleks, termasuk robotika, sistem otomatisasi rumah, alat-alat medis, dan banyak lagi. Fleksibilitas ini menjadikan Arduino Uno pilihan utama bagi mereka yang ingin menggali potensi teknologi dalam berbagai aplikasi praktis. (Academy, 2023)

Penggunaan Arduino Uno pada penelitian ini dibutuhkan karena beberapa alasan utama. Pertama, Arduino Uno dapat bertindak sebagai pengendali utama yang mengatur integrasi antara sensor PIR, kamera esp32cam, dan buzzer. Arduino Uno memiliki dukungan yang baik untuk berbagai sensor dan perangkat tambahan seperti kamera, serta mampu mengelola pengiriman sinyal dari sensor PIR untuk memulai proses pengambilan gambar oleh esp32cam. Selain itu, Arduino Uno menyediakan antarmuka yang mudah diprogram dengan bahasa Arduino yang *user-friendly*, memudahkan pengembangan dan integrasi berbagai fungsi seperti pengaturan waktu pemutaran suara buzzer sebagai respons terhadap deteksi gerakan oleh sensor PIR. Dengan demikian, Arduino Uno menjadi pilihan yang tepat untuk mengoordinasikan fungsifungsi ini dalam project yang kompleks seperti ini.



Gambar 2. 1 Board Arduino

Dari gambar diatas Arduino Uno dianalogikaaan sebagai papan yang terkoneksi dengan Atmega328 Arduino telah mempakettkan Atmega328 ke dalam sebuah papan yang sudah terintergrasi dengan berbagai kelengkapan selayaknya mikrokontroller dan kapasitas akses terhadap jaringan dan juga chip komunikasi yang berupa USB ke serial Sehingga dalam pemograman hanya dibutuhkan kabel data USB. Arduino Uno ini merupakan Arduino Uno revisi 3 yang merupakan keluaran terbaru dari Arduino UNO yang bersifat sumber terbuka diturunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. (Aris, 2020)

Arduino Uno menggunakan *Integrated Development Environment* (IDE) Arduino sebagai *software* utamanya. IDE ini merupakan platform yang sangat populer dan digunakan secara luas dalam pengembangan prototipe dan proyek DIY. Pengguna dapat mengunduh IDE Arduino secara gratis dari situs resmi Arduino, yang kompatibel dengan berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux. IDE ini menyediakan lingkungan yang *userfriendly* untuk menulis kode program (*sketch*), mengeditnya, serta mengunggahnya langsung ke papan Arduino Uno. (thinger.io, 2020)

Bahasa pemrograman yang digunakan dalam Arduino Uno mirip dengan C/C++. Meskipun demikian, bahasa ini telah disederhanakan agar lebih mudah dipahami oleh pemula dalam dunia mikrokontroler. Program Arduino terdiri dari dua fungsi utama, yaitu *setup()* yang dieksekusi sekali saat papan dinyalakan, dan *loop()* yang dieksekusi secara berulang selama papan Arduino berjalan.

Fungsi *setup()* sangat penting karena menginisialisasi berbagai variabel, menetapkan pin I/O, dan melakukan pengaturan awal lainnya sebelum program utama dimulai. Semua pernyataan dasar dieksekusi hanya sekali pada awal program.

sementara *setup()* berfokus pada pemrosesan awal, fungsi *loop()* memainkan peran utama dalam mencapai ide utama program. Pernyataan *loop()* akan dieksekusi berulang kali, membentuk urutan penundaan yang berkelanjutan. (Radya, 2019)

Software Arduino IDE sangat penting karena memungkinkan pengembang untuk menulis kode yang dapat mengontrol sensor-sensor, mengolah data dari kamera, suara dari buzzer dan mengambil keputusan berdasarkan informasi yang diterima.

Arduino adalah papan pengembangan mikrokontroler yang populer, dan memiliki beberapa komponen hardware utama yang mendukung fungsionalitasnya. Berikut adalah beberapa komponen hardware yang terdapat pada Arduino:

Deskripsi	Spesifikasi
Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory 32 KB	(ATmega328P)
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6mm
Width	53.4mm
Weight	25 g

Tabel 2. 2 Hardware Arduino Uno

2.4.1 Kelebihan Arduino

Kelebihan Arduino terletak pada kombinasi fleksibilitas, kemudahan penggunaan, dan dukungan komunitas luas. Sebagai platform mikrokontroler terbuka, Arduino menyediakan lingkungan pengembangan yang ideal bagi pengembang dari semua tingkatan, dari

pemula hingga ahli. Arduino memiliki lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE), yang memungkinkan pengguna dengan cepat menulis dan mengunggah kode pemrograman ke papan Arduino. Bahasa pemrograman yang mirip dengan C/C++ memudahkan mereka yang akrab dengan bahasa tersebut untuk beradaptasi, sedangkan pendekatannya yang sederhana memudahkan pemula untuk memahami dasar-dasar pemrograman mikrokontroler. (MuhammadRadya, 2024)

Keunggulan lainnya adalah kompatibilitas Arduino dengan berbagai sensor, aktuator dan perangkat keras lainnya. Dengan perpustakaan yang ada di mana-mana, pengguna dapat mengintegrasikan fungsi lain tanpa harus menulis ulang kode sepenuhnya. Hal ini mempercepat proses pengembangan prototipe dan memungkinkan proyek kompleks dilaksanakan dengan lebih efisien.

(radya, 2019)

2.4.2 Jenis-Jenis Arduino

Ada beberapa variasi atau jenis Arduino yang sering digunakan dalam proyek-proyek elektronika. Berikut adalah beberapa di antaranya beserta penjelasannya:

1. Arduino Uno R3

Ini adalah versi Arduino Uno standar dan paling umum. Arduino Uno R3 menggunakan mikrokontroler ATmega328P dan memiliki beragam pin input/output (I/O), termasuk pin digital dan analog. Ini adalah pilihan tepat untuk pemula dan proyek pengembangan sederhana pada tahap prototipe. Arduino Uno R3 memiliki port USB untuk komunikasi dan pemrograman. Ini adalah versi ketiga terbaru dari papan Arduino dan dirilis pada tahun 2011. Keuntungan utama dari papan ini adalah jika kita membuat kesalahan, kita dapat mengubah mikrokontroler pada papan tersebut. Fitur utama dari

papan ini terutama meliputi, tersedia dalam DIP (*dual-inlinepackage*), mikrokontroler yang dapat dilepas dan ATmega328. Pemrograman papan ini dapat dengan mudah dimuat dengan menggunakan program komputer Arduino. (elprocus, 2019)



Gambar 2. 2 Arduino Uno R3

2. Arduino Uno WiFi Rev2

Arduino Uno WiFi Rev2 adalah varian Arduino Uno yang dilengkapi dengan modul WiFi terintegrasi. Ini memungkinkan papan untuk terhubung ke jaringan WiFi tanpa perlu modul tambahan. Arduino Uno WiFi Rev2 cocok untuk proyek-proyek yang membutuhkan konektivitas nirkabel untuk mengirim atau menerima data melalui jaringan WiFi. Arduino UNO WiFi Rev2 didukung oleh ATMEGA4809 8-bit yang baru. Papan ini berisi 14 pin I/O digital, 6 input analog, koneksi USB, Power Jack, dan Tombol Reset. Papan ini menambahkan WiFi ke perangkat Anda yang sudah ada. Papan ini memiliki IMU (*Inertial Measurement Unit*) LSM6DSMTTR bawaan. Papan ini memiliki *chip* koprosesor Kriptografi ATECC608A. *Chip* ini berguna untuk penyimpanan dan keamanan kunci berbasis perangkat keras yang aman. (Iotguider, 2018)



Gambar 2. 3 Arduino Uno WiFi Rev2

3. Arduino Etherne

Arduino Ethernet memiliki modul Ethernet terintegrasi, yang memungkinkan papan untuk terhubung langsung ke jaringan lokal menggunakan kabel Ethernet. Ini sangat berguna untuk proyekproyek yang memerlukan akses jaringan kabel dan komunikasi jaringan untuk kontrol atau pemantauan jarak jauh. Papan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega328. Papan ini memiliki 14 pin *input/output* digital, 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi RJ45, jack daya, header ICSP, dan tombol reset. Ethernet berbeda dari papan lainnya karena tidak memiliki chip *driver USBto-serial onboard*, tetapi memiliki antarmuka Ethernet Wiznet. Ini adalah antarmuka yang sama yang ditemukan pada pelindung Ethernet. Masing-masing dari 14 pin digital pada papan Ethernet dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi pada 5 volt. Setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki *resistor pull-up* internal (diputus secara default) sebesar 20-50 kOhm. (arduino d. , 2020)



Gambar 2. 4 Arduino Ethernet

4. Arduino SMD

Arduino SMD adalah versi Arduino Uno dengan komponen yang dipasang permukaan (*surface-mount*). Perbedaan utamanya adalah dalam metode produksi dan tata letak komponen yang lebih kompak. Secara fungsional, Arduino Uno SMD memiliki fitur yang sama dengan Arduino Uno R3 standar. Papan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega328. Papan ini memiliki 14 pin *input/output* digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input* analog, resonator keramik 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), koneksi USB, jack daya, header ICSP, dan tombol *reset*. Papan ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai. (docs, 2021)



Gambar 2. 5 Arduino SMD

5. Arduino Mini

Arduino Uno Mini adalah versi yang lebih kecil dari Arduino Uno standar. Meskipun lebih kecil, Arduino Uno Mini mempertahankan kemampuan dan pinout yang sama dengan Arduino Uno R3. Ini cocok untuk proyek-proyek di mana ruang fisik terbatas atau untuk aplikasi yang memerlukan ukuran yang lebih kompak. Arduino UNO Mini menggunakan papan mikrokontroler berbasis ATmega328P (lembar data). Papan ini memiliki 14 *input/output* digital (enam di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), enam input analog, resonator keramik 16MHz, konektor USB-C, dan tombol *reset*. Berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB, gunakan adaptor daya, atau sambungkan baterai untuk memulai. (arduino s. u., 2020)



Gambar 2. 6 Arduino Uno Mini

6. Arduino Due

Salah satu bagian dari keluarga Arduino, Arduino Due menggunakan mikrokontroler ARM Cortex-M3 32-bit, yang membedakannya dari sebagian besar papan Arduino yang berbasis AVR dan menawarkan kecepatan pemrosesan yang lebih tinggi dan kapasitas memori yang lebih besar. Papan mikrokontroler ini

memiliki kecepatan clock hingga 84 MHz, 5 Papan ini juga memiliki banyak input/output digital dan analog, serta antarmuka komunikasi seperti USB, SPI, dan I2C. Ini memungkinkan Anda merancang dan mengembangkan aplikasi elektronika dan otomasi yang canggih dengan lebih fleksibel. (Sasmoko, 2009)



Gambar 2. 7Arduino Due

7. Arduino Mega

Berbasis pada mikrokontroler ATmega2560 dari Atmel, Arduino Mega adalah papan mikrokontroler yang memiliki kapasitas pemrosesan dan jumlah pin *input* dan *output* yang jauh lebih besar dibandingkan dengan model Arduino yang lebih kecil seperti Arduino Uno. Arduino Mega memiliki 256 KB memori flash, 8 KB SRAM, dan 4 KB EEPROM, yang memungkinkan penyimpanan program dan data yang lebih besar serta pemrosesan yang lebih kompleks. Arduino Mega sangat cocok untuk proyek yang memerlukan banyak koneksi dan kontrol simultan dari berbagai perangkat karena memiliki 54 pin *input/output* digital, 16 pin *input* analog, dan 15 pin PWM. Selain itu, Arduino Mega memiliki berbagai antarmuka komunikasi, seperti empat port UART (serial), SPI, dan I2C. Ini memungkinkan integ rasi dengan berbagai modul dan perangkat eksternal. (Prastyo, Arduino Mega, 2020)



Gambar 2. 8Arduino Mega

2.5 Arduino Uno

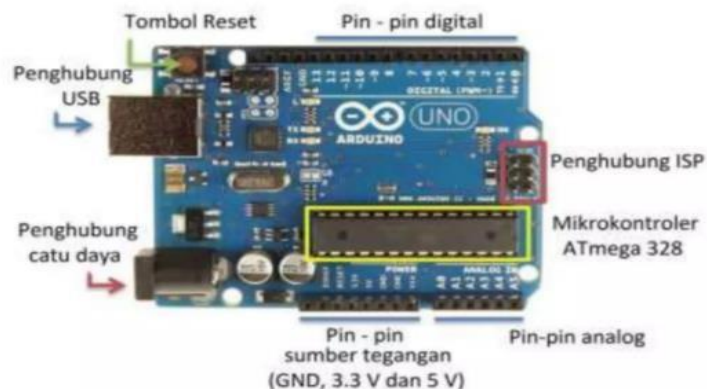
Arduino Uno adalah salah satu papan mikrokontroler yang sangat populer dalam dunia DIY (*Do It Yourself*) dan proyek-proyek elektronika. Papan ini dikembangkan oleh Arduino.cc dan dirilis pada tahun 2010. Arduino Uno menjadi favorit banyak penggemar teknologi dan hobiis elektronika karena kemudahan penggunaannya serta fleksibilitasnya yang tinggi dalam mengembangkan berbagai jenis proyek. (Wikipedia, 2013)

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah *resistor pull-up* (terputus secara *default*) 20-50 kOhm. (Medan, 2020)

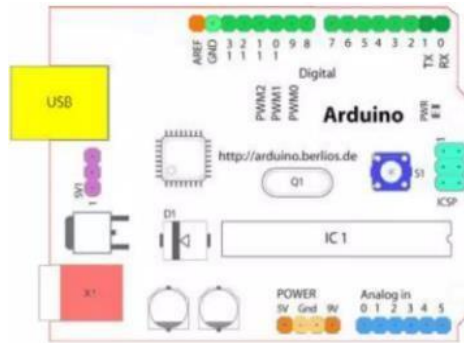
Keunggulan lain dari Arduino Uno adalah ketersediaan modul dan shield yang dapat memperluas fungsionalitasnya. Modul-modul tambahan seperti modul WiFi, modul Bluetooth, dan modul SD card dapat dengan mudah dipasang pada papan Arduino Uno untuk memungkinkan koneksi nirkabel atau penyimpanan data tambahan. Selain itu, pengguna juga dapat menggunakan shield Arduino yang dirancang khusus, seperti shield motor, shield relay, dan lain-lain, untuk mempermudah pengembangan proyek-proyek yang membutuhkan kontrol yang lebih kompleks. (Arduino Indonesia, 2024)

Arduino Uno dipilih untuk proyek sensor PIR dan kamera terintegrasi karena keandalannya dalam mengelola input dari sensor dan output ke perangkat lain seperti kamera. Dengan pin I/O yang cukup dan bahasa pemrograman yang mudah dipahami, seperti C/C++, Arduino Uno memfasilitasi integrasi yang efisien antara sensor PIR yang mendeteksi gerakan pembeli dan kamera yang memfoto. Fleksibilitasnya juga memungkinkan pengembang untuk menyesuaikan fungsi dan respons sistem sesuai kebutuhan, sambil tetap menjaga biaya proyek dalam batas yang terjangkau. Dukungan yang luas dari komunitas Arduino juga memastikan bahwa ada banyak sumber daya dan dukungan untuk membantu menyelesaikan proyek dengan efisien dan sukses. Bagian-bagian Arduino uno tersebut ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 9 Bagian-bagian Arduino uno

Berikut penjelasan bagian-bagian board Arduino uno dapat dilihat berikut dibawah ini .



Gambar 2. 10 Penjelasan Arduino Uno

1. Penghubung USB

Penghubung USB digunakan untuk menghubungkan Arduino Uno ke komputer. Melalui koneksi ini dapat Mengunggah program Arduino menggunakan koneksi USB untuk menerima program yang ditulis di komputer melalui software Arduino IDE, Selama program berjalan Arduino dapat berkomunikasi dengan komputer melalui komunikasi serial untuk mengirim data atau menerima perintah. USB juga menyediakan daya bagi Arduino, biasanya 5V, yang cukup untuk mengoperasikan papan dan beberapa sensor atau aktuator ringan. Arduino Uno menggunakan konektor USB tipe B, yang umumnya digunakan pada perangkat seperti printer. Port ini terkoneksi dengan chip konverter serial ke USB di papan.

2. Penghubung Catu Daya

Penghubung ini digunakan untuk memberikan daya ke Arduino Uno melalui sumber daya eksternal. Ini penting jika Arduino tidak terhubung ke komputer melalui USB atau jika proyek memerlukan daya lebih besar. Arduino Uno memiliki regulator tegangan yang menurunkan tegangan input (7V-12V) menjadi tegangan yang stabil untuk komponen internalnya, yakni 5V atau 3.3V. Berikut Jenis Penghubung :

- Jack DC: Biasanya digunakan untuk menghubungkan adaptor daya eksternal (7V hingga 12V).
- Vin Pin: Anda juga dapat menghubungkan sumber daya langsung ke pin Vin pada header, yang akan melewati regulator tegangan di papan.

3. Tombol Reset

Tombol ini digunakan untuk mengatur ulang mikrokontroler ATmega328 di papan. Menekan tombol reset akan menghentikan sementara program yang sedang berjalan dan memulai ulang dari awal, tanpa perlu memutus daya. Tombol reset berguna ketika Anda ingin menjalankan kembali program dari awal tanpa harus melepas atau menghubungkan ulang papan ke sumber daya.

4. Pin-pin Digital (*Digital Pins*)

Arduino Uno dilengkapi dengan 14 pin digital (D0 hingga D13) yang dapat digunakan untuk berbagai fungsi input dan output. Sebagai input digital, pin-pin ini mampu membaca sinyal *on/off* dari perangkat seperti saklar. Sebagai output digital, pin-pin ini dapat mengontrol perangkat seperti LED, relay, atau motor dengan mengirimkan sinyal *on* atau *off*. Pin digital memiliki tiga mode operasi utama:

- *INPUT*, yang digunakan untuk menerima data dari sumber eksternal seperti tombol
- *OUTPUT*, yang digunakan untuk mengirim data, misalnya, untuk menyalakan LED
- *INPUT_PULLUP*, yang mengaktifkan resistor *pull-up* internal untuk menghasilkan pembacaan input yang lebih stabil.

Beberapa pin digital (D3, D5, D6, D9, D10, D11) juga mendukung Pulse Width Modulation (PWM), yang memungkinkan simulasi output analog

dengan mengubah rasio *on/off* dari sinyal digital, memberikan fleksibilitas tambahan dalam pengontrolan perangkat.

5. Pin-pin Analog (*Analog Pins*)

Arduino Uno dilengkapi dengan 6 pin analog (A0 hingga A5) yang digunakan untuk membaca sinyal analog dari perangkat seperti sensor cahaya atau potensiometer. Pin-pin ini bekerja dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) beresolusi 10-bit, yang mengonversi sinyal analog menjadi nilai digital antara 0 hingga 1023. Pin analog pada Arduino biasanya menggunakan referensi tegangan 5V sesuai dengan tegangan kerja papan, namun dapat juga disesuaikan menjadi 3.3V jika sensor yang digunakan bekerja pada tegangan yang lebih rendah. Hal ini memungkinkan Arduino untuk menangani berbagai input analog dengan akurasi dan fleksibilitas yang tinggi.

6. Pin-pin Sumber Tegangan

Pin-pin sumber tegangan pada Arduino Uno memiliki peran penting dalam menyediakan tegangan yang diperlukan untuk berbagai komponen eksternal.

- Pin GND (Ground) berfungsi sebagai referensi nol volt (0V) yang menjadi titik acuan bagi semua sirkuit yang terhubung ke Arduino. Setiap komponen eksternal yang terhubung harus memiliki koneksi ke pin GND untuk memastikan sirkuit berfungsi dengan benar.
- Pin 3.3V menyediakan tegangan 3.3V yang dihasilkan oleh regulator di papan, cocok untuk komponen yang membutuhkan tegangan rendah.
- Pin 5V menawarkan tegangan 5V yang diatur oleh regulator internal dari tegangan input, baik dari sumber USB maupun catu daya eksternal.
- pin Vin menyediakan tegangan input langsung dari catu daya eksternal yang terhubung ke jack DC atau pin Vin, memungkinkan Arduino untuk beroperasi dengan daya dari sumber eksternal yang lebih besar.

7. Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler ATmega328 adalah inti dari Arduino Uno, yang bertanggung jawab untuk menjalankan program yang diunggah ke papan ini. Mikrokontroler ini mengontrol semua operasi pin, baik digital maupun analog, serta menangani semua proses internal yang diperlukan untuk menjalankan program. Secara teknis, ATmega328 menggunakan arsitektur 8-bit RISC dengan kecepatan *clock* 16 MHz, yang memberikan kinerja cukup untuk berbagai aplikasi. Mikrokontroler ini memiliki memori 32 KB Flash untuk menyimpan program, 2 KB SRAM untuk variabel runtime, dan 1 KB EEPROM untuk penyimpanan data *non-volatile*. Selain itu, ATmega328 dapat berkomunikasi dengan perangkat eksternal melalui berbagai protokol komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C. Mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan *bootloader* yang memungkinkan pengguna mengunggah program melalui USB tanpa memerlukan perangkat pemrograman eksternal tambahan, membuatnya sangat praktis dan mudah digunakan dalam berbagai proyek elektronik.

8. Penghubung ISP (*In-System Programming*)

Penghubung ISP (*In-System Programming*) pada Arduino Uno berfungsi untuk memprogram mikrokontroler secara langsung menggunakan perangkat ISP. Fitur ini sangat penting ketika perlu memprogram bootloader baru atau ketika menggunakan mikrokontroler yang baru dan belum memiliki bootloader. Selain itu, penghubung ISP juga berguna untuk debugging tingkat rendah, memungkinkan pengembang untuk mendiagnosis dan memperbaiki masalah pada tingkat mikrokontroler. Jika *bootloader* dihapus atau rusak, ISP dapat digunakan untuk mengembalikan atau memperbarui bootloader, memastikan mikrokontroler dapat kembali berfungsi dengan baik.

(docs.arduino., 2024) **2.6**

Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram papan Arduino, termasuk model populer seperti Arduino Uno, Arduino Nano, dan lain-lain. Salah satu IDE yang populer di kalangan pemula adalah Thonny IDE. IDE ini dikembangkan oleh Arduino.cc dan tersedia secara gratis untuk diunduh dan digunakan oleh siapa saja yang ingin memulai atau mengembangkan proyek elektronika dengan menggunakan papan Arduino. (Prastyo, Arduino IDE, 2020)

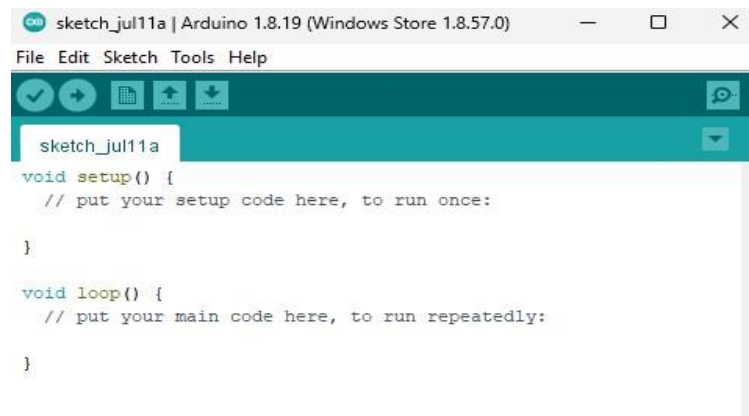
Salah satu fitur utama dari Arduino IDE adalah kemudahan penggunaannya. IDE ini dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan intuitif, sehingga cocok digunakan oleh pemula dalam dunia pemrograman dan elektronika. Pengguna dapat menulis, mengedit, dan mengunggah kode program untuk papan Arduino tanpa memerlukan pengetahuan mendalam tentang pemrograman atau bahasa tertentu.

Arduino IDE didasarkan pada bahasa pemrograman yang disebut Arduino Programming *Language*, yang sebenarnya adalah bahasa C/C++ dengan *library* dan fungsi tambahan yang memudahkan interaksi dengan perangkat keras (*hardware*) papan Arduino. IDE ini menyediakan berbagai template program untuk memudahkan pengguna dalam memulai proyek, serta mendukung berbagai fitur seperti *syntax highlighting*, *auto-complete*, dan serial monitor untuk *debugging*. (AcademY, 2020)

Arduino IDE dilengkapi dengan berbagai tool yang mendukung proses pengembangan, termasuk pustaka (*library*) standar dan pustaka dari komunitas yang dapat diunduh dan digunakan dalam proyek-proyek. Pustaka ini mencakup berbagai fungsi dan driver untuk sensor-sensor umum, komunikasi nirkabel, dan perangkat tambahan lainnya yang sering digunakan dalam proyek Arduino.

Arduino IDE bersifat *open-source* dan juga mendukung pengembangan ekstensi dan plugin oleh pengembang pihak ketiga. Hal ini memungkinkan

adanya ekosistem yang kaya akan tambahan fitur dan alat bantu yang dapat membantu pengguna dalam mengembangkan proyek-proyek yang lebih kompleks atau spesifik.



Gambar 2. 11 Arduino IDE

2.7 Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk Arduino umumnya disebut sebagai "*Arduino Programming Language*" atau lebih tepatnya "*Arduino Sketch*". Namun, secara teknis, bahasa yang digunakan dalam pengembangan kode untuk Arduino adalah berdasarkan pada bahasa pemrograman C/C++. Lebih spesifik, kode untuk Arduino mirip dengan bahasa C/C++ dengan beberapa pustaka tambahan yang disediakan oleh Arduino IDE untuk memudahkan penggunaan perangkat keras (*hardware*) Arduino seperti sensor, motor, dan lain-lain.

Bahasa C dan C++ dipilih sebagai bahasa utama dalam pengembangan untuk Arduino karena beberapa alasan yang mendasar. Pertama, bahasa ini menawarkan kontrol langsung terhadap perangkat keras mikrokontroler, seperti Arduino, yang sangat penting untuk efisiensi penggunaan sumber daya seperti memori dan siklus CPU yang terbatas. Kedua, dukungan yang luas dari komunitas pengembang dan sumber daya *online* membuatnya mudah untuk

belajar dan mengatasi masalah yang mungkin timbul dalam pengembangan proyek Arduino. Selain itu, bahasa C/C++ lintas-platform, artinya kode yang dikembangkan dapat dengan mudah diadaptasi ke platform embedded lainnya. Terakhir, ketersediaan library dan pustaka yang luas untuk berbagai fungsi seperti komunikasi serial, pengolahan data, dan kontrol perangkat keras menjadikan bahasa ini pilihan yang cocok untuk aplikasi yang beragam pada Arduino. Dengan demikian, penggunaan bahasa C/C++ tidak hanya memberikan kemudahan dalam pengembangan, tetapi juga memungkinkan untuk mengoptimalkan kinerja dan fungsionalitas dari aplikasi yang dibuat untuk mikrokontroler Arduino. (Rayen, 2018)

2.5 Sensor

Sensor pada Arduino menjadi kunci dalam memungkinkan mikrokontroler ini berinteraksi dengan lingkungan fisik. Sensor-sensor ini berfungsi sebagai antarmuka vital yang mengubah variabel fisik seperti suhu, cahaya, atau gerakan menjadi data yang dapat diproses secara digital. Contoh sensor gerak memungkinkan implementasi sistem keamanan yang responsif, di mana Arduino dapat mengambil tindakan berdasarkan deteksi gerakan yang tidak diinginkan. Dengan memanfaatkan sensor-sensor ini, Arduino tidak hanya menjadi alat untuk eksperimen dan pengembangan, tetapi juga solusi praktis untuk membangun aplikasi otomatisasi, monitoring, dan kontrol yang relevan dengan kebutuhan masa kini.

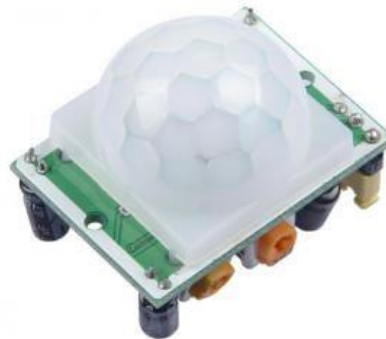
2.5.1 Sensor PIR

Sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*) adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan suatu benda berdasarkan perubahan radiasi inframerah yang disebabkan oleh pergerakan tersebut. Sensor PIR biasanya memiliki bohlam piroelektrik dan detektor PIR di dalamnya. Lensa piroelektrik berfungsi untuk

memfokuskan radiasi inframerah dari lingkungan ke sensor pendeteksi. (nami, 2020)

Prinsip pengoperasian sensor PIR didasarkan pada karakteristik bahan piroelektrik yang menghasilkan listrik pada saat panas atau dingin. Ketika terjadi perubahan jenis radiasi infra merah yang diterima sensor (misalnya akibat pergerakan benda), sensor PIR akan mendeteksi perubahan tersebut dan menghasilkan sinyal keluaran. Sensor ini biasanya peka terhadap pergerakan manusia atau hewan dalam jarak jauh dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem keamanan, penerangan otomatis, dan kontrol otomatis lainnya.

Penggunaan sensor PIR memberikan keuntungan signifikan dalam meningkatkan pengalaman pengguna dan keamanan area tersebut. Sensor PIR secara efektif mendeteksi gerakan orang yang masuk ke dalam toko, yang memungkinkan sistem untuk merespons secara otomatis dengan mengaktifkan buzzer untuk memberi suara atau menghidupkan kamera untuk memfoto kejadian. Keunggulan sensor PIR meliputi konsumsi daya yang rendah, memastikan operasi yang berkelanjutan tanpa membebani sumber daya. Integrasi sensor PIR dengan Arduino atau mikrokontroler memungkinkan pengendalian yang cerdas dan otomatis atas interaksi antara sensor, buzzer, dan kamera, memungkinkan sistem bekerja dengan efisien dan efektif dalam memonitor lalu lintas orang dan memperkuat keamanan area tersebut.



Gambar 2.12 sensor pir

2.6 Buzzer

Buzzer adalah sebuah perangkat output audio yang digunakan untuk menghasilkan suara atau bunyi tertentu berdasarkan instruksi dari program yang dijalankan di Arduino. Apabila diberikan tegangan penuh 5V maka buzzer akan bersuara kencang, dan bila buzzer diberikan tegangan berfrekuensi/osilasi maka suara yang keluar berupa nada. Buzzer ini dapat berupa buzzer *piezoelectric* atau buzzer aktif (yang sudah memiliki sirkuit driver di dalamnya), yang dikendalikan melalui output digital atau PWM (*Pulse Width Modulation*) dari Arduino. (roghib.muh, 2018)

Buzzer *piezo-electric* adalah jenis buzzer yang umum digunakan pada Arduino. Mereka beroperasi dengan cara menghasilkan getaran saat diberi tegangan dengan frekuensi tertentu, yang kemudian menghasilkan suara. Arduino mengatur frekuensi dan durasi bunyi yang dihasilkan oleh buzzer ini melalui program yang ditulis dalam Arduino IDE. (americanpiezo, 2019) pemilihan buzzer sebagai salah satu komponen utama memiliki beberapa alasan penting. Pertama, buzzer memberikan notifikasi suara instan yang jelas saat ada kedatangan pembeli, memungkinkan pemilik toko atau staf untuk merespons dengan cepat. Selain itu, buzzer merupakan komponen yang biaya efektif dan mudah diintegrasikan dengan Arduino, sehingga memudahkan dalam proses pengembangan. Dengan demikian, penggunaan buzzer tidak hanya

meningkatkan fungsionalitas sistem, tetapi juga memberikan nilai tambah dalam hal keamanan dan responsivitas.

Penggunaan buzzer memberikan nilai besar untuk meningkatkan pemantauan dan pengelolaan ruang publik atau toko. Buzzer digunakan untuk memberikan peringatan audio yang efektif ketika sensor mendeteksi gerakan, untuk menyambut pelanggan yang masuk, atau sebagai bagian dari sistem keamanan untuk membunyikan alarm bila diperlukan. Kombinasi buzzer dan kamera memungkinkan penjaga memantau lalu lintas manusia secara real-time dan merespons peristiwa yang terjadi dengan cepat. Hal ini tidak hanya meningkatkan keamanan, namun juga meningkatkan pengalaman pengguna dengan menyediakan interaksi dan pengetahuan yang kuat di lingkungan yang dipantau.



Gambar 2. 13 Buzzer

2.7 Esp32-cam

ESP32-CAM adalah modul pengembangan yang menggabungkan kemampuan mikrokontroler ESP32 dengan kamera OV2640. Modul ini dirancang untuk memungkinkan pengembang untuk mengintegrasikan kemampuan WiFi dan Bluetooth dari ESP32 dengan kemampuan pengambilan gambar dari kamera OV2640 yang terintegrasi.

Secara teknis, ESP32-CAM memiliki mikrokontroler ESP32 yang kuat, yang dilengkapi dengan prosesor dual-core Xtensa LX6, WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2 BLE, dan berbagai antarmuka seperti GPIO, SPI, I2C, UART,

dan ADC. Kamera OV2640 yang terpasang memungkinkan pengambilan gambar dengan resolusi hingga 2 megapiksel. (Rifky, 2021)

ESP32-CAM merupakan pilihan yang ideal untuk proyek sensor kedatangan pembeli yang mengintegrasikan buzzer dan kamera dalam satu sistem menggunakan Arduino. Modul ini menawarkan kombinasi yang kuat antara kemampuan mikrokontroler ESP32 yang dapat diandalkan dengan kamera OV2640 yang mampu mengambil gambar dengan resolusi tinggi. Dengan kemampuan WiFi dan Bluetooth, ESP32-CAM memungkinkan proyek untuk terhubung ke jaringan dan perangkat lain secara nirkabel, memberikan fleksibilitas dalam pengiriman data dan pengelolaan informasi secara *real-time*. Integrasi dengan Arduino IDE memudahkan pengembangan dan pemrograman sistem untuk mengendalikan buzzer sebagai indikator audio dan mengatur fungsi kamera untuk pemantauan visual. Kompaknya desain ESP32-CAM juga membuatnya cocok untuk ditempatkan lingkungan toko. Dengan demikian, ESP32-CAM tidak hanya memperkuat keamanan dan efisiensi manajemen area, tetapi juga meningkatkan interaksi dan pengalaman pengguna dengan memberikan respons yang cepat dan informatif terhadap kedatangan pelanggan.



Gambar 2. 14 ESP32-CAM

2.8 Kabel Jumper

Kabel Jumper adalah kabel yang digunakan dalam elektronika dan pemrograman mikrokontroler untuk menghubungkan komponen atau pin pada

breadboard, modul, atau papan pengembangan seperti Arduino. Kabel ini biasanya memiliki dua ujung yang terhubung dengan pin atau lubang pada perangkat elektronik atau pengembangan. Kabel Jumper sering kali memiliki ujung yang berbentuk pin (male) di satu sisi dan ujung socket (female) di sisi lainnya, atau keduanya berbentuk pin (male-male). (Kumpara, 2023)

Kabel Jumper digunakan untuk memudahkan prototyping dan pengembangan proyek elektronik dengan cara yang fleksibel dan mudah disesuaikan. Mereka memungkinkan pengguna untuk dengan cepat menghubungkan komponen elektronik, sensor, modul, atau mikrokontroler dalam berbagai konfigurasi sesuai kebutuhan proyek. Hal ini membuat Kabel Jumper sangat berguna dalam menyusun sirkuit sementara atau dalam percobaan laboratorium, serta mempermudah pengujian dan pengembangan aplikasi elektronik tanpa perlu melakukan soldering yang permanen. (Elga, 2022)

Penggunaan kabel jumper memberikan keleluasaan yang signifikan dalam pengembangan dan konfigurasi sistem. Kabel jumper memfasilitasi koneksi yang cepat dan mudah antara berbagai komponen elektronik seperti sensor PIR untuk deteksi gerakan, buzzer untuk memberikan feedback audio, dan kamera untuk pemantauan visual. Fleksibilitas ini memungkinkan pengembang untuk dengan mudah menyesuaikan sirkuit prototipe sesuai dengan kebutuhan proyek, tanpa perlu melakukan soldering yang permanen atau perubahan fisik yang rumit. Dengan menggunakan kabel jumper, proses instalasi dan pengujian menjadi lebih efisien dan dapat dilakukan dengan cepat, sehingga mempercepat waktu pengembangan dan meminimalkan risiko kesalahan koneksi atau kerusakan komponen. Selain itu, kabel jumper juga mendukung adaptabilitas proyek dalam jangka panjang, memungkinkan untuk peningkatan atau modifikasi sistem secara fleksibel seiring dengan perkembangan kebutuhan atau inovasi teknologi dalam proyek sensor ini.



Gambar 2. 15 Kabel Jumper

2.9 Kabel USB Arduino

Kabel USB Arduino adalah kabel yang menghubungkan board Arduino dengan komputer atau perangkat USB lainnya. Kabel ini memungkinkan transfer data antara Arduino dan komputer untuk tujuan pemrograman, di mana pengguna dapat mengunggah kode atau program yang telah dibuat dari IDE Arduino ke board Arduino. Selain itu, kabel USB Arduino juga mendukung komunikasi serial antara Arduino dan komputer, memungkinkan pertukaran data secara *real-time* antara kedua perangkat. Koneksi yang stabil dan handal dari kabel USB sangat penting dalam memastikan bahwa pengembangan dan operasi proyek dengan Arduino berjalan lancar dan efisien. Dengan demikian, kabel USB Arduino menjadi elemen krusial dalam ekosistem pengembangan mikrokontroler ini, mendukung pengguna dalam mengatur dan mengintegrasikan fungsi dan aplikasi berbagai sensor dan modul ke dalam proyek elektronik mereka.

Penggunaan kabel USB penting untuk berbagai alasan. Kabel USB memfasilitasi dua fungsi utama dalam pengembangan proyek ini: pertama, sebagai sarana untuk memprogram dan mengatur Arduino dengan memuat kode program yang diperlukan dari komputer ke board Arduino. Kedua, kabel ini mendukung komunikasi serial yang vital antara Arduino dan komputer, yang

memungkinkan pengiriman data langsung antara sensor, buzzer, kamera, dan aplikasi pengawasan atau kontrol yang berjalan di komputer. Dengan menggunakan kabel USB, pengembang dapat dengan mudah mengelola dan memantau sensor gerakan, memberikan feedback audio dengan buzzer, dan memantau visual dengan kamera secara terintegrasi. Selain itu, kabel USB juga memainkan peran dalam menyediakan daya untuk Arduino dan perangkat terhubung lainnya, menjadikannya elemen krusial dalam menjaga keandalan dan konsistensi operasional proyek ini. Dengan demikian, penggunaan kabel USB tidak hanya mempermudah pengembangan dan integrasi komponen dalam proyek sensor ini, tetapi juga meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi dalam pemantauan dan respons terhadap kehadiran pelanggan dalam ruang lingkup yang dipantau.



Gambar 2. 16 Kabel USB

2.10 Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan yang diluncurkan pada tahun 2013 oleh Pavel dan Nikolai Durov, pendiri jaringan sosial Rusia VKontakte. Telegram didirikan dengan tujuan utama untuk memberikan layanan komunikasi yang aman dan cepat, serta melindungi privasi pengguna dari pemantauan yang tidak diinginkan. Platform ini dikenal karena komitmennya terhadap enkripsi dan keamanan data, yang menjadi salah satu nilai jual

utamanya di tengah meningkatnya kekhawatiran mengenai privasi *online*. (Winarso, 2016).

Telegram mengacu pada aplikasi perpesanan instan yang memungkinkan pengguna mengirim pesan teks, gambar, video, dan berbagai jenis media lainnya. Telegram juga menawarkan fitur panggilan suara dan video, serta kemampuan membuat grup dan saluran komunikasi. Salah satu fitur Telegram adalah kemampuannya menyimpan data di cloud, sehingga pengguna dapat mengakses pesan mereka dari perangkat berbeda tanpa kehilangan riwayat percakapan. Telegram tersedia untuk perangkat telepon seluler (Android, iOS, Windows Phone, Ubuntu Touch) dan sistem perangkat komputer (Windows, macOS, Linux), Tersedia dalam versi web yang bernama WebK dan WebZ, termasuk aplikasi tidak resmi yang menggunakan protokol Telegram. (telegram, 2014).

Pesan default Telegram berbasis cloud dan juga bisa diakses oleh perangkat pengguna manapun yang terhubung. Pengguna dapat mengirim pesan ke pengguna lain secara individu atau kelompok hingga 200.000 anggota. Transmisi dari pesan cloud ke *server* Telegram dienkripsi dengan layanan protokol MTProto, sementara "*Secret Chat*" menggunakan enkripsi ujung-keujung dengan protokol yang sama.

Pada tahun 2015, Telegram memperkenalkan fitur bot, menandai langkah penting dalam evolusi platform perpesanan tersebut. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk membuat akun bot yang dapat berinteraksi secara otomatis dengan pengguna lain melalui API Telegram. Pengenalan bot ini disertai dengan peluncuran *@BotFather*, sebuah bot resmi yang memudahkan pembuatan dan pengelolaan bot lainnya. Dengan adanya fitur ini, Telegram membuka peluang bagi pengembang untuk mengeksplorasi berbagai aplikasi otomatis, mulai dari chatbot hingga layanan informasi dan permainan.

Sejak peluncuran awalnya bot Telegram terus mengalami perkembangan signifikan. Telegram secara konsisten menambah fitur-fitur baru, seperti *inline queries* dan dukungan untuk berbagai format media, yang memperluas kemampuannya. Inovasi ini menjadikan bot Telegram alat yang sangat fleksibel dan populer, digunakan untuk berbagai tujuan, mulai dari layanan pelanggan hingga hiburan dan produktivitas. Dengan demikian, bot Telegram telah menjadi salah satu fitur kunci yang mendefinisikan dan memperkaya pengalaman pengguna di platform tersebut.



Gambar 2. 17 Telegram

2.11 Bot Telegram

Aplikasi Telegram yang diluncurkan oleh Pavel Durov pada tahun 2013 dikenal sebagai alat pemantau keamanan dan kecepatan. Meski aplikasi ini hanya menawarkan fitur dasar pesan, Telegram mulai menunjukkan kemampuannya pada tahun 2015 dengan memperkenalkan fitur bot. Fitur ini dirancang untuk memudahkan pengguna membuat akun pengguna otomatis yang dapat berinteraksi dengan pengguna dan sistem lain menggunakan API Telegram, membuat akun pengguna baru, dan mempelajari cara menggunakan aplikasi untuk dukungan sejawat. (Wikipedia., 2021)

Pada bulan Juni 2015, Telegram memperkenalkan *@BotFather*, bot resmi yang dirancang untuk memudahkan pembuatan dan penggunaan bot

lainnya. *@BotFather* memungkinkan pengguna untuk membuat bot baru, mengubah aturan, dan memperoleh token akses yang diperlukan untuk menghubungkan bot ke API Telegram. Inovasi ini memungkinkan pengguna berbagai chatbot untuk secara bertahap membuat bot yang memenuhi kebutuhan mereka, mulai dari layanan otomatis hingga aplikasi permainan. (Telegram, 2020)

Setelah bot dibuat, *Botfather* juga menawarkan kontrol yang mudah atas berbagai fitur bot. Pengguna dapat mengubah nama bot, memperbarui deskripsi dan menjalankan perintah yang tersedia untuk bot melalui antarmuka yang disediakan. Hal ini membuat bot lebih efisien, dibuat lebih baik, lebih mudah dikelola, dan lebih cepat beradaptasi.

diluncurkan, bot Telegram mengalami berbagai kendala yang membatasi kemampuannya. fitur-fiturnya, seperti *webhook*, *queries*, dan dukungan terhadap format media yang lebih kompleks, memungkinkan bot untuk memberi pengguna pengalaman yang lebih menarik dan menghibur. perbaikan telah mengubah cara bot beroperasi, memungkinkan mereka untuk melakukan tugas yang lebih kompleks dan bervariasi.

Keunggulan utama bot Telegram adalah kemampuannya menangani berbagai tugas. Bot dapat digunakan untuk menyampaikan informasi seperti berita terkini, cuaca, dan daftar acara. Mereka juga dapat berintegrasi dengan layanan lain, seperti sistem pengadaan atau manajemen proyek, yang dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi tenaga manusia. (Wikipedia, 2020).

Selain itu, bot Telegram juga penting untuk meningkatkan interaksi dengan pengguna. Bot dapat dirancang untuk bertindak sebagai chatbot, memberikan dukungan pelanggan, atau menjawab pertanyaan umum dengan cepat. Artinya, bisnis dapat memberikan layanan yang lebih baik dan

merespons pelanggannya tanpa memerlukan interaksi karyawan secara langsung.

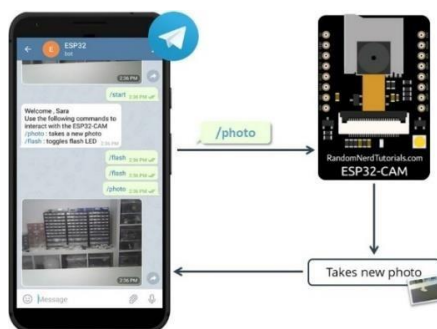
Dari segi hiburan, bot Telegram menawarkan nilai tambah yang signifikan. Bot dapat digunakan untuk menjalankan permainan interaktif, kuis, atau simulasi yang melibatkan pengguna dengan cara yang menyenangkan dan menarik. Dengan kreativitas, robot dapat menciptakan pengalaman hiburan yang unik dan menarik.

Mengintegrasikan bot Telegram dengan proyek Arduino yang menggunakan sensor pir kedatangan pembeli dan kamera integrasi memiliki banyak keuntungan. Dengan menggunakan bot Telegram, data gambar yang diambil oleh kamera dapat dikirim secara otomatis dan langsung ke pengguna. Hal ini memudahkan pemantauan dan reaksi terhadap aktivitas pelanggan secara *real time* tanpa memerlukan interaksi manual yang intensif.

Salah satu keuntungan utama otomatisasi adalah kecepatan respons. Ketika sensor mendeteksi adanya pelanggan yang masuk, sistem Arduino bekerja untuk mengambil gambar secara otomatis melalui kamera yang ada. Gambar tersebut dikirim melalui bot Telegram ke penerima yang ditunjuk, seperti karyawan atau pemilik toko, dalam hitungan detik. Hal ini memungkinkan respon cepat kepada pelanggan dan mengurangi kebutuhan interaksi manual atau inspeksi langsung.

Penggunaan bot Telegram dalam proyek ini dapat meningkatkan fleksibilitas dan skalabilitas sistem. Bot Telegram dapat diperbarui atau dikonfigurasi ulang berdasarkan kebutuhan proyek yang berkembang, tanpa memerlukan perubahan besar pada perangkat keras atau perangkat lunak. Hal ini memungkinkan adaptasi yang cepat dan efisien terhadap perubahan kebutuhan dan menambahkan fungsionalitas baru ke sistem pelacakan pelanggan.

Dengan sistem yang terintegrasi dengan bot Telegram, semua kejadian yang terdeteksi dapat didokumentasikan secara sistematis. Gambar dan log aktivitas dikirimkan dan disimpan secara teratur, yang dapat digunakan sebagai bukti jika diperlukan. Dokumentasi ini dapat membantu dalam penyelidikan kasus pencurian dan dalam proses hukum. Kemudahan ini memungkinkan penyesuaian yang cepat dan efisien dalam menanggapi ancaman pencurian.



Gambar 2. 18 Bot Telegram

2.12 Breadboard

BreadBoard terkadang disebut *project board* adalah representasi skematis dari sirkuit elektronik yang merupakan prototipe sirkuit elektronik yang belum disolder, oleh karena itu hanya dapat digunakan sebagai gambar atau skema. Jenis breadboard ditentukan oleh jumlah lubang yang terdapat pada papan. Misalnya, ada 400 lubang, 170 lubang, dan seterusnya. Selain itu, papan rangkaian ini memiliki variasi titik lubang dengan jalur khusus untuk IC di bagian tengah dan 2 jalur arus listrik di dua sisinya. (Faudin, 2017)

Breadboard adalah alat penting dalam perancangan dan perakitan rangkaian elektronik. Breadboard memungkinkan para *engineer* dan teknisi untuk merancang dan menguji rangkaian elektronik secara prototipe tanpa perlu melakukan penyolderan. Papan ini terdiri dari sejumlah baris dan kolom lubang yang terhubung secara elektrik. Pada breadboard, terdapat dua jenis koneksi utama, yaitu rail distribusi daya yang biasanya berada di sisi kiri dan kanan, serta area kerja utama yang berada di bagian tengah papan. Sistem ini

memudahkan para pengguna untuk menghubungkan komponen elektronik secara fleksibel. (Edmunds, 2020)

Konektivitas pada breadboard didasarkan pada prinsip aliran arus listrik melalui jalur yang terhubung. Lubang-lubang kecil pada breadboard dihubungkan secara internal dengan jalur logam tipis, yang memungkinkan arus listrik mengalir tanpa hambatan. Hal ini mempermudah para engineer untuk menguji dan memodifikasi rangkaian dengan cepat, tanpa memerlukan proses penyolderan yang permanen. Oleh karena itu, breadboard sangat bermanfaat untuk proses prototyping dan percobaan awal sebelum rangkaian akhir dirakit dalam bentuk PCB (*Printed Circuit Board*).

Salah satu keuntungan utama dari breadboard adalah fleksibilitasnya. Pengguna dapat dengan mudah menambahkan atau menghapus komponen, serta mengubah konfigurasi rangkaian tanpa memerlukan peralatan tambahan. Ini memungkinkan pengembangan dan perbaikan desain rangkaian yang lebih cepat dan efisien. Breadboard juga mendukung berbagai ukuran dan konfigurasi, mulai dari breadboard kecil untuk rangkaian sederhana hingga yang lebih besar untuk proyek yang lebih kompleks.

Dalam proyek ini, breadboard berfungsi sebagai platform utama untuk merakit dan menguji sistem yang mengintegrasikan sensor PIR, buzzer, dan ESP32-CAM, dengan komunikasi notifikasi foto melalui bot Telegram. Sensor PIR ditempatkan di breadboard untuk mendeteksi gerakan, mengirimkan sinyal ke ESP32-CAM yang kemudian mengaktifkan buzzer sebagai tanda alarm. ESP32-CAM juga terhubung ke jaringan WiFi dan dikonfigurasi untuk mengirimkan notifikasi foto ke bot Telegram setiap kali gerakan terdeteksi, memberikan pemberitahuan *real-time* tentang kedatangan pembeli.

Kelebihan menggunakan breadboard dalam proyek ini adalah kemampuannya untuk memudahkan pengujian dan penyesuaian rangkaian sebelum mengubahnya menjadi desain PCB permanen. Koneksi antar komponen seperti sensor PIR, buzzer, dan ESP32-CAM diatur dengan kabel

jumper pada breadboard, memungkinkan perubahan dan *debugging* yang efisien. Proyek ini mengilustrasikan bagaimana breadboard dapat digunakan untuk mengembangkan dan menguji sistem yang menggabungkan deteksi gerakan dengan notifikasi otomatis, memfasilitasi proses prototyping yang cepat dan fleksibel.



Gambar 2. 19 Breadboard

Breadboard memiliki dua jenis jalur koneksi utama yang memudahkan proses perakitan rangkaian:

- 1) **Rail Distribusi Daya (*Power Rails*):** Terletak di kedua sisi breadboard jalur warna merah dan biru, rail distribusi daya terdiri dari dua baris horizontal yang biasanya diberi label dengan tanda "+" dan "-" atau "VCC" dan "GND". Rail ini digunakan untuk mendistribusikan tegangan positif dan ground ke seluruh bagian breadboard. Jalur ini terhubung secara internal sehingga pengguna dapat dengan mudah menghubungkan beberapa komponen ke sumber daya yang sama tanpa harus menghubungkan masing-masing komponen secara individual.
- 2) **Area Main Grid (*Main Grid Area*)** Bagian tengah breadboard jalur warna hijau terdiri dari sejumlah baris vertikal yang terbagi menjadi dua bagian utama: satu bagian untuk koneksi vertikal dan satu lagi untuk koneksi *horizontal*. Area ini

dibagi menjadi beberapa baris dan kolom yang saling terhubung secara internal dalam satu blok. Biasanya, ada dua set baris *horizontal* yang membentang di kedua sisi breadboard, dan baris vertikal yang membentuk pola lubang untuk menempatkan komponen seperti resistor, kapasitor, dan IC. Jalur koneksi ini memudahkan penghubungan komponen dalam rangkaian dengan menghubungkan pin-pin komponen secara bersamaan pada satu baris atau kolom.

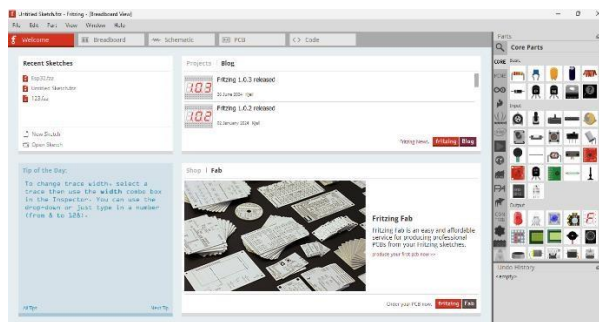
2.13 Fritzing

Fritzing adalah sebuah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk merancang sirkuit elektronik. Dirancang untuk mendukung para pembuat, penggemar elektronika, dan profesional, Fritzing memungkinkan pengguna untuk membuat prototipe sirkuit fisik secara digital sebelum memproduksinya. Beberapa fitur utama dari Fritzing adalah:

1. Fritzing memiliki antarmuka yang intuitif yang memudahkan pengguna untuk menyusun komponen elektronik di breadboard, PCB (*Printed Circuit Board*), atau diagram skematik. Pengguna bisa menyeret dan meletakkan komponen seperti resistor, LED, kapasitor, *microcontroller*, dan banyak lagi.
2. Pengguna dapat membuat desain PCB dengan Fritzing. Perangkat lunak ini juga memungkinkan untuk merutekan jalur tembaga secara otomatis atau manual.
3. Fritzing memiliki pustaka komponen yang luas, mencakup banyak komponen yang umum digunakan dalam proyek-proyek elektronik. Jika komponen yang diinginkan tidak ada, pengguna juga dapat membuat komponen baru atau mengunduh dari komunitas.
4. Fritzing juga banyak digunakan untuk dokumentasi proyek, karena memungkinkan untuk menghasilkan gambar visual yang menarik dan jelas

untuk dipahami. Pengguna sering menggunakannya untuk berbagi proyek open-source atau sebagai alat bantu pembelajaran.

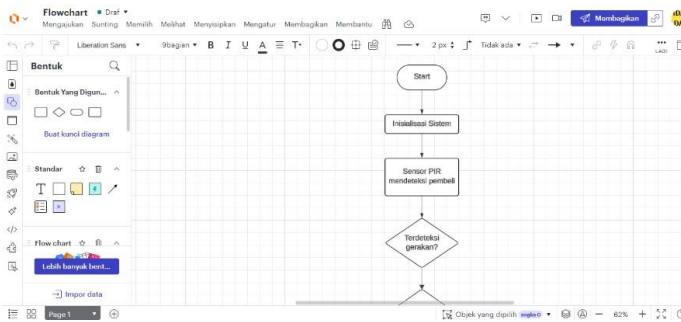
5. Setelah desain selesai, pengguna dapat mengekspor file gerber yang diperlukan untuk produksi PCB atau membuat laporan dari desain skematik mereka. (Kjell, 2020)



Gambar 2. 20 Fritzing

2.14 Lucidchart

Lucidchart adalah sebuah perangkat lunak berbasis web yang dirancang untuk mempermudah pembuatan berbagai jenis diagram dan visualisasi data. Dengan antarmuka yang intuitif dan fitur *drag-and-drop*, pengguna dapat membuat flowchart, diagram UML, diagram jaringan, dan diagram lainnya dengan cepat dan efisien. Lucidchart menyediakan berbagai template dan pustaka simbol yang memudahkan pengguna dalam memulai proyek. Selain itu, perangkat lunak ini mendukung kolaborasi secara *real-time*, sehingga memungkinkan beberapa pengguna bekerja secara bersamaan pada diagram yang sama, yang sangat bermanfaat untuk kerja tim atau proyek yang melibatkan banyak pihak. (Wikipedia., 2018)



Gambar 2. 21 Lucidchart

2.15 Alat Keamanan Dengan Notifikasi Telegram

Sistem keamanan berbasis Arduino uno terintegrasi kamera ESP32CAM merupakan implementasi dari teknologi keamanan yang menggunakan prinsip deteksi gerakan melalui sensor PIR (*Passive Infrared*). Alat ini menawarkan solusi keamanan yang relevan dengan teknologi modern berbasis Arduino uno. Saat ini, banyak sistem keamanan yang menggunakan sensor dan teknologi otomatis untuk mendeteksi penyusup atau aktivitas mencurigakan, sehingga alat ini sangat cocok untuk diuji dalam berbagai aplikasi keamanan. Keunggulan lain dari sistem ini adalah kesederhanaan desainnya, sehingga mudah dipahami dan diimplementasikan, menjadikannya pilihan ideal untuk pengujian di skala kecil.

Komponen yang digunakan dalam sistem ini, seperti sensor PIR, Arduino UNO, ESP32-CAM, buzzer, dan bot telegram merupakan perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah didapatkan dengan harga terjangkau. Dengan biaya yang rendah, pengujian alat ini bisa dilakukan tanpa anggaran yang besar, namun tetap memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas sistem. Penggunaan komponen sederhana juga memudahkan dalam proses perbaikan atau penggantian jika terjadi kerusakan selama pengujian berlangsung.

Sensor PIR mendeteksi radiasi inframerah yang dihasilkan oleh panas tubuh manusia dan perubahan suhu di lingkungan. Ketika mendeteksi gerakan, sensor ini mengirimkan sinyal ke Arduino UNO, yang berperan sebagai

mikrokontroler pengendali utama. Arduino kemudian memicu ESP32-CAM untuk mengambil gambar dari area yang terdeteksi. ESP32-CAM, modul kamera kecil yang mendukung konektivitas Wi-Fi, digunakan untuk menangkap gambar secara *real-time* dan mengirimkannya ke bot Telegram sebagai notifikasi kepada pengguna. Sistem ini juga dilengkapi dengan buzzer yang berfungsi sebagai alarm berbunyi ketika gerakan terdeteksi, memberikan peringatan lokal kepada orang-orang di sekitar.

Selain itu, di mana perangkat seperti sensor dan kamera terhubung ke internet untuk memantau lingkungan secara otomatis tanpa intervensi manusia. Pengiriman gambar ke Telegram melalui jaringan internet memungkinkan pengguna untuk memantau situasi dari jarak jauh dengan cepat dan efisien. Proses pengujian sistem ini melibatkan evaluasi waktu respons sensor PIR, kecepatan pengambilan gambar oleh ESP32-CAM, dan keandalan pengiriman foto. Keuntungan utama dari sistem ini adalah kemampuannya untuk bekerja secara otomatis, biaya rendah, dan kemudahan dalam pengiriman foto langsung ke bot telegram pengguna. Namun, sistem ini juga memiliki kelemahan, seperti ketergantungan pada koneksi internet dan potensi terjadinya *false alarms* jika sensor terlalu sensitif terhadap gerakan *non-manusia*. Dengan demikian, sistem keamanan ini menawarkan solusi inovatif dalam menjaga keamanan rumah atau properti dengan pendekatan otomatis berbasis Arduino uno.



Gambar 2. 22 Alat Keamanan Dengan Notifikasi Telegram

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisis Masalah

Analisis masalah menjelaskan tentang masalah apa saja yang ada sebelum dibangun sistem sensor kedatangan pembeli dengan kamera terintegrasi berbasis Arduino uno. Analisis masalah ini adalah sebagai berikut :

1. Kurangnya prioritas sistem keamanan dapat menyebabkan kerugian finansial yang signifikan dan merusak kepercayaan pelanggan.
2. Kurangnya pengawasan penjaga toko yang sering kali tidak dapat memantau seluruh area secara efektif karena keterbatasan waktu dan sumber daya.

Analisis masalah digunakan untuk investigasi persoalan-persoalan yang muncul dalam sensor kedatangan pembeli dengan kamera terintegrasi berbasis Arduino uno dan mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut.

3.2 Analisis Pengguna

Analisis mengenai alat sistem terhadap komponen sistem sensor kedatangan pembeli dengan kamera terintegrasi berbasis Arduino uno adalah sebagai berikut :

Pengguna	Penjaga toko
Nama Alat	Arduino uno
Tempat	Di toko nabila losari
Waktu mendeteksi	Kapan pun ketika sensor terpicu
Percobaan pendeteksi	Anak-anak, orang dewasa dan orang tua

Tabel 3. 1 Analisis Pengguna

3.3 Analisis Kebutuhan

Untuk mengembangkan sistem yang efektif dalam mendeteksi kedatangan pembeli dan memantau aktivitas mereka, beberapa kebutuhan harus dipenuhi. Sistem ini memerlukan sensor PIR (*Passive Infrared*) yang mampu mendeteksi gerakan dalam jarak minimal lima meter dengan sudut deteksi sekitar 120 derajat. Sensor ini harus beroperasi dalam rentang suhu yang luas dan memiliki konsumsi daya yang rendah. Data yang diperoleh dari sensor PIR akan diproses oleh Arduino Uno, yang harus dilengkapi dengan cukup pin *input/output* digital dan kapasitas memori untuk menangani pemrograman serta penyimpanan data. Arduino Uno akan terhubung dengan modul ESP32-CAM, yang bertanggung jawab untuk mengirimkan informasi deteksi melalui jaringan. ESP32-CAM harus memiliki kemampuan WiFi yang handal, serta dapat mengirim data menggunakan protokol yang sesuai. Selain itu, ESP32CAM juga dapat mengambil gambar untuk memberikan informasi visual tambahan jika diperlukan. Untuk meningkatkan sistem pemberitahuan, sebuah buzzer akan diintegrasikan ke dalam sistem.

Buzzer ini berfungsi untuk memberikan peringatan akustik saat sensor PIR mendeteksi kehadiran pembeli, sehingga memberikan respons langsung yang dapat didengar di area toko. Sistem ini harus dirancang untuk beroperasi dalam berbagai kondisi pencahayaan, baik dalam keadaan terang maupun gelap, dan harus dapat terintegrasi dengan sistem manajemen toko yang ada. Pengguna harus dapat menginstal dan mengoperasikan sistem dengan mudah, serta antarmuka pengguna harus intuitif. Aspek keamanan juga menjadi prioritas, dengan perlunya enkripsi data dan perlindungan sistem dari akses tidak sah. Dengan memenuhi semua kebutuhan ini, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemantauan kedatangan pembeli, memberikan notifikasi akustik yang jelas, dan menyajikan informasi yang berguna kepada pengelola toko secara *real-time*.

3.4 Analisis Kebutuhan Perangkat

3.4.1 Perangkat Keras (Hardware)

Berikut ini adalah perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan sistem yaitu : Laptop Spesifikasi laptop :

- 1) Windows 11 *Home Single Language*
- 2) *Processor* 11th Gen Intel(R) Core(TM) i3-1115G4 @ 3.00GHz
3.00 GHz
- 3) RAM 12.0 GB (11.8 GB usable)

3.4.2 Perangkat Lunak (Software)

Berikut ini adalah perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem yaitu :

- 1) Arduino IDE
- 2) Sistem Operasi Windows 11

3.5 Alat dan Bahan

Untuk mendukung proses atau kegiatan penelitian yang dilakukan, maka sangatlah diperlukan berbagai alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses penelitian yaitu sebagai berikut :

- a) Alat pendukung untuk membuat sistem pendeteksi kedatangan pembeli berbasis arduino uno yaitu :
 1. Gunting
 2. Pisau Cutter
 3. Telegram Bot
 4. Selotip Hitam
- b) Bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem pendeteksi kedatangan pembeli berbasis arduino uno yaitu :
 1. Arduino Uno

2. Papan Breadboard
3. Sensor Pir
4. Kabel USB
5. Kabel Jumper
6. Buzzer
7. ESP32-CAM

3.6 Spesifikasi Komponen

Hal pertama yang dilakukan dalam merancang suatu alat adalah menentukan Spesifikasi awal alat yang akan dibuat. Spesifikasi ini adalah uraian rinci dari alat yang akan dibuat yang bertujuan untuk menjabarkan sifat hasil produk terutama kualitasnya. Adapun Spesifikasi yang akan ditentukan seperti berikut ini :

No	Parameter	Keterangan	Satuan
1	Dimensi Kerangka	Panjang	22cm
		Lebar	16,5cm
		Berat	1/4kg
4	Pengolahan Data	Arduino Uno	1
5	Sensor	PIR	1
6	Output	Buzzer dan Bot Telegram	1

Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen

3.7 Tahap Proses Perancangan Alat

Adapun tahapan dalam perancangan alat ini yaitu :

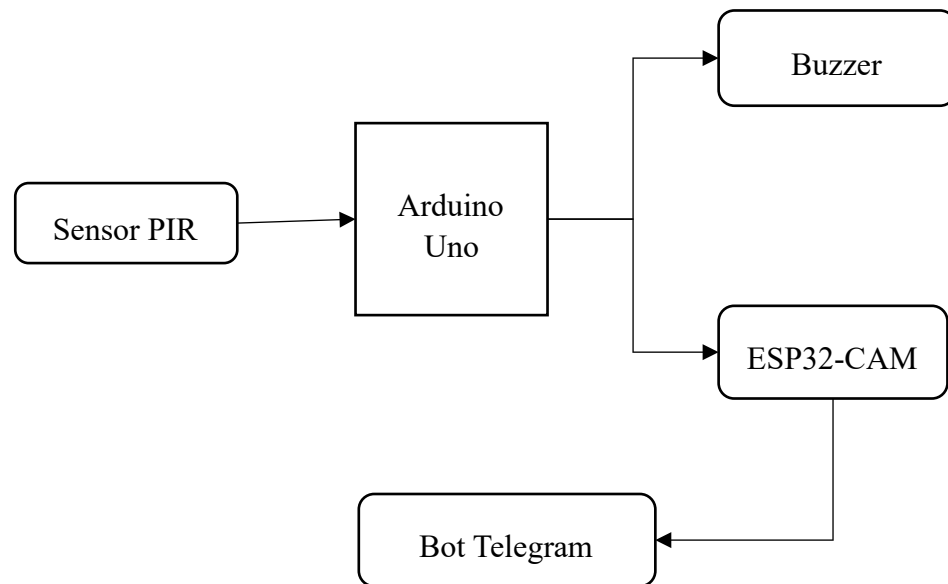
- Studi Literatur.

Tahapan ini meliputi pengambilan data dan bahan mengenai perancangan sistem pendeteksi kedatangan pembeli berbasis arduino uno mengenai sistem yang telah dibuat untuk pendeteksi kedatangan pembeli, dilakukan dengan cara mencari dari jurnal,web dan buku perpustakaan.

3.8 Perancangan Sistem

Dalam perancangan suatu sistem, terlebih dahulu direncanakan dengan membuat diagram blok. Diagram blok merupakan pernyataan hubungan yang berurutan dari satu atau lebih komponen yang memiliki satu kesatuan dimana setiap blok komponen yang mempengaruhi komponen lainnya. Diagram blok memiliki arti khusus dengan memberikan keterangan di dalamnya. Untuk setiap blok dihubungkan dengan satu garis yang menunjukkan arah dari setiap blok yang bersangkutan.

Pada diagram blok sistem terdapat beberapa blok, yaitu blok masukan (*input*), blok pengendali (*process*), dan blok keluaran (*output*). Diagram blok secara keseluruhan yaitu seperti berikut ini:



Gambar 3. 1 Diagram Blok

Berikut keterangan pada diagram blok diatas :

a. Sensor PIR

Sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*) berfungsi Untuk mendeteksi gerakan berdasarkan perubahan radiasi inframerah dalam

lingkungannya. Saat sensor mendeteksi gerakan, ia akan mengirim sinyal ke Arduino Uno.

b. Arduino Uno

Arduino merupakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat pengendalian sistem. Ketika Arduino menerima sinyal dari PIR Sensor, ia akan memproses sinyal tersebut dan kemudian memberikan perintah ke perangkat lainnya seperti Buzzer dan ESP32-CAM.

c. Buzzer

Buzzer berfungsi untuk memberikan peringatan suara ketika sensor mendeteksi gerakan, untuk memanggil penjaga toko, atau sebagai bagian dari sistem keamanan.

d. ESP32-CAM

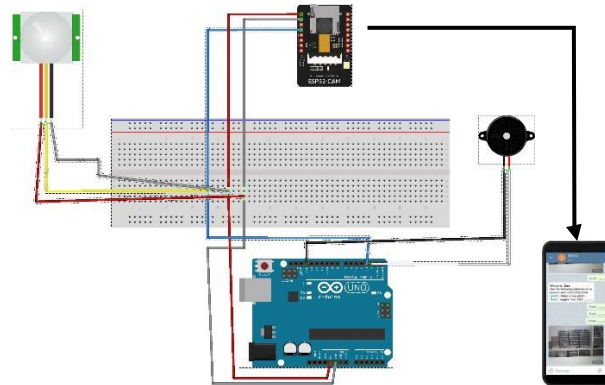
ESP32-CAM adalah modul pengembangan yang menggabungkan kemampuan mikrokontroler ESP32 dengan kamera OV2640. untuk mengambil gambar dari area yang diawasi. Setelah gerakan terdeteksi, Arduino akan mengirimkan sinyal ke ESP32-CAM untuk menangkap gambar.

e. Bot Telegram

Setelah gambar diambil oleh ESP32-CAM, informasi tersebut dikirimkan ke bot Telegram. Pengguna kemudian dapat menerima pemberitahuan dan melihat gambar dari perangkat mereka melalui aplikasi Telegram.

3.9 Desain Input/Output

Perancangan desain adalah untuk menggambarkan secara ringkas rangkaian dari gabungan komponen input dan output pada sistem yang akan dirancang, berikut ini adalah hasil dari desain sistem pendeteksi pembeli:



Gambar 3. 2Desain sistem kedatangan pembeli

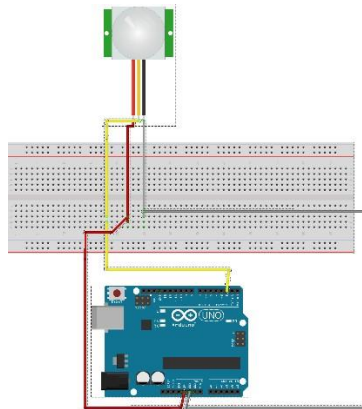
3.10 Perancangan Hardware

Setelah membuat diagram blok dan mengetahui fungsi serta komponen apa saja yang dibutuhkan, maka tahap selanjutnya adalah perancangan *hardware* sistem. Dalam perancangan *hardware*, dilakukan beberapa proses yang diantaranya yaitu perancangan rangkaian masing-masing komponen yaitu Arduino uno, sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*), papan breadboard, buzzer dan ESP32-CAM. Semua komponen disusun sedemikian rupa hingga dapat bekerja dengan baik.

3.10.1 Rangkaian Sensor Pir

Pada bagian perancangan sensor PIR (*Passive Infrared*) ini, fokus utama adalah pada integrasi dan optimasi komponen untuk memastikan performa deteksi gerakan yang akurat dan efisien. Sensor PIR, yang mendeteksi perubahan radiasi inframerah dari objek bergerak, memerlukan perancangan yang cermat dalam pemilihan komponen dan desain rangkaian. Arduino Uno menyediakan tegangan 5V pada pin VCC, yang digunakan untuk memberi daya pada komponen eksternal. Sensor PIR yang ada pada rangkaian ini juga tampaknya terhubung ke pin 5V pada Arduino, yang berarti sensor tersebut beroperasi dengan tegangan 5V. Dalam perancangan ini, kita

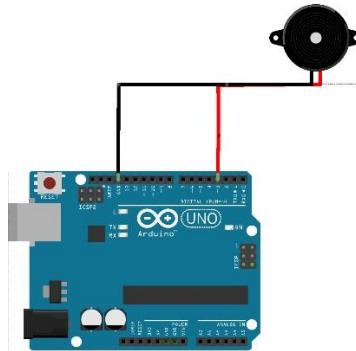
akan membahas pemilihan jenis sensor yang sesuai, perancangan skematik yang efektif, serta pembuatan prototipe untuk memastikan sensor PIR berfungsi dengan baik dalam aplikasi yang diinginkan, sekaligus mengatasi tantangan teknis yang mungkin timbul.



Gambar 3. 3Rangkaian Sensor Pir

3.10.2 Rangkaian Buzzer

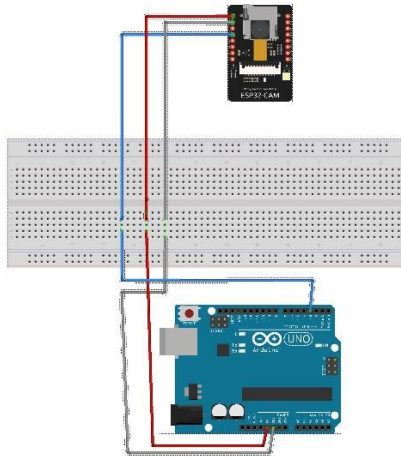
Pada bagian perancangan buzzer ini, buzzer digunakan sebagai komponen output yang akan memberikan notifikasi berupa suara saat rangkaian mendeteksi pergerakan atau peristiwa tertentu. Buzzer dihubungkan ke salah satu pin digital pada Arduino, yang memungkinkan kontrol *on/off* berdasarkan logika yang telah diprogram. Saat Arduino menerima sinyal dari sensor gerak (PIR) atau komponen lain yang terhubung dalam rangkaian, buzzer akan diaktifkan, menghasilkan bunyi sebagai bentuk respons atau alarm. Arduino Uno menyediakan tegangan sebesar 5V, yang dapat digunakan untuk memberi daya pada komponen eksternal seperti buzzer. Buzzer terhubung ke pin output digital Arduino, yang berfungsi untuk mengontrol *on/off* buzzer dengan mengirimkan sinyal tegangan sebesar 5V ketika aktif. Oleh karena itu, dalam rangkaian ini, buzzer menerima tegangan 5V dari Arduino untuk beroperasi.



Gambar 3. 4Rangkaian Buzzer

3.10.3 Rangkaian ESP32-Cam

Dalam rangkaian ini, ESP32-CAM berfungsi sebagai perangkat pengambilan gambar yang dapat diaktifkan melalui sinyal dari Arduino, seperti saat mendeteksi gerakan dari sensor PIR. Dengan kemampuan pemrosesan yang canggih dan berbagai opsi antarmuka, ESP32-CAM menjadi komponen penting dalam sistem pengawasan, pengenalan wajah, atau aplikasi lain yang membutuhkan pengiriman data visual secara *real-time*. Modul ESP32-CAM tegangan sebesar 3.3V untuk beroperasi. Arduino Uno, yang biasanya menyediakan tegangan 5V dan 3.3V, kemungkinan besar memasok tegangan 3.3V ke modul ESP32CAM melalui pin 3.3V yang ada pada Arduino. Selain itu, beberapa koneksi terlihat menghubungkan pin digital untuk komunikasi data antara Arduino dan ESP32-CAM. Dengan demikian, tegangan yang digunakan dalam rangkaian ini adalah 3.3V untuk modul ESP32-CAM dan 5V untuk Arduino sendiri.



Gambar 3. 5Rangkaian ESP32-CAM

3.11 Perancangan Software

Setelah proses perancangan hardware selesai, tahapan selanjutnya yaitu membuat algoritma untuk pengaturan sistem pada alat yang telah dibuat. Kemudian algoritma tersebut ditulis dalam bahasa pemrograman, bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. Program tersebut akan diupload ke dalam mikrokontroler Arduino Uno.

Pemrograman board Arduino Uno dilakukan dengan menggunakan Arduino *software* (IDE) yang di download di website resmi [arduino.com](https://www.arduino.cc) Chip ATmega328 yang terdapat pada Arduino Uno telah diisi program awal yang sering disebut bootloader. Bootloader tersebut yang bertugas untuk memudahkan melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan Arduino software tanpa harus menggunakan tambahan *hardware* lain. Cukup hubungkan Arduino dengan kabel USB ke PC dan jalankan.

3.11.1 Bot Telegram

Telegram Bot adalah program otomatis yang beroperasi di platform Telegram, memungkinkan interaksi otomatis dengan pengguna. Bot ini menggunakan API Telegram untuk mengirim dan menerima pesan, mengelola percakapan, dan melakukan berbagai tugas seperti mengirim gambar, memproses perintah, atau mengelola

pengingat. Untuk membuat bot, Anda menggunakan BotFather di Telegram untuk mendapatkan token API yang digunakan untuk autentikasi. Dengan token ini, bot dapat berinteraksi dengan API Telegram, yang menyediakan berbagai endpoint untuk mengirim pesan, menerima pembaruan, dan menangani perintah dari pengguna. Telegram Bot memungkinkan otomatisasi dan integrasi dengan sistem lain, menjadikannya alat yang efektif untuk berbagai aplikasi, mulai dari notifikasi otomatis hingga kontrol perangkat keras.

3.11.2 Program

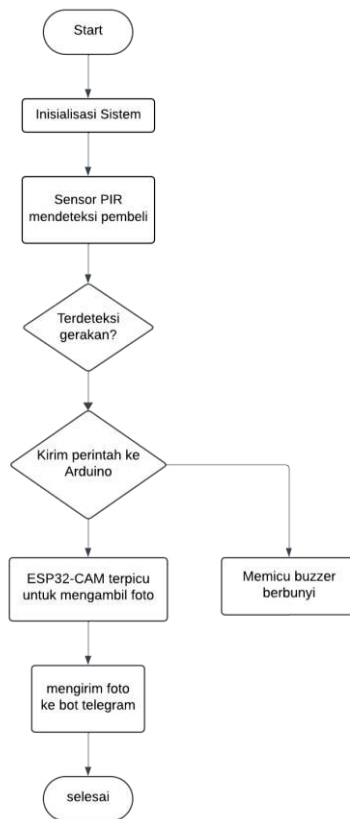
Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C/C++. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah. Walaupun bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C/C++, akan tetapi dengan penambahan library dan fungsi-fungsi standar membuat pemrograman Arduino lebih mudah dipelajari.

3.11.3 Flowchart

Flowchart untuk mempermudah pemahaman mengenai alur dan proses yang terlibat dalam penelitian ini, dibuatlah sebuah *flowchart* yang menggambarkan langkah-langkah utama secara visual. *Flowchart* ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang tahapantahapan yang dilalui dari awal hingga akhir penelitian, serta hubungan antara berbagai elemen yang terlibat. Dengan adanya *flowchart*, diharapkan pembaca dapat lebih mudah mengikuti proses yang dijelaskan dan memahami struktur serta alur kerja dari penelitian yang dilakukan.

Pada *flowchart* ini dimulai dengan kabel USB di sambungkan ke laptop dahulu dan sebelumnya sudah membuat pemrograman, setelah itu diupload ke dalam mikrokontroler Arduino uno. Kemudian

sensor akan bekerja, pertama sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*) yang mendeteksi keberadaan pembeli atau gerakan di sekitarnya. Jika gerakan terdeteksi, sensor PIR mengirimkan sinyal ke Arduino, yang kemudian memicu ESP32-CAM untuk mengambil foto dari area yang terdeteksi. Foto tersebut kemudian dikirim ke bot Telegram untuk notifikasi lebih lanjut. Pada saat yang sama, Arduino juga mengaktifkan buzzer sebagai tanda pemanggil penjaga toko jika penjaga toko tidak ada ditempat atau tanda peringatan jika adanya pencurian. Setelah semua proses ini selesai, sistem kembali ke keadaan awal dan siap untuk mendeteksi gerakan berikutnya. Berikut adalah tampilan flowchart keseluruhan pada kerja sistem yang akan dirancang yaitu:



Gambar 3. 6 Flowchart

3.12 Perancangan Program

Program ini berbasis Arduino yang menggunakan ESP32-CAM untuk mengambil foto dan mengirimkannya melalui bot Telegram. Program ini juga memanfaatkan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan dan dapat mengendalikan LED flash. Berikut adalah perancangan dan penjelasan untuk masing-masing bagian kode:

1. Inisialisasi dan Konfigurasi Perangkat Keras.

Pada bagian ini, kita mengatur dan menginisialisasi perangkat keras yang akan digunakan dalam proyek ini, program memulai dengan mengimpor pustaka-pustaka yang diperlukan, seperti `WiFi.h` untuk koneksi jaringan, `UniversalTelegramBot.h` untuk berkomunikasi dengan Telegram, dan `esp\_camera.h` untuk mengontrol kamera. Selanjutnya, program mendeklarasikan berbagai konstanta dan variabel penting, termasuk nama SSID dan password untuk koneksi WiFi, token untuk bot Telegram, serta ID chat yang digunakan untuk berinteraksi melalui Telegram. Selain itu, pin GPIO yang akan digunakan untuk sensor PIR dan LED flash juga ditentukan, memastikan pengendalian yang tepat atas perangkat keras tersebut. Untuk kamera, pin GPIO yang spesifik untuk model AI Thinker didefinisikan dengan rinci, bersama dengan pengaturan dasar kamera seperti ukuran frame dan kualitas gambar, untuk memastikan konfigurasi kamera yang optimal dan kompatibilitas dengan sistem yang ada.

```
#include <Arduino.h>
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <soc/soc.h>
#include <soc/rtc_cntl_reg.h>
#include <esp_camera.h>
#include <UniversalTelegramBot.h> //1.3.0
#include <ArduinoJson.h> //6.15.2

const char* ssid = "vivo 1994";
const char* password = "nandanabila";

String BOTtoken = "7346788287:AA65Phub018Tuo061VwqQynYRyflNrmoljc";
String CHAT_ID = "1912752233";

bool sendPhoto = 0;
bool flashState = LOW;

WiFiClientSecure clientTCP;
UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, clientTCP);

#define PIR 13
#define FLASH_LED_PIN 4

//Memeriksa pesan baru setiap 1 detik.
int botRequestDelay = 1000;
unsigned long lastTimeBotRan;
```

```

//KAMERA_MODEL_AI_THINKER
#define PWDN_GPIO_NUM 32
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 0
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27

#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 21
#define Y4_GPIO_NUM 19
#define Y3_GPIO_NUM 18
#define Y2_GPIO_NUM 5
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22

```

Gambar 3. 7Program Inisialisasi dan Konfigurasi Perangkat Keras

2. Setup dan Inisialisasi

Bagian ini menginisialisasi perangkat keras, menghubungkan ke WiFi, dan memulai task untuk menangani foto. Program dimulai dengan menginisialisasi komunikasi serial untuk keperluan debugging dan menetapkan pin yang digunakan untuk LED flash serta sensor PIR. Setelah itu, fungsi configInitCamera() dipanggil untuk mengonfigurasi kamera sesuai dengan pengaturan yang diperlukan, memastikan kamera siap untuk digunakan. Selanjutnya, program menghubungkan ESP32-CAM ke jaringan WiFi dan menampilkan alamat IP perangkat pada Serial Monitor, memberikan informasi penting tentang status koneksi. Terakhir, program membuat sebuah task bernama Task0code yang akan dijalankan secara paralel pada core 0 ESP32, memungkinkan pemantauan dan penanganan tugas-tugas seperti pengambilan foto berdasarkan deteksi gerakan secara bersamaan dengan eksekusi utama program.

```

void setup() {
  WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0);
  Serial.begin(115200);
  pinMode(FLASH_LED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(PIR, INPUT);
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);

  configInitCamera();

  WiFi.mode(WIFI_STA);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  clientTCP.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println();
  Serial.print("ESP32-CAM IP Address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 1);
  delay(100);
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
  delay(100);
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 1);
  delay(100);
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 1);
  //not task
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
  delay(100);
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
  bot.sendMessage(CHAT_ID, "Device Online!", "");
  //buat tugas yang akan dieksekusi dalam fungsi Taskcode(),
  xTaskCreatePinnedToCore(
    Task0code, /* Task function. */
    "Task0", /* name of task. */
    10000, /* Stack size of task */
    NULL, /* parameter of the task */
    1, /* priority of the task */
    &Task0, /* Task handle to keep track of created task */
    1); /* pin task to core 0 */
  delay(500);
}

```

Gambar 3. 8Program Setup dan Inisialisasi

3. Task Handling

Pada bagian ini, program melakukan pembacaan status dari sensor PIR untuk mendeteksi adanya gerakan. Jika sensor PIR mendeteksi gerakan, variabel *sendPhoto* akan diatur menjadi aktif. Ketika *sendPhoto* aktif, program kemudian memanggil fungsi *sendPhotoTelegram()* untuk mengambil foto dan mengirimkannya melalui Telegram. Proses ini memastikan bahwa foto diambil dan dikirim hanya saat diperlukan, berdasarkan deteksi gerakan yang dipantau oleh sensor PIR

```

void Task0code(void* pvParameters) {
  while (1) {
    bool pir_state = digitalRead(PIR);

    if (pir_state) {
      sendPhoto = true;
    }

    if (sendPhoto) {
      Serial.println("Preparing photo");
      sendPhotoTelegram();
      sendPhoto = 0;
    }
    delay(100);
  }
}

```

Gambar 3. 9program Task Handling

4. Loop Utama

Pada bagian ini, program secara berkala memeriksa adanya pesan baru dari Telegram. Jika terdapat pesan yang diterima, fungsi `handleNewMessages()` akan dipanggil untuk memproses dan menangani pesan-pesan tersebut. Proses ini memastikan bahwa setiap pesan baru yang masuk dapat dikelola dengan benar sesuai dengan perintah atau instruksi yang terdapat dalam pesan, sehingga respons yang sesuai dapat diberikan kepada pengguna.

```
void loop() {
  if ((millis() > lastTimeBotRan + botRequestDelay) && !sendPhoto) {
    int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
    while (numNewMessages) {
      Serial.println("got response");
      handleNewMessages(numNewMessages);
      numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
    }
    lastTimeBotRan = millis();
  }
  delay(100);
}
```

Gambar 3. 10 program Loop Utama

5. Inisialisasi Kamera

Pada bagian ini, program menetapkan berbagai pengaturan untuk kamera, termasuk pin GPIO yang digunakan, format pixel, dan ukuran frame gambar. Jika PSRAM terdeteksi pada perangkat, program mengubah pengaturan untuk meningkatkan resolusi dan kualitas gambar, dengan mengatur ukuran frame menjadi lebih besar dan kualitas JPEG yang lebih baik. Hal ini memastikan bahwa kamera dapat menangkap gambar dengan resolusi tinggi jika sumber daya memadai, atau menggunakan pengaturan standar jika PSRAM tidak tersedia.

```

void configInitCamera(){
    camera_config_t config;
    config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
    config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
    config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
    config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
    config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
    config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
    config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
    config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
    config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
    config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
    config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
    config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
    config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
    config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
    config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
    config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
    config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
    config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
    config.xclk_freq_hz = 20000000;
    config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
    config.grab_mode = CAMERA_GRAB_LATEST;

    if(psramFound()){
        config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
        config.jpeg_quality = 10;
        config.fb_count = 1;
    } else {
        config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
        config.jpeg_quality = 12;
        config.fb_count = 1;
    }

    esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
    if (err != ESP_OK) {
        Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
        delay(1000);
        ESP.restart();
    }
}

```

Gambar 3. 11Program Inisialisasi Kamera

6. Menangani Pesan Baru

Fungsi ini menangani pesan yang diterima dari Telegram.

```

void handleNewMessages(int numNewMessages) {
    Serial.print("Handle New Messages: ");
    Serial.println(numNewMessages);

    for (int i = 0; i < numNewMessages; i++) {
        String chat_id = String(bot.messages[i].chat_id);
        if (chat_id != CHAT_ID) {
            bot.sendMessage(chat_id, "Unauthorized user", "");
            continue;
        }

        // Print the received message
        String text = bot.messages[i].text;
        Serial.println(text);

        String from_name = bot.messages[i].from_name;
        if (text == "/start") {
            String welcome = "Welcome , " + from_name + "\n";
            welcome += "

```

Gambar 3. 12Program Menangani Pesan Baru

3.13 Perancangan Pengujian

3.13.1 Perancangan Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras merupakan langkah krusial untuk memastikan setiap komponen dalam sistem berfungsi dengan baik dan

saling terintegrasi. Pertama, pengujian sensor PIR dilakukan untuk mendeteksi gerakan dan memicu pengambilan foto oleh ESP32-CAM. Pada tahap ini, konfigurasi dan inisialisasi pin dilakukan dengan menghubungkan sensor PIR ke pin GPIO 13 pada ESP32-CAM dan memastikan kode yang sesuai diunggah. Setelah itu, pengujian dilakukan dengan melakukan gerakan di depan sensor, dan hasil pembacaan pada serial monitor diamati untuk memastikan sensor bekerja sebagaimana mestinya.

pengujian ESP32-CAM difokuskan pada kemampuan kamera untuk mengambil gambar dan mengirimkannya melalui Telegram. Proses ini dimulai dengan inisialisasi kamera di dalam kode, kemudian dilakukan pengambilan foto untuk memastikan gambar diambil dengan baik. Setelah foto diambil, pengujian berlanjut dengan mengirimkan gambar ke bot Telegram. Langkah-langkah ini bertujuan untuk memastikan ESP32-CAM dapat menjalankan fungsinya sebagai perangkat yang menangkap dan mendistribusikan informasi visual dengan efisien.

Pengujian buzzer juga merupakan bagian penting dalam pengujian perangkat keras, dengan tujuan memberikan umpan balik visual dan menunjukkan status sistem. Buzzer dihubungkan ke pin output pada ESP32-CAM dan dikontrol melalui kode yang diunggah. Selama pengujian, buzzer diaktifkan untuk memastikan bahwa ia berfungsi sesuai dengan logika yang telah ditentukan, memberikan indikasi suara yang sesuai saat sensor PIR mendeteksi gerakan. Dengan cara ini, setiap komponen perangkat keras diuji untuk memastikan kinerjanya optimal sebelum diintegrasikan ke dalam sistem.

3.13.2 Perancangan Pengujian Perangkat Lunak

pengujian perangkat lunak bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat berkomunikasi dengan baik melalui bot Telegram. Pada tahap ini, bot Telegram diinisialisasi dengan memverifikasi bahwa token yang digunakan adalah benar dan ESP32-CAM dapat terhubung ke internet. Selanjutnya, pengujian dilakukan untuk mengirim foto dari ESP32-CAM ke bot Telegram, memastikan bahwa foto tersebut diterima dengan baik di aplikasi Telegram. Setelah proses pengiriman foto, pengujian dilanjutkan dengan menangani pesan masuk, di mana bot diuji untuk merespons perintah yang diberikan oleh pengguna, seperti mengambil foto atau memberikan status terkini dari sistem.

3.14 Perancangan Testing

Perancangan testing adalah proses merancang dan menentukan strategi pengujian yang akan digunakan untuk memastikan bahwa suatu sistem atau produk berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dalam perancangan ini, ditentukan berbagai skenario pengujian yang mencakup pengujian komponen individual (*unit testing*), integrasi antar komponen (*integration testing*), serta pengujian keseluruhan sistem (*system testing*).

3.14.1 Identifikasi Tujuan Testing

Langkah pertama dalam perancangan testing adalah mengidentifikasi tujuan utama dari pengujian ini. Secara umum, tujuan testing adalah untuk mengevaluasi:

1. Kecepatan dan akurasi deteksi gerakan oleh sensor PIR.
2. Kinerja ESP32-CAM dalam menangkap dan mengirimkan gambar.
3. Waktu respons dari sistem pengiriman foto ke Telegram.
4. Kinerja buzzer sebagai alarm peringatan.

5. Keandalan sistem secara keseluruhan dalam berbagai kondisi lingkungan

3.14.2 Pengaturan Lingkungan Pengujian

Sebelum melakukan pengujian, lingkungan pengujian harus dirancang sedemikian rupa agar mencerminkan skenario nyata di mana alat ini akan digunakan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. Lokasi
Pengujian dilakukan di beberapa lokasi yang berbeda, seperti di dalam ruangan dengan pencahayaan normal, di dalam ruangan gelap, dan di luar ruangan dengan kondisi pencahayaan alami.
2. Jarak Deteksi
Testing dilakukan dengan jarak yang berbeda untuk menguji sensitivitas sensor PIR. Misalnya, dari 1 meter, 3 meter, hingga 5 meter.
3. Objek Uji
Beberapa jenis objek akan digunakan untuk menguji sistem, seperti manusia, hewan kecil, dan benda statis, untuk melihat apakah sistem bisa mendeteksi gerakan yang benar dan menghindari *false positives*.

3.14.3 Skema Pengujian Fungsionalitas Sistem

Setiap komponen dalam sistem harus diuji secara terpisah dan bersamasama untuk memastikan bahwa semuanya bekerja dengan baik. Berikut adalah tahapan dalam skema pengujian fungsionalitas sistem:

1. Testing Sensor PIR:
Pengujian dilakukan untuk mengukur kepekaan sensor dalam mendeteksi gerakan. Obyek uji (manusia) bergerak di depan sensor pada berbagai jarak dan kecepatan. Hasil pengujian ini akan menunjukkan pada jarak berapa dan dalam kondisi apa sensor

dapat mendeteksi gerakan dengan akurat. Sensor PIR harus mendeteksi gerakan manusia dengan konsisten pada jarak yang telah ditentukan.

2. Testing ESP32-CAM:

Setelah sensor PIR mendeteksi gerakan, ESP32-CAM akan mengambil gambar. Pengujian dilakukan untuk memastikan kamera dapat mengambil gambar dengan resolusi yang baik dan mengirimkannya ke sistem dengan cepat. Pengujian ini juga mencakup kecepatan dalam menangkap gambar dan mengirimkannya melalui jaringan Wi-Fi. Gambar yang diambil oleh ESP32-CAM harus memiliki kualitas yang cukup jelas dan pengiriman gambar ke bot Telegram tidak boleh mengalami keterlambatan yang signifikan.

3. Testing Pengiriman Notifikasi ke Telegram:

Ketika ESP32-CAM berhasil mengambil gambar, sistem harus mengirimkan gambar tersebut ke bot Telegram secara otomatis. Pengujian akan mengevaluasi waktu pengiriman dari kamera ke aplikasi Telegram, serta memastikan bahwa notifikasi diterima dengan benar oleh pengguna. Gambar harus diterima di aplikasi Telegram dalam waktu yang relatif singkat (misalnya, kurang dari 5 detik), dan pengguna harus menerima notifikasi setiap kali ada deteksi gerakan.

4. Testing Buzzer:

Saat ada gerakan yang terdeteksi, buzzer akan berbunyi untuk memberikan peringatan lokal. Pengujian dilakukan untuk memastikan buzzer aktif dengan segera setelah ada deteksi gerakan, serta untuk memeriksa volume dan durasi bunyi buzzer. Buzzer harus langsung berbunyi setelah ada deteksi gerakan,

dengan suara yang cukup keras untuk memberikan peringatan di area sekitar.

3.14.4 Pengujian Keandalan Sistem dalam Berbagai Kondisi

Pengujian juga perlu mencakup berbagai skenario lingkungan dan kondisi ekstrem untuk mengevaluasi performa sistem dalam situasi yang lebih realistis. Beberapa skenario pengujian yang direkomendasikan:

1. Pengujian di Lingkungan Gelap
ESP32-CAM akan diuji dalam kondisi cahaya rendah untuk melihat apakah kamera masih mampu menangkap gambar yang jelas.
2. Pengujian dengan Objek Non-Manusia
Sistem akan diuji dengan objek lain, seperti hewan peliharaan, untuk melihat apakah sensor PIR dapat membedakan gerakan manusia dengan objek lain yang tidak diinginkan.
3. Pengujian dengan Gangguan Sinyal
Evaluasi dilakukan untuk melihat bagaimana sistem berfungsi ketika sinyal Wi-Fi lemah atau terputus. Hal ini penting untuk mengetahui keandalan pengiriman notifikasi di lingkungan dengan konektivitas internet yang tidak stabil.

3.14.5 Pengujian Waktu Respons Sistem

Waktu respons adalah aspek penting dalam sistem keamanan, terutama dalam situasi darurat. Untuk menguji waktu respons sistem, pengujian akan mengukur berapa lama waktu yang dibutuhkan sejak gerakan terdeteksi oleh sensor PIR hingga pengguna menerima gambar di aplikasi Telegram. Setiap tahapan, seperti pengambilan gambar oleh ESP32-CAM dan pengiriman notifikasi, akan dicatat waktunya untuk

melihat apakah sistem berjalan dengan lancar tanpa adanya penundaan yang signifikan.

3.14.6 Pengujian Kinerja dan Konsistensi Sistem

Selain mengukur waktu respons, konsistensi kinerja sistem juga harus diuji. Ini termasuk menjalankan pengujian dalam jangka waktu yang panjang untuk melihat apakah sistem tetap berfungsi secara konsisten, misalnya dengan melakukan deteksi gerakan berulang-ulang tanpa adanya kesalahan atau kegagalan perangkat. Pengujian stress (beban) ini penting untuk mengetahui apakah sistem tetap dapat diandalkan dalam penggunaan jangka panjang.

BAB IV

IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

Implementasi adalah hasil penerapan dari perancangan alat, dimana alat dirancang agar dapat bekerja dan berfungsi dengan baik. Sehingga dapat diketahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan rencana dan tujuan yang diharapkan yaitu menguji Sistem sensor kedatangan pembeli Berbasis Arduino. Alhasil, sistem berhasil dirancang dan diuji coba dengan beberapa tahap pengujian yang akan diuraikan pada bagian berikut ini

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Bagian - bagian dari *hardware* satu sama lain harus berhubungan dan bekerja sama secara harmonis/ berintegrasi sesuai dengan kebutuhan sistem dan tujuan pembuatan Sensor Pir Berbasis Arduino Uno Terintegrasi kamera sebagai pendeteksi kedatangan pembeli.

Spesifikasi perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam membangun sistem ini adalah sebagai berikut :

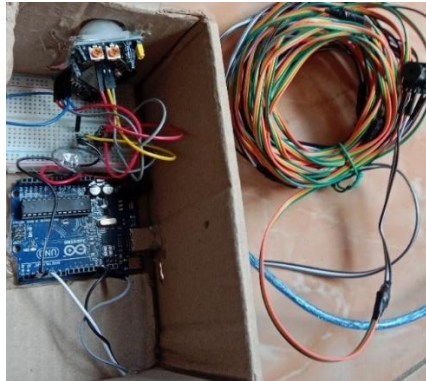
1. Module

- a. Arduino Uno
 - b. Sensor Pir
 - c. Buzzer
 - d. ESP32-CAM
 - e. Bot Telegram
2. Komponen *Prototype*
- a. Kabel Jumper
 - b. Breadboard
 - c. WIFI
 - d. Kabel USB
 - e. *Software* Arduino IDE

4.1.2 Implementasi Arduino Uno

Mikrokontroller berbasis Arduino merupakan bagian utama dan terpusat dari keseluruhan alat yang didalamnya telah terprogram untuk menjalankan suatu perintah dan semua fungsi yang telah dibuat. Dalam penyusunan alat ini mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Uno.

Setelah tahap perancangan pada bab sebelumnya selanjutnya tahap implementasi sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan sebelumnya, implementasi yang dilakukan dengan menggunakan kabel jumper.



Gambar 4. 1 Implementasi Arduino Uno

Adapun isi atau bagian Pin kaki yang digunakan di Arduino Uno yang diterapkan komponen alat lainnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

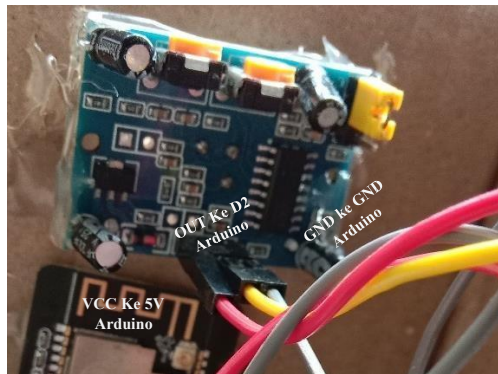
Komponen	Pin Komponen	Pin Arduino Uno
Sensor PIR	VCC	5V
	GND	GND
	OUT	D2
ESP32-CAM	VCC	3.3V
	GND	GND
	GPIO13	D2
Buzzer	Positif	D3
	Negatif	GND

Tabel 4. 1 Implementasi Pin Arduino Uno

Pada tabel di atas merupakan alokasi pin-pin dari setiap komponen yang terhubung dengan Arduino Uno. Setiap baris pada tabel menjelaskan bagaimana setiap pin dari komponen seperti Sensor PIR, ESP32-CAM, dan Buzzer dihubungkan ke pin-pin pada Arduino Uno, baik untuk suplai daya (VCC, GND) maupun komunikasi data (seperti pin digital D7 dan D9).

4.1.3 Implementasi Sensor PIR

Sensor PIR merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan berdasarkan perubahan radiasi inframerah yang disebabkan oleh pergerakan. Dalam Implementasi ini sesuai dengan tahap perancangan sebelumnya dimana tiga pin utama yang mengatur fungsinya dalam mendeteksi gerakan. Pin pertama adalah VCC, yang berfungsi untuk menerima suplai daya dari sumber eksternal, dihubungkan ke pin 5V pada Arduino. Pin kedua adalah GND, yang merupakan ground dan dihubungkan ke pin GND Arduino untuk ground. Pin OUT dari sensor PIR yang mengirimkan sinyal saat terdeteksi gerakan dihubungkan ke pin D2 Arduino sebagai input digital. Ketika sensor mendeteksi gerakan, sinyal dikirim melalui pin OUT ke Arduino untuk diproses lebih lanjut, seperti mengaktifkan buzzer atau ESP32-CAM untuk mengambil gambar.

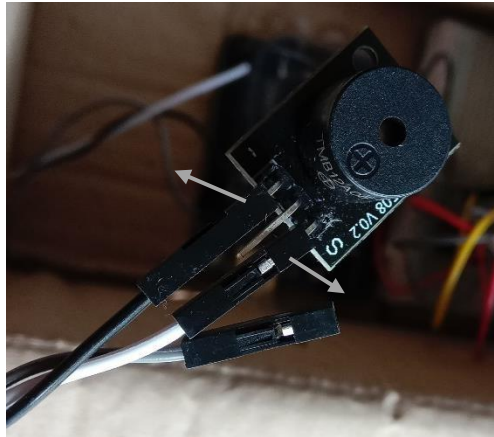


Gambar 4. 2Implementasi Sensor PIR

4.1.4 Implementasi Buzzer

Buzzer digunakan sebagai output suara apabila terdeteksi gerakan, Pin positif dari buzzer dihubungkan ke pin D9 pada Arduino, yang berfungsi untuk mengontrol kapan buzzer diaktifkan berdasarkan perintah dari program. Ketika Arduino mengirimkan sinyal ke pin D3, buzzer akan berbunyi. Sementara itu, pin negatif buzzer dihubungkan

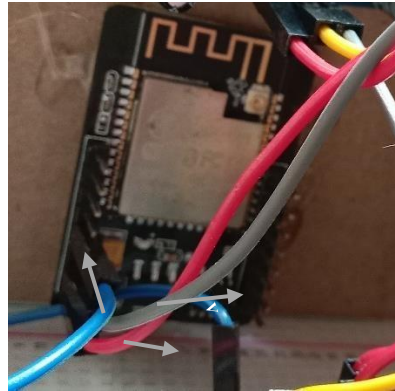
ke GND (ground) pada Arduino, melengkapi jalur listrik yang diperlukan agar buzzer dapat berfungsi dengan baik. Kombinasi ini memastikan bahwa buzzer hanya berbunyi ketika ada instruksi spesifik dari program yang berjalan di Arduino.



Gambar 4. 3Implementasi Buzzer

4.1.5 Implementasi ESP32-CAM

ESP32-CAM digunakan sebagai output foto yang akan dikirim melalui bot telegram. ESP32-CAM terhubung sebagai modul kamera dengan dua koneksi utama untuk suplai daya. Pin VCC pada ESP32CAM dihubungkan ke pin 3.3V pada Arduino untuk memberikan tegangan yang sesuai, sementara pin GND dihubungkan ke GND pada Arduino untuk menyelesaikan rangkaian Listrik, Pin GPIO13 terhubung output dari modul PIR, Pin GPIO13 ini akan membaca sinyal digital dari sensor PIR ketika mendeteksi pergerakan. Koneksi ini memastikan ESP32-CAM mendapatkan daya yang cukup untuk beroperasi, memungkinkan modul kamera berfungsi dalam sistem, untuk menangkap gambar berdasarkan perintah dari Arduino.

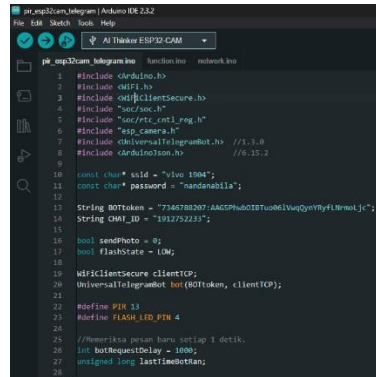


Gambar 4. Implementasi ESP32-CAM

4.1.6 Implementasi Arduino IDE

Arduino IDE merupakan aplikasi pemrograman untuk arduino, pada aplikasi ini membuat program berdasarkan perancangan sebelumnya seperti pengolahan data input dan output sistem dalam perangkat arduino, Berikut langkah-langkah untuk implementasi pada perangkat arduino:

- a. Buka aplikasi Arduino IDE
- b. Hubungkan board Arduino menggunakan kabel serial to USB ke Komputer.
- c. Pilih AI Thinker ESP32-CAM pada menu *Tools-Board*
- d. Jika Perangkat dikenali oleh komputer pilih *device* pada *Tools-Port* pilih *port* yang digunakan perangkat
- e. Pada area kerja Arduino IDE tempatkan *coding*
- f. Untuk memvalidasi coding klik *verify*
- g. Kemudian *upload coding*



Gambar 4. 5Implementasi Arduino IDE

4.2 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras atau *hardware* merupakan komponen nyata dari rancangan sistem ini. Beberapa komponen utama dari perangkat keras dalam sistem ini adalah:

- Arduino Uno
- Sensor PIR
- Buzzer
- ESP32-CAM

Agar dapat diketahui kondisi dan kinerja dari tiap-tiap komponen serta hubungannya dengan komponen lain, maka diperlukan suatu pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan setiap komponen dapat bekerja dengan baik sebelum diimplementasikan kedalam sistem. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu menyiapkan alat yang diperlukan sebagai penunjang pada saat dilakukan pengujian pada rangkaian. Adapun alat dan bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

No	Nama Alat/Bahan	Jumlah
1	Arduino Uno	1
2	Papan Breadboard	1

3	Sensor Pir	1
4	ESP32-CAM	1
6	Buzzer	1
7	Kabel Jumper	Kurang lebih 24
8	Kabel USB	1
9	Laptop	1

Tabel 4. 2 Perangkat keras yang diuji

4.2.1 Pengujian Sensor PIR

Pada Pengujian sensor PIR ini untuk mendeteksi Gerakan dan memicu pengambil foto.

- Konfigurasi dan Inisialisasi Pin

```
#define PIR 13
```

```
pinMode(PIR, INPUT);
```

Gambar 4. 6 Konfigurasi dan Inisialisasi Pin

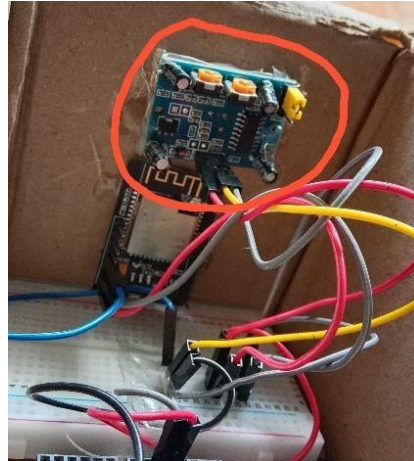
- Membaca Sensor PIR

```
bool pir_state = digitalRead(PIR);
if (pir_state) {
    sendPhoto = true;
}
```

Gambar 4. 7 Membaca Sensor PIR

Setelah program tersebut di unggah ke ESP32-CAM, bukan ke sensor PIR. Sensor PIR berfungsi dengan mengirimkan sinyal ke ESP32-CAM, yang kemudian diproses oleh kode yang telah diunggah ke ESP32-CAM. ESP32-CAM membaca data dari sensor PIR melalui pin GPIO 13 dan menjalankan logika yang telah diprogram berdasarkan pembacaan tersebut. Jadi, sensor PIR tidak diunggah ke tempat lain. Sensor PIR berfungsi sebagai perangkat keras yang terhubung ke

ESP32-CAM dan memberikan input sensor yang digunakan dalam pemrograman kode.



Gambar 4. 8 Hasil pemrograman sensor Pir

4.2.2 Pengujian Esp32-cam

Pengujian ini bertujuan untuk Mengambil gambar dan mengirimkannya melalui Telegram.

- Inisialisasi Kamera

```
void configInitCamera(){
    camera_config_t config;
    config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
    config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
    config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
    config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
    config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
    config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
    config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
    config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
    config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
    config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
    config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
    config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
    config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
    config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
    config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
    config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
    config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
    config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
    config.xclk_freq_hz = 20000000;
    config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
    config.grab_mode = CAMERA_GRAB_LATEST;
```

```

if(psramFound()){
  config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
  config.jpeg_quality = 10;
  config.fb_count = 1;
} else {
  config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
  config.jpeg_quality = 12;
  config.fb_count = 1;
}

esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
  Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
  delay(1000);
  ESP.restart();
}

```

Gambar 4. 9 program Inisialisasi ESP32-CAM •

Mengambil Foto:

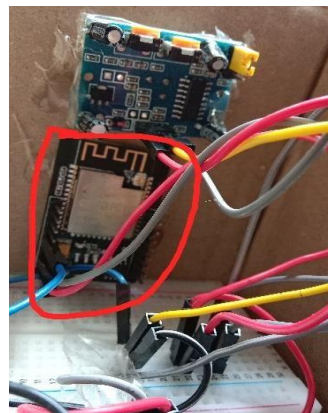
```

camera_fb_t* fb = NULL;
fb = esp_camera_fb_get();
if (!fb) {
  Serial.println("Camera capture failed");
  delay(1000); //
  ESP.restart();
  return "Camera capture failed";
}

```

Gambar 4. 10 Program mengambil foto

Setelah program tersebut diunggah pada ESP32-CAM dan dijalankan, Proses pengunggahan kode ke ESP32-CAM dilakukan menggunakan perangkat lunak pemrograman arduino IDE.



Gambar 4. 11 Hasil Program ESP32-CAM

4.2.3 Pengujian Buzzer

Pengujian buzzer ini bertujuan untuk Memberikan umpan balik visual dan menunjukkan status flash.

- Konfigurasi Pin :

```
#define FLASH_LED_PIN 4
pinMode(FLASH_LED_PIN, OUTPUT);
digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
```

Gambar 4. 12 Program Konfigurasi pin buzzer

- Mengontrol LED Flash

```
flashState = !flashState;
digitalWrite(FLASH_LED_PIN, flashState);
```

Gambar 4. 13 Program kontrol led flash Buzzer

Setelah program tersebut diunggah pada ESP32-CAM dan dijalankan, Proses pengunggahan kode ke ESP32-CAM dilakukan menggunakan perangkat lunak pemrograman arduino IDE. Buzzer berfungsi sebagai output fisik yang memberikan indikasi berbunyi sesuai dengan logika yang ditentukan dalam kode yang diunggah.



Gambar 4. 14 Hasil program buzzer

4.3 Pengujian Perangkat Lunak

Perangkat lunak atau *software* merupakan komponen nyata dari rancangan sistem ini. komponen utama dari perangkat lunak dalam sistem ini yaitu : Bot Telegram

4.3.1 Pengujian Bot Telegram

Pengujian pada bot telegram ini bertujuan untuk Mengirim dan menerima pesan serta foto melalui Telegram.

- Inisialisasi

```
String BOTtoken = "7346788207:AAGSPhwbOIBTuo06lVwqQynVRyflNrmoljc";
String CHAT_ID = "1912752233";

WifiClientSecure clientTCP;
UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, clientTCP);
```

Gambar 4. 15 Program Inisialisasi bot telegram

- Mengirim Foto

```
String sendPhotoTelegram() {
    const char* myDomain = "api.telegram.org";
    String getAll = "";
    String getBody = "";

    //Dispose first picture because of bad quality
    camera_fb_t* fb = NULL;
    fb = esp_camera_fb_get();
    esp_camera_fb_return(fb); // dispose the buffered image

    // Take a new photo
    fb = NULL;
    digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 1);
    fb = esp_camera_fb_get();
    digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
    if (!fb) {
        Serial.println("Camera capture failed");
        delay(1000); //
        ESP.restart();
        return "Pengambilan gambar gagal";
    }

    Serial.println("Connect to " + String(myDomain));

    if (clientTCP.connect(myDomain, 443)) {
        Serial.println("Connection successful");

        String head = "--RandomTutorial1rContent-Disposition: form-data; name='chat_id'; value=" + CHAT_ID +
            "\r\n--RandomTutorial1rContent-Disposition: form-data; name='photo'; filename='apld-can.jpg'; content-type: image/jpeg\r\n\r\n";
        String tail = "\r\n--RandomTutorial1r--\r\n";

        int len = strlen(head) + strlen(tail);
        int len1 = head.length() + tail.length();
        int len2 = len;

        clientTCP.println("POST /bot" + BOTtoken + "/sendPhoto HTTP/1.1");
        clientTCP.println("Host: " + String(myDomain));
        clientTCP.println("Content-length: " + String(len2));
        clientTCP.println("Content-type: multipart/form-data; boundary=RandomTutorial1r");
        clientTCP.println();
        clientTCP.println(head);
        clientTCP.println(tail);

        clientTCP.write(fb->buf, fb->len);
        int n = fb->len;
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            if (i % 1024 < 1024) {
                clientTCP.write(fb->buf, 1024);
                fb->buf += 1024;
            } else if (i % 1024 > 0) {
                int remainder = i % 1024;
                clientTCP.write(fb->buf, remainder);
            }
        }
    }
}
```

```

clientTCP.print(tail);

esp_camera_fb_return(fb);

int waitTime = 10000; // timeout 10 seconds
long startTimer = millis();
boolean state = false;

while ((startTimer + waitTime) > millis()) {
    Serial.print(".");
    delay(100); // perintah star awal
    while (clientTCP.available()) {
        char c = clientTCP.read();
        if (state == true) getBody += String(c);
        if (c == '\n') {
            if (getAll.length() == 0) state = true;
            getAll = "";
        } else if (c != '\r')
            getAll += String(c);
        startTimer = millis();
    }
    if (getBody.length() > 0) break;
}

clientTCP.stop();
Serial.println(getBody);
} else {
    getBody = "Connected to api.telegram.org failed.";
    Serial.println("Connected to api.telegram.org failed.");
}
return getBody;
}

```

Gambar 4. 16Program Inisialisasimengirm foto

- Menangani Pesan Masuk

```

void handleNewMessages(int numNewMessages) {
    Serial.print("Handle New Messages: ");
    Serial.println(numNewMessages);

    for (int i = 0; i < numNewMessages; i++) {
        String chat_id = String(bot.messages[i].chat_id);
        if (chat_id != CHAT_ID) {
            bot.sendMessage(chat_id, "Unauthorized user", "");
            continue;
        }

        // Print the received message
        String text = bot.messages[i].text;
        Serial.println(text);

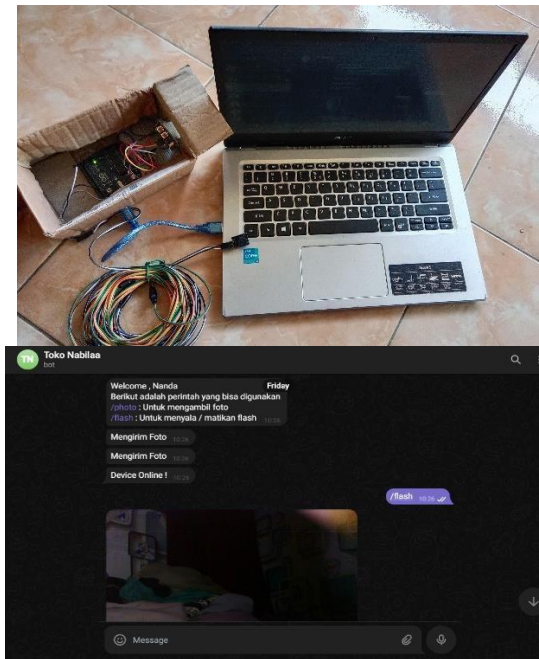
        String from_name = bot.messages[i].from_name;
        if (text == "/start") {
            String welcome = "Welcome , " + from_name + "\n";
            welcome += "Berikut adalah perintah yang bisa digunakan \n";
            welcome += "/photo : Untuk mengambil foto\n";
            welcome += "/flash : Untuk menyala / matikan flash \n";
            bot.sendMessage(CHAT_ID, welcome, "");
        } else if (text == "/photo") {
            sendPhoto = true;
            Serial.println("New photo request");
            bot.sendMessage(CHAT_ID, "Mengirim Foto");
            delay(1500);
        } else if (text == "/flash") {
            flashState = !flashState;
            digitalWrite(FLASH_LED_PIN, flashState);
            Serial.println("Change flash LED state");
        }
    }
}

```

Gambar 4. 17Program Menangani Pesan Masuk

4.4 Penguian Secara Keseluruhan

Pengujian dilakukan setelah semua komponen terpanang pada sistem dan perangkat lunak keseluruhan telah diunggah pada Arduino Dimulai dengan menyambungkan kabel USB ke laptop. Kemudian melakukan pengujian seperti sebelumnya Yaitu pertama siapkan arduino uno lalu sambungkan ke papan Breadboard, dari Breadboard sambungkan ke Sensor PIR, dari Sensor sambungkan ke buzzer dan ESP32-CAM, dari ESP32-CAM sambungkan ke Bot telegram untuk *output* foto.



Gambar 4. 18 Penguian Secara Keseluruhan

Dari hasil pengujian diatas maka dapat dinyatakan Sistem sensor PIR kedatangan pembeli berbasis Arduino telah bekerja dengan baik dan berhasil dijalankan sebagai pemanggil penjual secara otomatis bahkan menjadi sistem keamanan.

Dan program untuk menjalankan semua sistem sensor PIR kedatangan pembeli berbasis Arduino adalah sebagai berikut:

```

30 #define PWDN_GPIO_NUM 32
31 #define RESET_GPIO_NUM -1
32 #define XCLK_GPIO_NUM 0
33 #define SIOD_GPIO_NUM 26
34 #define SIOC_GPIO_NUM 27
35
36 #define Y9_GPIO_NUM 35
37 #define Y8_GPIO_NUM 34
38 #define Y7_GPIO_NUM 39
39 #define Y6_GPIO_NUM 36
40 #define Y5_GPIO_NUM 21
41 #define Y4_GPIO_NUM 19
42 #define Y3_GPIO_NUM 18
43 #define Y2_GPIO_NUM 5
44 #define VSYNC_GPIO_NUM 25
45 #define HREF_GPIO_NUM 23
46 #define PCLK_GPIO_NUM 22
47
48 TaskHandle_t Task0;
49
50 void setup() {
51     WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0);
52     Serial.begin(115200);
53     pinMode(FLASH_LED_PIN, OUTPUT);
54     pinMode(PIR, INPUT);
55     digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
56     configInitCamera();
57
58     WiFi.mode(WIFI_STA);
59     Serial.println();
60     Serial.print("Connecting to ");
61     Serial.println(ssid);
62     WiFi.begin(ssid, password);
63     clientTCP.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
64     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
65         Serial.print(".");
66         delay(500);
67     }
68     Serial.println();
69     Serial.print("ESP32-CAM IP Address: ");
70     Serial.println(WiFi.localIP());
71     digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 1);
72     delay(100);
73     digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
74     delay(100);
75     digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 1);
76     delay(100);
77     digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
78     bot.sendMessage(CHAT_ID, "Device Online!", "");
79     //buat tugas yang akan dieksekusi dalam fungsi Task
80     xTaskCreatePinnedToCore(
81         Task0Code, /* Task function. */
82         "Task0", /* name of task. */
83         10000, /* Stack size of task */
84         NULL, /* parameter of the task */
85         1, /* priority of the task */
86         Task0);

```

```

109 void loop() {
110     if ((millis() > lastTimeBotRan + botRequestDelay) && !sendPhoto) {
111         int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
112         while (numNewMessages) {
113             Serial.println("got response");
114             handleNewMessages(numNewMessages);
115             numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
116         }
117         lastTimeBotRan = millis();
118     }
119     delay(100);
120 }
121

```

```

86     1, /* priority of the task */
87     &Task0, /* Task handle to keep track of created task */
88     1); /* pin task to core 0 */
89     delay(500);
90 }
91
92 void Task0Code(void* pvParameters) {
93     while (1) {
94         bool pir_state = digitalRead(PIR);
95
96         if (pir_state) {
97             sendPhoto = true;
98         }
99
100         if (sendPhoto) {
101             Serial.println("Preparing photo");
102             sendPhotoTelegram();
103             sendPhoto = 0;
104         }
105         delay(100);
106     }
107 }

```

```

1 void handleNewMessages(int numNewMessages) {
2   Serial.print("Handle New Messages: ");
3   Serial.println(numNewMessages);
4
5   for (int i = 0; i < numNewMessages; i++) {
6     String chat_id = String(bot.messages[i].chat_id);
7     if (chat_id != CHAT_ID) {
8       bot.sendMessage(chat_id, "Unauthorized user", "");
9       continue;
10    }
11
12    // Print the received message
13    String text = bot.messages[i].text;
14    Serial.println(text);
15
16    String from_name = bot.messages[i].from_name;
17    if (text == "/start") {
18      String welcome = "Welcome , " + from_name + "\n";
19      welcome += "Berikut adalah perintah yang bisa digunakan \n";
20      welcome += "/photo : Untuk mengambil foto\n";
21      welcome += "/flash : Untuk menyalakan / mematikan flash \n";
22      bot.sendMessage(CHAT_ID, welcome, "");
23    } else if (text == "/photo") {
24      sendPhoto = true;
25      Serial.println("New photo request");
26      bot.sendMessage(CHAT_ID, "Mengirim Foto");
27      delay(1500);
28    } else if (text == "/flash") {

```

```

29      flashState = !flashState;
30      digitalWrite(FLASH_LED_PIN, flashState);
31      Serial.println("Change flash LED state");
32    }
33  }
34 }
35
36 String sendPhotoTelegram() {
37   const char* myDomain = "api.telegram.org";
38   String getAll = "";
39   String getBody = "";
40
41   //Dispose first picture because of bad quality
42   camera_fb_t* fb = NULL;
43   fb = esp_camera_fb_get();
44   esp_camera_fb_return(fb); // dispose the buffered image
45
46   // Take a new photo
47   fb = NULL;
48   digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 1);
49   fb = esp_camera_fb_get();
50   digitalWrite(FLASH_LED_PIN, 0);
51   if (!fb) {
52     Serial.println("Camera capture failed");
53     delay(1000); //
54     ESP.restart();
55     return "Pengambilan gambar gagal";
56   }

```

```

58   Serial.println("Connect to " + String(myDomain));
59
60   if (clientTCP.connect(myDomain, 443)) {
61     Serial.println("Connection successful");
62
63     String head = "--RandomTutorials\r\nContent-Disposition: form-data; name=\"chat_id\"; \r\n\r\n" + CHAT_ID +
64     "\r\n--RandomTutorials\r\nContent-Disposition: form-data; name=\"photo\"; filename=\"esp32-cam.jpg\"\r\nContent-Type: image/jpeg\r\n\r\n";
65     String tail = "\r\n--RandomTutorials--\r\n";
66
67     size_t imagen = fb->len;
68     size_t extralen = head.length() + tail.length();
69     size_t totalen = imagen + extralen;
70
71     clientTCP.println("POST /bot" + BOTtoken + "/sendPhoto HTTP/1.1");
72     clientTCP.println("Host: " + String(myDomain));
73     clientTCP.println("Content-length: " + String(totalen));
74     clientTCP.println("Content-Type: multipart/form-data; boundary=RandomTutorials");
75     clientTCP.println();
76     clientTCP.print(head);
77
78     uint8_t* fbBuf = fb->buf;
79     size_t fbLen = fb->len;
80     for (size_t n = 0; n < fbLen; n = n + 1024) {
81       if (n + 1024 < fbLen) {
82         clientTCP.write(fbBuf, 1024);
83         fbBuf += 1024;
84       }

```

```

85     } else if (fbLen % 1024 > 0) {
86         size_t remainder = fbLen % 1024;
87         clientTCP.write(fbBuf, remainder);
88     }
89 }
90
91 clientTCP.print(tail);
92
93 esp_camera_fb_return(fb);
94
95 int waitTime = 10000; // timeout 10 seconds
96 long startTimer = millis();
97 boolean state = false;
98
99 while ((startTimer + waitTime) > millis()) {
100     Serial.print(".");
101     delay(100); // perintah star awal
102     while (clientTCP.available()) {
103         char c = clientTCP.read();
104         if (state == true) getBody += String(c);
105         if (c == '\n') {
106             if (getBody.length() == 0) state = true;
107             getBody = "";
108         } else if (c != '\n') {
109             getBody += String(c);
110             startTimer = millis();
111         }
112     }

```

```

112     }
113     if (getBody.length() > 0) break;
114     clientTCP.stop();
115     Serial.println(getBody);
116 } else {
117     getBody = "Connected to api.telegram.org failed.";
118     Serial.println("Connected to api.telegram.org failed.");
119 }
120 return getBody;
121 }

```

```

1 void configInitCamera(){
2     camera_config_t config;
3     config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
4     config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
5     config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
6     config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
7     config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
8     config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
9     config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
10    config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
11    config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
12    config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
13    config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
14    config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
15    config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
16    config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
17    config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
18    config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
19    config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
20    config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
21    config.xclk_freq_hz = 20000000;
22    config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
23    config.grab_mode = CAMERA_GRAB_LATEST;
24
25    if(psramFound()){
26        config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
27        config.jpeg_quality = 10;
28        config.fb_count = 1;

```

```

28    config.fb_count = 1;
29    } else {
30        config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
31        config.jpeg_quality = 12;
32        config.fb_count = 1;
33    }
34
35    esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
36    if (err != ESP_OK) {
37        Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
38        delay(1000);
39        ESP.restart();
40    }
41 }

```

Gambar 4. 19Program keseluruhan

4.4 Implementasi Testing

Implementasi testing untuk sistem Keamanan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah yang sudah dirancang sebelumnya. Setiap tahap implementasi bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen sistem bekerja sesuai dengan fungsinya, serta mengidentifikasi potensi masalah dan area yang bisa dioptimalkan. Berikut adalah penjelasan implementasi testing secara jelas dan detail:

4.4.1 Persiapan Alat dan Lingkungan Pengujian

Sebelum melakukan testing, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menyiapkan alat dan lingkungan pengujian yang sesuai. Berikut persiapan yang dilakukan:

- **Perangkat Keras**
 1. Arduino UNO: Berfungsi sebagai pengontrol utama yang menghubungkan sensor PIR, ESP32-CAM, dan buzzer.
 2. Sensor PIR: Ditempatkan di posisi yang memungkinkan untuk mendeteksi gerakan secara efektif.
 3. ESP32-CAM: Diposisikan untuk menangkap gambar saat mendeteksi gerakan.
 4. Buzzer: Dipasang di lokasi yang bisa memberikan alarm suara saat ada deteksi gerakan.
 5. Koneksi Wi-Fi: Pastikan sistem memiliki akses Wi-Fi yang stabil karena pengiriman notifikasi ke Telegram membutuhkan konektivitas internet.
- **Lingkungan Pengujian**
 1. Lokasi pengujian disiapkan di beberapa tempat dengan kondisi pencahayaan berbeda (di dalam ruangan dengan cahaya redup, di

luar ruangan pada siang hari) untuk menguji sistem dalam berbagai kondisi.

2. Ukur dan tandai jarak di mana pengujian dilakukan untuk mengevaluasi sensitivitas sensor PIR, misalnya pada jarak 1 meter, 3 meter, dan 5 meter.

4.4.2 Pengujian Fungsionalitas Sensor PIR

Pada tahap ini, fokusnya adalah untuk menguji sensitivitas dan akurasi sensor PIR dalam mendeteksi gerakan. Berikut implementasi pengujiannya:

- Langkah Pengujian:
 1. Tempatkan sensor PIR di area yang sudah ditentukan.
 2. Minta seseorang untuk berjalan melewati sensor pada jarak yang berbeda (misalnya 1 meter, 3 meter, dan 5 meter) untuk melihat apakah sensor dapat mendeteksi gerakan tersebut.
- Hasil:
 1. sensor berhasil mendeteksi gerakan manusia dengan konsisten pada jarak yang telah ditentukan, sensor berfungsi dengan baik.
 2. sensor mendeteksi pada jarak yang berbeda 1meter – 5meter berhasil mendeteksi dengan jarak yang berbeda

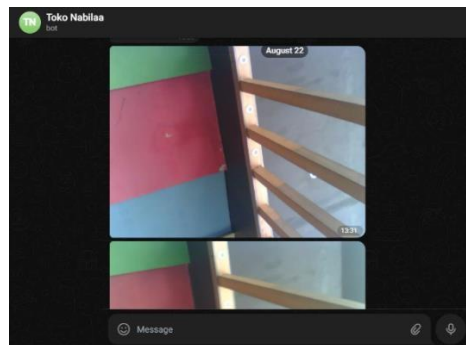
4.4.3 Pengujian Kinerja ESP32-CAM

Tahap ini menguji kemampuan ESP32-CAM untuk menangkap gambar setelah sensor PIR mendeteksi gerakan. Berikut langkah implementasinya:

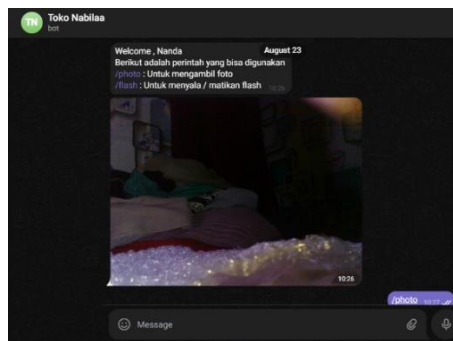
- Langkah Pengujian:
 1. Setelah sensor PIR mendeteksi gerakan, ESP32-CAM akan diaktifkan untuk mengambil gambar.

2. Lakukan uji pengambilan gambar di berbagai kondisi pencahayaan, seperti dalam ruangan dengan pencahayaan redup, di luar ruangan dengan sinar matahari terang, dan pada malam hari menggunakan sumber cahaya minimal.
 3. Pantau kualitas gambar yang dihasilkan dan catat apakah gambar yang diambil cukup jelas untuk mengidentifikasi objek yang bergerak.
 4. Uji kecepatan pengambilan gambar dari saat sensor PIR mendeteksi gerakan hingga kamera mengambil gambar.
- Evaluasi Hasil:

Gambar yang dihasilkan oleh ESP32-CAM cukup jelas dan berkualitas dalam berbagai kondisi cahaya.



Gambar 4. 20 Gambar Kinerja ESP32-CAM Cahaya Terang



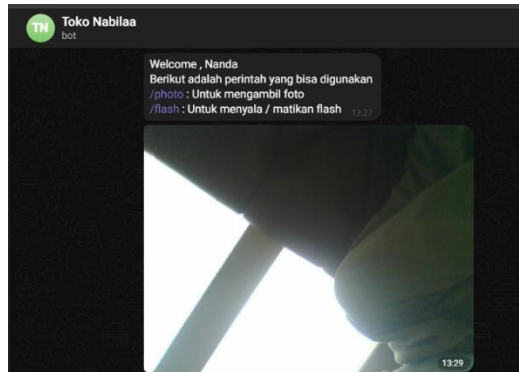
Gambar 4. 21 Gambar Kinerja ESP32-CAM Cahaya Gelap

4.4.4 Pengujian Pengiriman Notifikasi ke Telegram

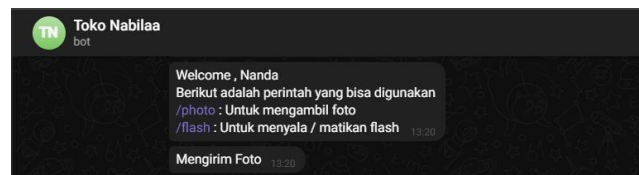
Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mengirimkan gambar ke bot Telegram setelah mendeteksi gerakan.

Berikut langkah implementasi pengujiannya:

- Langkah Pengujian:
 1. Setelah ESP32-CAM mengambil gambar, sistem akan mengirim gambar tersebut ke Telegram bot yang sudah terhubung dengan akun Telegram pengguna.
 2. Lakukan pengujian beberapa kali untuk melihat berapa lama waktu yang diperlukan dari saat gambar diambil hingga gambar tersebut muncul di aplikasi Telegram.
 3. Lakukan pengujian di beberapa lingkungan dengan kondisi sinyal Wi-Fi yang berbeda, misalnya di area dengan sinyal kuat dan area dengan sinyal lemah.
- Hasil:
 1. Waktu pengiriman gambar cepat dan konsisten, idealnya kurang dari 6 detik sejak gambar diambil.
 2. Ketika sinyal kuat gambar terkirim dengan cepat dan ketika sinyal lemah waktu pengiriman terlalu lama atau gambar tidak terkirim, koneksi internet terlalu lemah.
 3. Telegram bot dapat mengirim foto dengan ketika diarea dengan sinyal kuat dan gagal mengirim foto diarea dengan sinyal lemah.



Gambar 4. 22 Gambar diarea sinyal kuat



Gambar 4. 23 Gambar diarea sinyal lemah

4.4.5 Pengujian Buzzer

Langkah berikutnya adalah menguji apakah buzzer berbunyi setelah sensor PIR mendeteksi gerakan. Implementasi pengujian buzzer adalah sebagai berikut:

- Langkah Pengujian:
 1. Setelah sensor PIR mendeteksi gerakan, buzzer harus langsung berbunyi sebagai alarm.
 2. Uji volume suara buzzer dan pastikan bahwa suara yang dihasilkan cukup keras untuk didengar dari jarak yang jauh.
 3. Lakukan pengujian dalam berbagai kondisi, seperti dalam ruangan bising, untuk mengevaluasi apakah buzzer tetap dapat didengar dengan jelas.
- Hasil:
 1. Buzzer langsung berbunyi setelah sensor PIR mendeteksi gerakan, tanpa ada keterlambatan.

2. suara buzzer sudah cukup untuk didengar dari jarak jauh
3. suara buzzer cukup jelas ketika dalam ruangan bising.



Gambar 4. 24 gambar Pengujian Buzzer

4.4.6 Testing Secara Keseluruhan

Untuk testing secara keseluruhan keandalan sistem, Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan kinerja yang baik dalam beberapa aspek utama. Pertama, buzzer merespon langsung ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, tanpa adanya keterlambatan, dan suara yang dihasilkan cukup keras untuk didengar dari jarak jauh serta tetap jelas meski berada di ruangan yang bising. Kedua, pengiriman gambar oleh ESP32-CAM ke Telegram bot berjalan cepat dan konsisten, idealnya kurang dari 6 detik, selama sinyal internet kuat. Namun, ketika sinyal Wi-Fi lemah, pengiriman menjadi terlalu lama atau gagal. Lebih lanjut menunjukkan bahwa gambar yang dihasilkan ESP32-CAM cukup jelas dalam berbagai kondisi cahaya. Selanjutnya, sensor PIR terbukti konsisten mendeteksi gerakan manusia pada jarak 1 hingga 5 meter, menunjukkan kinerja yang baik pada berbagai jarak. Keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa sistem keamanan PIR dengan notifikasi Telegram berfungsi dengan baik, namun koneksi internet yang stabil sangat penting untuk performa optimal.



Gambar 4. 25 Testing Keseluruhan

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- 1) Pengimplementasi sistem sensor PIR untuk mendeteksi kedatangan pembeli berhasil dibuat dan dioperasikan menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali. Sistem ini diprogram dengan software IDE Arduino dan mampu memicu kamera ESP32-CAM untuk mengambil foto saat gerakan terdeteksi.
- 2) Foto yang diambil secara otomatis dikirimkan ke bot Telegram, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Ditambah dengan buzzer sebagai indikasi audio saat gerakan terdeteksi, sistem ini dirancang untuk memberikan solusi sederhana dan efektif dalam pengawasan dan keamanan yang dapat diakses melalui perangkat *mobile*, serta telah diuji dan terbukti berfungsi dengan baik. Foto yang diambil secara otomatis dikirimkan ke bot Telegram, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara *real-time*.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan pada penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Penggunaan sensor tambahan seperti sensor suhu atau sensor cahaya dapat membuat sistem lebih multifungsi, misalnya untuk deteksi perubahan lingkungan.
- 2) Disarankan untuk menambahkan fitur penyimpanan gambar ke dalam sistem, baik melalui media penyimpanan lokal ataupun cloud, untuk akses data yang lebih fleksibel.
- 3) Diharapkan agar alat tersebut bisa dipergunakan dengan baik oleh pengguna.
- 4) Peningkatan kualitas gambar dapat dicapai dengan menggunakan kamera beresolusi lebih tinggi, sehingga gambar yang dikirimkan lebih jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Q. (2021). Pengertian Metode Observasi . *Pengertian Metode Observasi dan Contohnya*, <https://www.gramedia.com/literasi/instrumen-penelitian/>.
- AcademY, I. (2020). Arduino IDE. *Fitur Utama Arduino IDE*, <https://medium.com/@indobotads/fitur-utama-arduino-ide-bff0e99ff830>.
- Academy, I. (2023). Sejarah Arduino. *Mengenal Apa itu Arduino?*, <https://indobot.co.id/mengenal-apa-itu-arduino/>.
- americanpiezo. (2019). BUZZER PIEZO. *BUZZER PIEZO*, <https://www.americanpiezo.com/standard-products/buzzers.html>.
- Arduino Indonesia, E. A. (2024). Shield Arduino. *Ulasan Shield Arduino: Bagaimana Memilih dan Menggunakannya*, <https://www.arduinoindonesia.id/2024/02/ulasan-shield-arduino-bagaimanamemilih-dan-menggunakannya.html>.
- arduino, d. (2020). Arduino Ethernet Rev3. *Arduino Ethernet Rev3*, <https://docs.arduino.cc/retired/boards/arduino-ethernet-rev3-with-poe/>.
- arduino, s. u. (2020). Arduino Uno Mini. *Arduino Uno Mini*, <https://storeusa.arduino.cc/products/uno-mini-le>.
- Aris, P. d. (2020). Arduino Uno. *Arduino UNO ATmega328P*, <https://www.arduinoindonesia.id/2022/08/pengertian-dan-penjelasan-arduinouno.html>.
- docs. (2021). Arduino Uno SMD. *UNO R3 SMD*, <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3-smd/#features>.
- E. A. (2022). Kabel Jumper. *Pengertian, Jenis dan Cara Kerja Kabel Jumper Arduino*, <https://www.arduinoindonesia.id/2022/11/pengertian-jenis-dan-cara-kerjakabel-jumper-arduino.html>.
- elprocus. (2019). Arduino UNO R3. *Arduino UNO R3, Diagram Pin, Spesifikasi dan Aplikasi*, <https://www.elprocus.com/what-is-arduino-uno-r3-pin-diagramspecification-and-applications/>.

- Faudin, A. (2017). breadboard. *Memahami dengan mudah apa itu breadboard atau project board*, <https://www.nyebarilmu.com/memahami-dengan-mudah-apaitu-breadboard-atau-project-board/#respond>.
- H. M. H. Al-Hajri, N. S. (2020). Arduino. *International Journal of Computer Applications*, 22-28.
- Haworth, D. (2018). Sejarah Aruino. *"Arduino: Panduan Lengkap untuk Proyek Elektronik Interaktif"*, <https://github.com/WA9ONY/Arduino>.
- Iotguider. (2018). Arduino UNO WiFi Rev2. *Dasar-dasar Perangkat Keras Arduino UNO WiFi Rev2*, <https://iot-guider.com/arduino/hardware-basics-of-arduinouno-wifi-rev2/>.
- Kjell. (2020). Pengertian Fritzing. *Fritzing*, <https://fritzing.org/learning/get-started>.
- Kshetri, N. (2010). Tantangan Pengawasan dan Keamanan pada Usaha Kecil. *The Journal of Internet Banking and Commerce*, 1-14.
- Kumar, A. &. (2019). Sistem Pengawasan Menggunakan ESP32-CAM dan Bot Telegram. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 123-129.
- Medan, B. U. (2020). Arduino Uno. *Apa Itu Arduino Uno?*, <https://bakai.uma.ac.id/2021/02/26/apa-itu-arduino-uno/>.
- Misel. (2020). Sistem Pendeteksi. *Sensor: Penjelasan, Cara Kerja, Jenis, dan Penerapannya*, <https://misel.co.id/sensor-penjelasan-cara-kerja-jenis-danpenerapannya/>.
- MuhammadRadya. (2024). Kelebihan Arduino. *Mengenal Apa Itu Arduino? Jenisjenis Arduino*, <https://blog.indobot.co.id/mengenal-apa-itu-arduino-jenis-jenisarduino/>.
- nami. (2020). Sensor PIR. *Apa itu Sensor Gerak PIR (Inframerah Pasif)?*, <https://nami.ai/blog/pir-sensors-passive-infrared-sensors/>.
- nuonline. (2022). Al-Jatsiyah · Ayat 13. *Al-Jatsiyah · Ayat 13*, <https://quran.nu.or.id/aljatsiyah/13>.
- Prastyo, E. A. (2020). Arduino IDE. *Pengertian dan Penjelasan Lengkap tentang Thonny IDE*, <https://www.arduinoindonesia.id/2024/03/pengertian-danpenjelasan-lengkap-tentang-thonny-ide.html>.
- Prastyo, E. A. (2020). Arduino Mega. *Review Arduino Mega 2560: Fitur dan Kinerja*, <https://www.arduinoindonesia.id/2024/06/review-arduino-mega-2560-fiturdan-kinerja.html>.
- Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M. S. (2021). Wawancara. *Metode Pengumpulan Data Penelitian Kualitatif*, <https://uin-malang.ac.id/r/110601/metode-pengumpulandata-penelitian-kualitatif.html>.

- R, F. (2021). Teknik Pengumpulan Data dalam Rancangan Penelitian. *Teknik Pengumpulan Data dalam Rancangan Penelitian*, <https://www.gramedia.com/literasi/teknik-pengumpulan-data/>.
- radya, M. (2019). Kelebihan Arduino. *Mengenal Apa Itu Arduino? Jenis-jenis Arduino*, <https://blog.indobot.co.id/mengenal-apa-itu-arduino-jenis-jenis-arduino/>.
- Radya, M. (2019). Software Arduino. *Belajar Pemrograman Arduino: Fungsi Void Setup() dan Void Loop()*, <https://blog.indobot.co.id/belajar-pemrogramanarduino-fungsi-void-setup-dan-voidloop/#:~:text=Setiap%20program%20Arduino%20terdiri%20dari,berulang%20kali%20selama%20program%20berjalan>.
- Rayen, L. (2018). Bahasa C/C++. *Apa alasan Arduino memilih menggunakan C ketimbang Python?*, <https://www.quora.com/What-are-the-reasons-why-Arduino-chose-to-use-C-instead-of-Python>.
- Rifky, I. (2021). ESP32-CAM. *MIKROKONTROLER ESP32*, <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-2/>.
- roghib.muh. (2018). Buzzer. *Program Buzzer*, <https://mikrokontroler.mipa.ugm.ac.id/2018/10/02/program-buzzer/>.
- Salmaa. (2023). Studi Literatur. *Studi Literatur: Pengertian, Ciri, Teknik Pengumpulan Datanya*, <https://penerbitdeepublish.com/studi-literatur/>.
- Sasmoko, D. (2009). Arduino Due. *Arduino dan Sensor*, 15-16.
- taufik.firmanto. (2015). Pandangan Agama Islam Terhadap Perkembangan Teknologi. *Islam dan Teknologi*, <https://www.kompasiana.com/taufik.firmanto/5500429da333117f7251062b/islam-dan-teknologi>.
- telegram. (2014). Apa itu Telegram? *Telegram*, <https://telegram.org/faq#q-perangkat-yang-mana-yang-dapat-saya-gunakan>.
- thinger.io. (2020). IDE. *Arduino IDE*, <https://docs.thinger.io/sdk-setup/arduino-ide>.
- Wikipedia. (2013). Arduino Uno. *ArduinoUno*, https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno.
- Wikipedia. (2018). Pengertian Lucidchart. *Lucidchart*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Lucidchart>.
- Winarso, B. (2016). Sejarah Telegram. *Sejarah dan Fitur-fitur Andalan Aplikasi Telegram*, <https://hybrid.co.id/post/apa-itu-telegram/>.