

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian oleh [6] merancang sebuah *prototype* sistem keamanan kandang ayam boiler yang menggunakan beberapa komponen. Dalam penelitian ini menggunakan Arduino Uno, ESP32-CAM, sensor PIR, *buzzer*, MQTT *broker* dan *firebase cloud*. *Prototype* penelitian tersebut berhasil mengaktifkan sensor PIR yang mendeteksi gerakan dari jarak 1 hingga 7 meter. ESP32-CAM yang berhasil mengambil gambar dari jarak 1 hingga 7 meter dan kemudian mengunggahnya ke dalam *firebase*, lalu berhasil mengaktifkan *buzzer*. Hasil dari penelitian ini peternak akan menerima notifikasi di Android.

Ditahun yang penelitian oleh [7] melakukan penelitian tentang pengembangan perancangan sistem keamanan pintu rumah berbasis IoT yang dapat memantau keadaan di depan pintu rumah dari jarak jauh. Sistem ini dapat diaplikasikan dengan baik untuk memantau keadaan di depan pintu rumah secara *realtime* melalui aplikasi *Blynk* yang dapat memberikan akses untuk membuka dan mengunci pintu dari jarak jauh. Perancangan yang telah dibuat ESP32CAM dapat menangkap gambar dan memantau keadaan sekitar depan pintu dalam bentuk *video streaming* dengan jeda waktu 3 detik. Dan hasil pengujian dari *selenoid door lock* berhasil membuka dan mengunci pintu dalam waktu kurang dari 5 detik hingga jarak terjauh yaitu 30 meter.

Pada penelitian lain [8] merancang alat pendeteksi pelaku kejahatan dengan menggunakan pengujian dari berbagai jenis sensor PIR *Motion* untuk mendapatkan data jarak jangkauan maksimal yang dapat diraih oleh masing-masing sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PIR *Motion* seri HC-SR501 memiliki jarak pembacaan terjauh yaitu sebesar 4,2 meter. Berdasarkan hasil tersebut, desain rangkaian alat penangkap gambar menggunakan sensor PIR Motion HC-SR501. Komponen lain yang digunakan pada penelitian ini yaitu baterai sebagai sumber tegangan yang dapat diisi ulang. Dan penambahan LED Inframerah untuk memberikan pencahayaan pada ruang gelap. Hasil dari

penelitian ini, alat penangkap gambar mampu bekerja di ruang gelap dan memiliki sumber tegangan sendiri dari baterai yang dapat diisi ulang.

Pada penelitian [9] sistem mengimplementasikan dengan beberapa sensor sebagai *detector* yaitu sensor *Magnetic Switch*, sensor Getar SW420 dan sensor PIR. Sensor-sensor ini akan mengirimkan sinyal ke Arduino Uno jika mendeteksi adanya gangguan. Sistem akan mengeluarkan suara *alarm* dari *buzzer* dan akan mengirimkan pesan ke *Telegram*. Hasil pengujian pada sistem ini dilakukan sebanyak 10 hari menghasilkan nilai akurasi sebesar 97,037% dengan rentang jarak koneksi *WiFi* hingga 20 meter.

Penelitian [10] membahas mengenai sistem pemantauan keamanan rumah menggunakan sensor PIR dan kamera berbasis mikrokontroler ESP32-CAM serta *Internet of Things*. Sensor PIR mampu mendeteksi gerakan objek hingga jarak 6 meter. Kemudian kamera akan mengambil gambar dan merekam video untuk memverifikasi keberadaan objek. Mikrokontroler ESP32-CAM yang dilengkapi modul *WiFi* berfungsi untuk menghubungkan sistem dengan smartphone melalui aplikasi *Telegram*. Hasil deteksi berupa foto dan video dapat dikirimkan kepada pengguna secara *realtime*.

Hasil penelitian [11] mampu mendeteksi gerakan objek yang ada di dalam perangkat dengan baik. Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, sinyal *output* akan berupa logika tinggi sebesar 5V. Kemudian Mikrokontroler ESP32-Cam akan mengambil gambar dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi *Telegram* secara *realtime* ke pengguna.

Pada penelitian [12] ini menggunakan metode penelitian *Research and Development (R&D)* melalui tahapan pengembangan desain sistem keamanan ruangan laboratorium komputer dengan sensor PIR, MQ-7, SW-420 dan RFID berbasis *SMS Gateway*. Pada sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino dengan RFID sebagai kontrol akses masuk ruangan dan kunci *solenoid* sebagai pengunci pintu. Sensor PIR dan sensor getar digunakan untuk mendeteksi keberadaan pencuri serta sensor asap untuk mendeteksi terjadinya kebakaran di ruangan. Apabila terdeteksi adanya pencuri maka sistem akan mengaktifkan *buzzer* dan lampu yang langsung dikirim ke pos penjaga menggunakan teknologi

nirkabel. Selain itu sistem ini juga dapat memberitahukan status keadaan ruangan melalui SMS.

Penelitian [13], penelitian ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, sensor magnet untuk mendeteksi keadaan pintu terbuka atau tertutup, Mikrokontroler Arduino UNO, SIM 800L sebagai pengirim notifikasi SMS, dan *buzzer* sebagai *alarm*. Hasil dari penelitian ini sensor magnet dan sensor PIR mampu mendeteksi keadaan pintu dan gerakan di ruangan. Jarak deteksi efektif sensor PIR adalah hingga 4,9 meter. Apabila terjadi pergerakan atau pintu terbuka, *buzzer* akan berbunyi dan SIM 800L akan mengirim SMS notifikasi ke pemilik ruangan [13].

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Kajian Pustaka

Judul, Penulis (Tahun)	Alat Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
Rancang Bangun Sistem Monitoring Keamanan Kandang Ayam Blioler Menggunakan ESP32-CAM Berbasis IOT Dengan Aplikasi Android Fira Aryunita, dkk (2024)	<ul style="list-style-type: none"> - ESP32CAM - Sensor PIR - <i>Buzzer</i> - Arduino IDE - <i>Android</i> - <i>Firebase</i> - Ayam Bloiler 	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian berhasil mendeteksi gerakan dari jarak 1-7 meter menggunakan sensor PIR. - ESP32-CAM berhasil mengambil gambar dari jarak 1-7 meter kemudian mengunggahnya ke dalam <i>firebase</i>. - Sistem alat berhasil mengaktifkan <i>buzzer</i> 	Persamaan : <ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR - ESP32CAM Perbedaan : <ul style="list-style-type: none"> - Komunikasi <i>Telegram</i>
Penerapan <i>Internet of Things</i> Menggunakan Sensor PIR dan Kamera Pada Pintu Rumah Fithriah Musadat, dkk (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR - NodeMCU ESP32CAM - <i>Relay</i> - <i>Solenoid Door Lock</i> - <i>Blynk</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - ESP32CAM dapat menangkap gambar dan memantau keadaan depan pintu dalam bentuk video <i>streaming</i> dengan jeda waktu selama 3 detik. - <i>Solenoid door lock</i> berhasil membuka dan mengunci pintu dalam waktu kurang dari 5 detik hingga jarak terjauh yaitu 30 meter. 	Persamaan : <ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR - ESP32CAM Perbedaan : <ul style="list-style-type: none"> - Komunikasi <i>Telegram</i> - Mikrokontroler ESP32CAM
Perancangan Alat Perangkap	<ul style="list-style-type: none"> - NodeMCU - ESP32-Cam 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR <i>Motion</i> seri HC-SR501 	Persamaan :

Judul, Penulis (Tahun)	Alat Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis NodeMCU ESP32CAM. Ichwan Purwata, dkk (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR HC SR501 - LED Infrared - Baterai - Saklar - Port USB - PCB 	<p>memiliki jarak pembacaan terjauh yaitu sebesar 4,2 meter.</p> <ul style="list-style-type: none"> - LED Inframerah mampu bekerja di ruang gelap dan memiliki sumber tegangan sendiri dari baterai yang dapat diisi ulang. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR <p>Perbedaan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensor <i>Hall Effect</i> - Mikrokontroler ESP32CAM
Perancangan Dan Pembangunan Sistem Keamanan Pada Kandang Sapi Berbasis Arduino Dengan Notifikasi Suara Dan Pesan <i>Telegram</i> . Dyah Ariyanti, dkk (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Arduino UNO - NodeMCU 8266 - <i>Relay</i> - <i>Buzzer</i> - Sensor PIR - Sensor <i>Magnetic Switch</i> - Sensor Getar - <i>Telegram</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Beberapa jenis sensor berhasil mendeteksi adanya gangguan dan mengeluarkan suara <i>alarm</i> dari <i>buzzer</i>. - <i>Sistem</i> berhasil mengirimkan pesan ke <i>Telegram</i>. - Pengujian pada sistem dilakukan sebanyak 10 hari dan menghasilkan nilai akurasi sebesar 97,037% dengan rentang jarak koneksi <i>WiFi</i> hingga 20 meter. 	<p>Persamaan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR - ESP32CAM - <i>Telegram</i> <p>Perbedaan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mikrokontroler ESP32CAM - Sensor <i>Hall Effect</i>
Perancangan Sistem Pemantau Keamanan Rumah Dengan Sensor PIR dan Kamera Berbasis Mikrokontroler dan <i>Internet of Things</i> (IoT) Redo Dwi Putra, dkk (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptor 5V/3A - ESP32CAM - Sensor PIR - Modul Kamera OV2640 - <i>Telegram</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR mampu mendeteksi gerakan objek hingga jarak 6 meter. - Kamera berhasil mengambil gambar dan merekam video keberadaan objek. - Sistem berhasil mengirimkan notifikasi melalui <i>Telegram</i> secara <i>realtime</i>. 	<p>Persamaan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR - ESP32CAM - <i>Telegram</i> <p>Perbedaan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensor <i>Hall Effect</i>
Alat Penangkap dan Kamera Pengawas Dengan Menggunakan ESP32CAM Sebagai Sistem	<ul style="list-style-type: none"> - ESP32CAM - Sensor PIR - Peternakan Ayam - Baterai dan BMS - <i>Telegram</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, sinyal <i>output</i> akan berupa logika tinggi sebesar 5V. - Mikrokontroler ESP32CAM berhasil 	<p>Persamaan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR - ESP32CAM - <i>Telegram</i> <p>Perbedaan :</p>

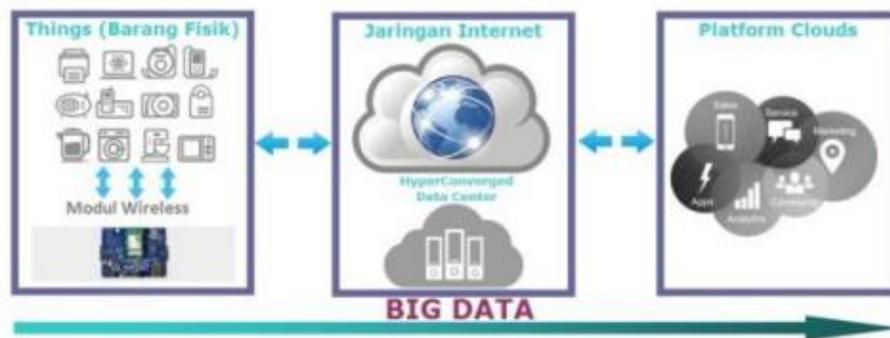
Judul, Penulis (Tahun)	Alat Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
Keamanan Kandang Ayam Arinda Rifaini, dkk (2021)		mengambil gambar dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi <i>Telegram</i> secara <i>realtime</i> ke pengguna.	- Sensor <i>Hall Effect</i>
Sistem Keamanan Ruang Laboratorium Komputer Menggunakan Sensor OIR, MQ-7, SW420 dan RFID Berbasis SMS Dwi Setiawan, dkk (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR - RFID - Arduino - SMS Gateway - Modul SIM 800L - Modul Frekuensi 433 MHz - <i>Solenoid</i> - Sensor Getar SW-240 - Sensor Asap MQ-7 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem berhasil menggunakan RFID sebagai akses masuk ruangan. - Sistem RFID berhasil mengakses <i>solenoid</i> sebagai pengunci pintu. - Penggunaan sensor PIR, sensor gerak dan sensor asap berhasil memberikan <i>output</i> dan mengaktifkan <i>buzzer</i>. - Sistem juga berhasil memberitahukan status keadaan ruangan dengan mengirimkan SMS ke nomor yang telah didaftarkan. 	Persamaan : <ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR Perbedaan : <ul style="list-style-type: none"> - Sensor <i>Hall Effect</i> - Komunikasi <i>Telegram</i>
Sistem Keamanan Pada Ruang Pribadi Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway Rahmad Genaldo, dkk (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Arduino UNO - Sensor PIR - <i>Buzzer</i> - Sensor Magnet - SIM 800L (GSM/GPRS) - Modul LM2596 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor magnet dan sensor PIR mampu mendeteksi keadaan pintu dan gerakan di ruangan. - Jarak deteksi efektif sensor PIR adalah hingga 4,9 meter. - <i>Buzzer</i> akan berbunyi apabila terjadi pergerakan atau pintu terbuka - Sistem SIM 800L berhasil mengirim SMS notifikasi ke pemilik ruangan. 	Persamaan : <ul style="list-style-type: none"> - Sensor PIR - ESP32CAM - <i>Telegram</i> Perbedaan : <ul style="list-style-type: none"> - Sensor <i>Hall Effect</i> - Mikrokontroler ESP32CAM - Komunikasi <i>Telegram</i>

2.2 DASAR TEORI

Pada dasar teori ini akan membahas semua aspek yang mendasari penelitian dengan tujuan untuk meningkatkan teori yang relevan dengan topik penelitian.

2.2.1 *Internet of Things* (IOT)

Konsep "*Internet of Things*", dikenal sebagai "*Internet of Things*", mengacu pada konsep di mana benda-benda yang ada di dunia nyata dapat berinteraksi satu sama lain melalui sistem terpadu yang menggunakan jaringan internet sebagai media untuk menghubungkannya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan manfaat dari jaringan internet yang terkoneksi secara penuh. Ini dapat terhubung pada perangkat, mesin, dan benda fisik lainnya dengan menggunakan sensor, aktuator, dan jaringan, yang memungkinkan mesin untuk bekerja sama dan bertindak sesuai dengan data yang diperoleh. *Internet of Things* pada dasarnya terdiri dari berbagai sensor yang mengumpulkan data, jaringan internet yang berfungsi sebagai penghubung, dan *server* yang mengumpulkan hasil data dari sensor untuk digunakan untuk menganalisis dan berinteraksi dengan peralatan komputasi cerdas lainnya [14].



Gambar 2.1 Arsitektur IoT [15]

Gambar 2.1 menunjukkan arsitektur beserta cara kerja dari *Internet of Things* dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana setiap perintah argumennya menghasilkan sebuah interaksi antar sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Sebuah jaringan internet yang menjadi penghubung antara kedua interaksi mesin tersebut, sedangkan manusia hanya sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. *Smart building, smart home,*

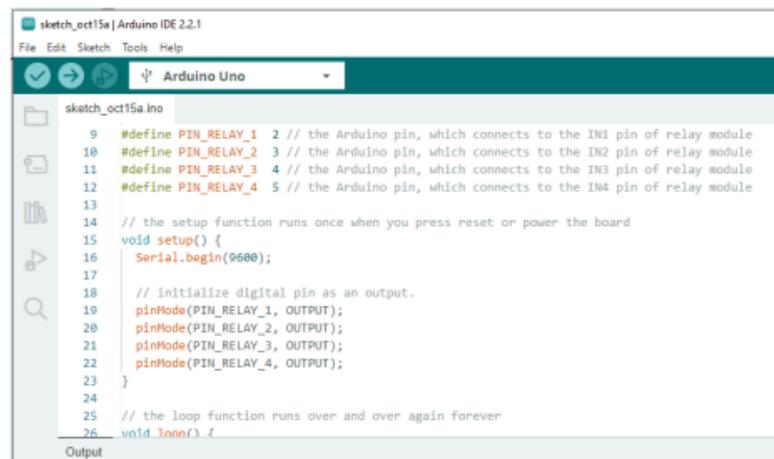
smart vehicle, *smart farming*, dan *smart industry* merupakan beberapa dari banyak aplikasi *Internet of Things* yang telah dibuat dan juga diimplementasikan [16].

1. *Things* : Merupakan objek yang dilengkapi dengan sensor yang mengumpulkan data yang akan ditransfer melalui jaringan dan aktuator yang memungkinkan sesuatu untuk bertindak.
2. *Gateways* : Sarana yang menyediakan konektivitas antara hal-hal dan bagian dari *cloud* dari Solusi IoT, memungkinkan *preprocessing* dan pemfilteran data sebelum memindahkannya ke *cloud* (untuk mengurangi volume data untuk pemrosesan dan penyimpanan terperinci) dan mentransmisikan perintah control dari *cloud* ke berbagai hal. Hal-hal tersebut menjalankan perintah menggunakan aktuatornya.
3. *Cloud Gateway* : Memfasilitasi kompresi data dan transmisi data yang aman antara gateway bidang dan *server cloud* IoT. Ini juga memastikan kompatibilitas dengan berbagai protokol dan berkomunikasi dengan *gateway* lapangan menggunakan protokol yang berbeda tergantung pada protokol apa yang didukung oleh *gateway*.
4. *Streaming Data Processor* : Berfungsi untuk memastikan transisi input data yang efektif ke danau data dan aplikasi kontrol. Tidak ada data yang sesekali dapat hilang atau rusak.
5. *Data Lake* : Merupakan sebuah wadah yang digunakan untuk menyimpan data yang dihasilkan oleh perangkat yang terhubung dalam format alami. Data besar datang dalam “kumpulan” atau “aliran”. Ketika data diperlukan untuk wawasan yang bermakna, data itu diekstraksi dari danau data dan dimuat ke gudang data besar.
6. *Big Data Warehouse* : Merupakan data yang difilter dan diproses yang diperlukan untuk wawasan yang berarti diekstraksi dari danau data ke gudang data besar. Gudang data besar hanya berisi data yang dibersihkan, terstruktur, dan cocok (dibandingkan dengan danau data yang berisi semua jenis data yang dihasilkan oleh sensor) [15].

2.2.2 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integraed Development Environment*) merupakan perangkat lunak yang sangat penting untuk pemograman, kompilasi biner, dan unduhan

memori mikrokontroler. Arduino telah menjadi *platform* yang populer bagi banyak profesional karena memiliki banyak modul pendukung seperti sensor, monitor, dan pembaca [17]. Arduino merupakan *platform* yang bersifat *open source*. Selain berfungsi sebagai alat pengembangan, Arduino juga merupakan gabungan *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integraed Development Environment* (IDE). Arduino banyak digunakan oleh profesional dan akademisi untuk membuat alat-alat dan proyek [18].



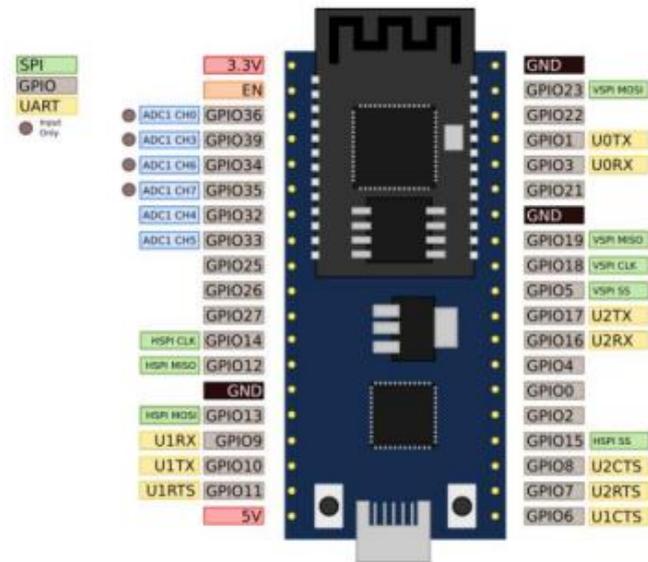
```
sketch_oct15a | Arduino IDE 2.2.1
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Uno
sketch_oct15a.ino
9 #define PIN_RELAY_1 2 // the Arduino pin, which connects to the IN1 pin of relay module
10 #define PIN_RELAY_2 3 // the Arduino pin, which connects to the IN2 pin of relay module
11 #define PIN_RELAY_3 4 // the Arduino pin, which connects to the IN3 pin of relay module
12 #define PIN_RELAY_4 5 // the Arduino pin, which connects to the IN4 pin of relay module
13
14 // the setup function runs once when you press reset or power the board
15 void setup() {
16   Serial.begin(9600);
17
18   // initialize digital pin as an output.
19   pinMode(PIN_RELAY_1, OUTPUT);
20   pinMode(PIN_RELAY_2, OUTPUT);
21   pinMode(PIN_RELAY_3, OUTPUT);
22   pinMode(PIN_RELAY_4, OUTPUT);
23 }
24
25 // the loop function runs over and over again forever
26 void loop() {
Output
```

Gambar 2.2 Contoh *Sketch* Program Arduino IDE [19]

Gambar 2.2 merupakan contoh *sketches* dari suatu program. *Sketches* adalah nama program yang digunakan Arduino. Perangkat lunak Arduino (IDE) bernama *Sketches* adalah editor teks yang digunakan dalam bahasa C untuk menulis program yang akan dimuat ke dalam mikrokontroler. Program-program ini ditulis menggunakan editor teks dan disimpan dengan ekstensi *file* .ino. Editor teks juga memiliki kemampuan untuk menampilkan komentar kesalahan program [19].

2.2.3 ESP32CAM

Mikrokontroler ESP32 adalah papan pengembangan yang menggabungkan *Wifi* dengan *Bluetooth* yang dilengkapi dengan kamera. ESP32CAM menyediakan fitur yang dapat digunakan oleh siapa saja karena bersifat *open source*. ESP32CAM dapat digunakan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dengan memanfaatkan *library* atau fitur yang sudah tersedia [20].



Gambar 2.3 ESP32CAM [21]

Gambar 2.3 ESP32CAM membutuhkan tegangan catu daya 5V yang stabil dan memiliki antenna *onboard* di dalamnya. Juga memiliki berbagai antarmuka dan pin GPIO yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai perangkat, termasuk *Wifi* dan *Bluetooth*. ESP32CAM mampu melakukan *streaming* video, pengambilan foto dan video secara langsung melalui koneksi *Wifi*. ESP32CAM juga dapat digunakan sebagai sistem keamanan, pengenalan wajah, atau pengawas satwa liar dengan deteksi gerakan [6].

Tabel 2.2 Datasheet ESP32CAM

Nama Alat	Spesifikasi
ESP32CAM	- SPI Flash : default 32Mbit
	- RAM : built-in 520 KB+external 4MPSRAM
	- Dimension: 27*40.5*4.5 (± 0.2) mm/1.06*1.59*0.18''
	- Bluetooth: Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE standards
	- Wi-Fi : 802.11b/g/n/e/i
	- Support Interface: UART, SPI, I2C, PWM
	- Support TF card: maximum support 4G
	- IO port: 9
	- Serial Port Baud-rate : Default 115200 bps
	- Image Output Format: JPEG(OV2640 support only), BMP, GRAYSCALE
	- Spectrum Range: 2412 ~2484MHz
	- Antenna: onboard PCB antenna, gain 2dBi
	- Transmit Power : 802.11b: 17 \pm 2 dBm (@11Mbps); 802.11g: 14 \pm 2 dBm (@54Mbps); 802.11n: 13 \pm 2 dBm (@MCS7)
- Receiving Sensitivity : CCK, 1 Mbps : -90dBm; CCK, 11 Mbps: -	

Nama Alat	Spesifikasi
	85dBm; 6 Mbps (1/2 BPSK): -88dBm; 54 Mbps (3/4 64-QAM): -70dBm; MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps): -67dBm
	- Power consumption : Turn off the flash: 180mA@5V Turn on the flash and adjust the brightness to the maximum: 310mA@5V Deep-sleep : the lowest power consumption can reach 6mA@5V Modern-sleep: up to 20mA@5V Light-sleep: up to 6.7mA@5V
	- Security : WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
	- Power supply range: 5V
	- Operating temperature: -20 °C ~ 85 °C
	- Storage environment: -40 °C ~ 90 °C, < 90%RH
	- Weight : 10g

Menurut spesifikasi yang tercantum pada tabel 2.2, ESP32CAM adalah pilihan yang baik untuk digunakan pada alat peraga *interfae* mikrokontroler. Karena ESP32CAM memiliki *interface* yang lengkap dan memiliki *wifi* yang sudah tertanam didalamnya. Sehingga cocok digunakan pada alat peraga *Internet of Things*.

1. UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*)

Merupakan sebuah perangkat di dalam mikrokontroler yang digunakan untuk melakukan komunikasi data serial. Perangkat keras UART dibagi dalam tiga bagian atau blok besar yaitu *transmitter*, *receiver* dan *clock (clock generator)*. Blok *transmitter* melakukan pengiriman data melalui pin TX. Sedangkan bagian *receiver* melakukan penerimaan data melalui pin RX. Pada blok *clock generator* berhubungan dengan *setting* kecepatan transfer data (*Baud Rate*).

2. SPI (*Serial Peripheral Interface*)

Motorola menciptakan standar komunikasi sinkron data serial (SPI) yang bekerja dalam mode *full duplex*. SPI adalah *port input/output* sinkron data serial (I/O) dengan kecepatan tinggi yang memungkinkan untuk pengaturan lebar data yang akan digeser masuk atau keluar dari perangkat serta pengaturan kecepatan transfer data. MOSI, MISO, SCK dan SS adalah empat jalur sinyal yang tersedia di *port SPI*.

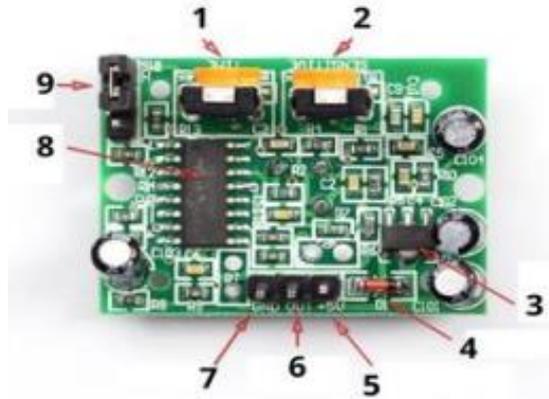
- 1) MOSI (*Master Out Slave In*) : Yaitu pin ketika piranti dikonfigurasi sebagai *master*, maka pin MOSI sebagai *output*, tetapi jika piranti sebagai *slave*, pin MOSI sebagai input.

- 2) MISO (*Master In Slave Out*) : Yaitu pin ketika piranti dikonfigurasi sebagai *master*, maka pin MOSI sebagai input, tetapi jika piranti sebagai *slave*, pin MOSI sebagai *output*.
 - 3) SCK (*Serial Clock*) : Merupakan pin ketika piranti dikonfigurasi sebagai *master*, maka pin SCK sebagai *output* atau pembangkit *clock*. Tetapi jika piranti sebagai *slave* maka pin sebagai penerima *clock* dari periferil *master*.
 - 4) SS (*Slave Select*) : Adalah pin yang berguna untuk mengkonfigurasi piranti mikrokontroler, berfungsi sebagai *master* atau *slave*. Jika pin SS berlogik *high* maka piranti tersebut dikonfigurasi sebagai *master*, begitu pun sebaliknya.
3. I2C (*Inter-Integrated Circuit*)

I2C adalah protokol *interface* semi konduktor dengan konsep dasar komunikasi dua arah antar IC menggunakan dua kabel. Protokol ini memungkinkan desain sistem untuk saling terkoneksi hingga 128 piranti yang berlainan hanya dengan dua jalur dua arah. Satu untuk *serial clock* (SCL) dan satu lagi untuk serial data (SDA). Setiap piranti yang terhubung dalam I2C memiliki alamat yang unik. Alamat unik untuk setiap piranti yang terhubung dalam I2C dapat diakses oleh perangkat keras melalui protokol *master* atau *slave*. Piranti *slave* memiliki alamat dan piranti master dapat memilih *slave* yang akan menerima atau mentransmit data [21].

2.2.4 Sensor PIR (Passive Infra Red)

Sensor PIR (*Passive infrared*) adalah alat yang dapat mengindra atau menangkap suhu tubuh manusia secara fisik dan mengubahnya menjadi sinyal Listrik [12]. Sensor PIR pada dasarnya terdiri dari sensor piroelektrik yang dapat mendeteksi tingkat radiasi inframerah. Dengan kemampuan mendeteksi gerakan, sensor PIR digunakan untuk mengetahui apakah orang atau objek telah bergerak atau keluar dari jangkauan mereka [13]. Seperti namanya "*Passive infrared*" sensor bersifat pasif hanya menerima dan tidak memancarkan sinar infra merah. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi keberadaan tubuh manusia [22].

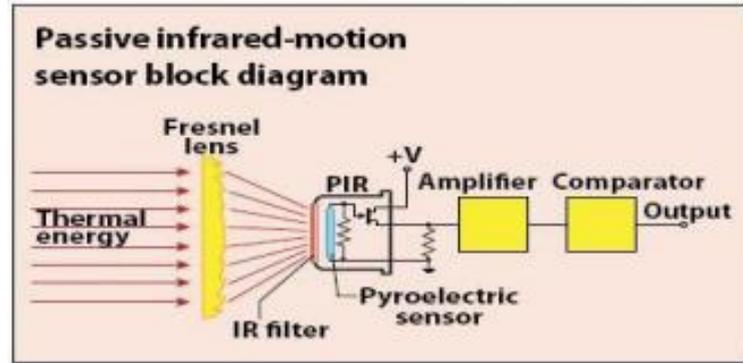


Gambar 2.4 Sensor PIR [22]

Pada gambar 2.4 merupakan bagian-bagian dari sensor PIR, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pengatur Waktu Jeda : Digunakan untuk mengatur lama pulsa *high* setelah mendeteksi terjadi gerakan dan gerakan telah berakhir
2. Pengatur Sensitivitas : Untuk mengatur Tingkat sensitivitas sensor PIR. Digunakan juga untuk kalibrasi pada sensor PIR dengan mengatur posisi *potentiometer* pada posisi *Minimal* atau *Maximal*.
3. Regulator 3VDC : Penstabil tegangan menjadi 3V DC.
4. Dioda Pengaman : Mengamankan sensor jika terjadi salah pengkabelan VCC dengan GND.
5. DC Power : Input tegangan dengan *range* 3-12 VDC (Direkomendasikan menggunakan input 5V DC).
6. Output Digital : Output digital sensor.
7. Ground : Hubungkan dengan *ground* (GND)
8. BISS001 : IC sensor PIR
9. Pengatur *Jumper* : Mangatur *output* dari pin digital.

Sensor PIR biasanya dirancang untuk mendeteksi manusia. Sensor PIR hanya dapat mendeteksi pancaran infra merah dengan panjang gelombang 8-14 mikrometer. Sedangkan suhu badan manusia dapat menghasilkan pancaran infra merah dengan panjang gelombang 9-10 mikrometer. Standar nilai suhu tubuh manusia yang dapat dideteksi oleh sensor PIR yaitu 9,4 mikrometer [23]. Sensor PIR ini terdiri dari bagian-bagian yang memiliki fungsinya masing-masing yaitu *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric Sensor*, *Amplifier*, dan Komparator [24].



Gambar 2.5 Bagian-bagian Sensor PIR [24]

Pada gambar 2.5 merupakan bagian utama dari sensor PIR, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Fresnel Lens* : Digunakan untuk memfokuskan sinar infra merah dan membuat intensitas cahaya yang relatif konstan diseluruh lebar berkas cahaya.
2. *IR Filter* : Mampu menyaring panjang gelombang sinar *infrared* pasif antara 8 - 14 mikrometer. Panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia berkisar antara 9 - 10 mikrometer. Sehingga Sensor PIR dapat bereaksi pada tubuh manusia.
3. *Pyroelectric Sensor* : Tubuh manusia memiliki suhu rata-rata 32°C. Pancaran *infrared* tersebut yang kemudian ditangkap oleh *Pyroelectric Sensor*.
4. *Amplifier* : Berfungsi sebagai komponen yang menguatkan arus listrik yang masuk pada komponen *Pyroelectric Sensor* karena menghasilkan arus yang masih terlalu kecil.
5. Komparator : Setelah dikuatkan oleh *amplifier* komparator berfungsi untuk membandingkan arus listrik sensor PIR dengan kondisi sekitar [24].

Sensor PIR terbuat dari bahan kristal yang menghasilkan muatan listrik muatan listrik apabila terkena radiasi inframerah. Sensor PIR dilengkapi filter khusus yang disebut lensa *Fresnel* yang berfungsi memfokuskan sinyal inframerah ke elemen. Membutuhkan waktu “pemanasan“ agar berfungsi dengan baik biasanya membutuhkan waktu sekitar 10-60 detik. Cara kerja dari sensor PIR dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah sejenis pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu diatas 0 mutlak [25].

Tubuh manusia akan menghasilkan pancaran sinar inframerah pasif dengan panjang gelombang yang bervariasi sehingga menghasilkan panas yang berbeda-beda. Tubuh manusia biasanya memiliki suhu yang khas yang terdapat pada lingkungan kurang lebih sebesar 32°C. Sensor *pyroelectric*, yang merupakan komponen utama dari sensor PIR ini, kemudian menangkap pancaran sinar inframerah sehingga menyebabkan sensor *pyroelectric* yang terdiri dari *galium nitride*, *caesium nitrat* dan *litium tantalate* ini menghasilkan arus listrik. Panas yang dihasilkan ini akan dideteksi sensor *Pyroelectric* dan diubah dalam bentuk arus yang berbeda-beda. Arus listrik inilah yang akan menimbulkan tegangan dan dibaca secara analog oleh sensor. Arus yang dihasilkan diteruskan menuju ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk dilanjutkan ke mikrokontroler. Kemudian sinyal akan dikuatkan oleh penguat dan dibandingkan oleh komparator dengan tegangan referensi tertentu yang menghasilkan keluaran berupa sinyal 1 bit. Mikrokontroler memproses sinyal dari ADC kemudian menentukan tindakan yang harus dilakukan [24]. Tabel 2.3 menjelaskan mengenai *datasheet* dari sensor PIR.

Tabel 2.3 Datasheet Sensor PIR

Nama Alat	Spesifikasi
Sensor PIR	- <i>VCC : Input Voltage is +5V for typical applications. Can range from 3.4V-12V</i>
	- <i>High/Low Output (Dout) : Digital pulse high (3.3V) when triggered (motion detected) digital low(0V) when idle(no motion detected)</i>
	- <i>Ground : Connected to ground of circuit</i>
	- <i>Wide range on input voltage varying from 4.V to 12V (+5V recommended)</i>
	- <i>Output voltage is High/Low (3.3V TTL)</i>
	- <i>Can distinguish between object movement and human movement</i>
	- <i>Has to operating modes - Repeatabe(H) and Non-Repeatabe(H)</i>
	- <i>Cover distance of about 120° and 7 meters</i>
	- <i>Low power consumption of 65mA</i>
	- <i>Operating temperature from -20° to +80° Celsius</i>

2.2.5 Sensor Hall Effect

Sensor *Hall Effect* adalah sensor yang diaktifkan oleh pengaruh medan magnet eksternal. Sinyal masukan (input) yang berasal dari sensor *Hall Effect* merupakan densitas medan magnet yang berada di sensor tersebut, ketika densitas

medan magnet tersebut melebihi ambang batas yang sudah ditentukan maka sensor tersebut akan mendeteksi serta menghasilkan tegangan keluaran (*output*) yang biasa disebut Tegangan *Hall*. Sensor *Hall Effect* adalah jenis transduser yang memiliki kemampuan untuk mengubah besaran medan magnet suatu objek menjadi besaran listrik atau tegangan [26].



Gambar 2.6 Sensor *Hall Effect* [26]

Gambar 2.6 sensor *Hall Effect* terdiri dari lapisan silikon dengan dua elektroda pada masing-masing sisi. Ketika medan magnet mempengaruhi sensor, arus yang mengalir akan bergerak mendekati atau menjauh dari sisi yang dipengaruhi oleh medan magnet. Hal tersebut menghasilkan perbedaan potensial di antara kedua elektroda sensor yang sebanding dengan kuat medan magnet yang diterima oleh sensor [27].

Efek Hall menunjukkan bahwa ketika sebuah konduktor atau semikonduktor yang membawa arus listrik ditempatkan tegak lurus di dalam medan magnet, maka suatu tegangan (Tegangan *Hall*) akan dibangkitkan tegak lurus dengan medan magnet dan arus tersebut. Hal ini terjadi karena muatan, seperti elektron yang membawa arus mengalami gaya magnetik (Gaya Lorentz). Akibatnya, elektron bergerak ke satu sisi bahan konduktor atau semikonduktor. Pergerakan elektron yang melalui bahan semikonduktor tersebut dipengaruhi oleh adanya medan magnet eksternal pada sudut atau posisi yang benar [28].

Dalam pengaplikasiannya sensor *Hall Effect* sering digunakan untuk mendeteksi posisi, kecepatan atau pergerakan arah. *Output* sensor *Hall Effect* terdiri dari linear (analog) atau digital. Sensor linear (analog) menghasilkan *output* tegangan kontinu yang meningkat dengan medan magnet yang kuat dan berkurang dengan medan magnet yang lemah. Sedangkan *output* sensor digital ketika fluks

magnet yang melewati sensor *Hall* melebihi nilai yang ditentukan sebelumnya, output akan beralih dengan cepat antara kondisi "*OFF*" ke kondisi "*ON*" tanpa pantulan apa pun [29]. Tabel 2.4 menjelaskan *datasheet* dari sensor *Hall Effect*.

Tabel 2.4 Datasheet Sensor Hall Effect

Nama Alat	Spesifikasi
Sensor Hall Effect	Features :
	- <i>Miniature construction</i>
	- <i>Low-Noise output</i>
	- <i>4.5V to 6V operation</i>
	- <i>Magnetically optimized package</i>
	- <i>Linear output for circuit design flexibility</i>
	- <i>Temperature range of -40°C to 80°C</i>
	Typical Applications :
	- <i>Motor control</i>
	- <i>Magnetic code reading</i>
	- <i>Ferrous metal detector</i>
	- <i>Current sensing</i>
	- <i>Position sensing</i>
- <i>Magnetic code reading</i>	

2.2.6 Quality of Service (QoS)

Salah satu parameter yang menyatakan kualitas pengiriman paket data dalam suatu jaringan disebut *Quality of Service* (QoS). Bertujuan sebagai metode penilaian yang berkaitan dengan kualitas suatu jaringan. QoS digunakan untuk menilai suatu kumpulan atribut kinerja yang sudah dispesifikasikan dan terkait dengan suatu layanan. *Throughput*, *Packet Loss* dan *Delay* adalah beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur QoS [30].

2.2.7 Throughput

Throughput adalah kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (*bit per second*). *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Nilai *throughput* dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan rumus persamaan (2.1) [31]. Tabel 2.5 merupakan nilai indeks dari *Throughput*.

$$Throughput = \frac{Jumlah\ Bytes}{Waktu\ pengiriman\ (Time\ span)} \times 8 \quad (2.1)$$

Tabel 2.5 Indeks Throughput

Kategori	Throughput	Indeks
Sangat Baik	>2.1 Mbps	4
Baik	1200 kbps – 2.1 Mbps	3
Cukup	700 – 1200 kbps	2
Kurang Baik	338 – 700 kbps	1
Buruk	0 – 338 kbps	0

2.2.8 Packet Loss

Packet loss adalah parameter yang menggambarkan suatu kegagalan transmisi jumlah total paket data untuk sampai ke tujuan. Hal ini dapat terjadi karena beberapa alasan, seperti penurunan signal dalam media jaringan, melebihi batas saturasi jaringan, paket yang rusak yang menolak untuk transit, atau kesalahan *hardware* jaringan. Selain itu sering terjadi akibat tabrakan (*collision*) dan kepadatan lalu lintas (*congestion*) dalam jaringan. Nilai *packet loss* dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan rumus persamaan (2.2) [30]. Tabel 2.6 merupakan nilai indeks dari *Packet Loss*.

$$Packet\ Loss(\%) = \left(\frac{Jumlah\ paket\ dikirim - Jumlah\ pake\ diterima}{Jumlah\ paket\ dikirim} \right) \times 100 \quad (2.2)$$

Tabel 2.6 Standar Packet Loss Berdasarkan ITU-T

Kategori	Packet Loss (%)
Sangat Bagus	0
Bagus	5
Sedang	15
Tidak Bagus	25

2.2.9 Delay

Delay adalah parameter QoS yang menunjukkan berapa lama total waktu yang dibutuhkan oleh data agar paket sampai dari sumber ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jarak, hambatan media fisik, waktu pemrosesan yang lama dan kepadatan lalu lintas (*congestion*). Secara matematis untuk menghitung nilai rata-rata *delay* dapat ditentukan dengan persamaan (2.3) [30]. Tabel 2.7 merupakan nilai indeks dari *Delay*.

$$Rata - rata\ Delay = \frac{Total\ Delay}{Jumlah\ Paket\ Diterima - 1} \quad (2.3)$$

Tabel 2.7 Standar Delay Berdasarkan ITU-T

Kategori	Packet Loss
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 – 300 ms
Sedang	300 – 450 ms