

**KLASIFIKASI DATA TIME SERIES POLA PERGERAKAN
MANUSIA DI DEPAN RUMAH MENGGUNAKAN SENSOR
PASSIVE INFRARED DAN CAMERA OV2640 DENGAN METODE
SVM**

Tugas Akhir
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1 Program studi Teknik Informatika



Oleh :
RELANTI SALEHA
F1D 015 069

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
Juni 2020**

TUGAS AKHIR

**KLASIFIKASI DATA TIME SERIES POLA PERGERAKAN MANUSIA DI
DEPAN RUMAH MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED DAN
CAMERA OV2640 DENGAN METODE SVM**

Oleh
RELANTI SALEHA
F1D 015 069

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama



Dr.Eng. I Gede Putu Wirarama Wedashwara Wirawan, S.T.,M.T. Tanggal: 4 Juni 2020
NIP: 19840919 201803 1 001

2. Pembimbing Pendamping



Ariyan Zubaidi, S.Kom., M.T.
NIP: 19860913 201504 1 001

Tanggal: 4 Juni 2020

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Prof. Dr. Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, S.T., M.T.
NIP: 19731130 200003 1 001

TUGAS AKHIR

**KLASIFIKASI DATA TIME SERIES POLA PERGERAKAN MANUSIA DI
DEPAN RUMAH MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED DAN
CAMERA OV2640 DENGAN METODE SVM**

Oleh

RELANTI SALEHA

F1D 015 069

Telah diajukan di depan tim Penguji

Pada tanggal 27 Mei 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1

Jurusan/Program Studi Teknik Informatika

Susunan Tim Penguji

1. Penguji 1



Andy Hidayat Jatmika, S.T., M.Kom.

NIP: 19831209 201212 1 001

Tanggal: 3 Juni 2020

2. Penguji 2



Ahmad Zafrullah Mardiansyah, S.T., M.Eng.

NIP: -

Tanggal: 3 Juni 2020

3. Penguji 3



Fitri Bimantoro, S.T., M.Kom.

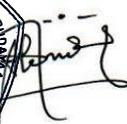
NIP: 19860622 201504 1 002

Tanggal: 3 Juni 2020

Mataram, 5 Juni 2020

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Mataram



Akmaluddin, S.T., M.Sc.(Eng.), Ph.D

NIP: 19681231 199412 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Mataram, Juni 2020

Relanti Saleha

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala berkat, bimbingan, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Klasifikasi Data *Time Series* Pola Pergerakan Manusia Di Depan Rumah Menggunakan Sensor *Passive Infrared* Dan *Camera OV2640* Dengan Metode SVM”.

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah membangun suatu sistem yang dapat digunakan dengan mudah oleh masyarakat untuk melakukan monitoring klasifikasi pola pergerakan manusia di depan rumah secara otomatis.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini tentunya tidak luput dari kekurangan, baik aspek kualitas maupun aspek kuantitas dari materi penelitian yang disajikan. Semua ini didasarkan dari keterbatasan yang dimiliki penulis. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun untuk kemajuan teknologi di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga tidaklah terlampau berlebihan, bila penulis berharap agar karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Mataram, Juni 2020

Relanti Saleha

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua Orang Tua tercinta Khaeril Anwar, S.H., M.H. dan Nurhayati, A.Md.PD yang telah membesarkan, memberikan pendidikan, dukungan serta doa yang selalu terucapkan dari kecil hingga sekarang.
2. Keluarga yang selama ini telah memberikan doa dan dukungannya dalam menjalani perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. I Gede Putu Wirarama Wedashwara W., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ariyan Zubaidi, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Andy Hidayat Jatmika, S.T., M.Kom., Bapak Ahmad Zafrullah Mardiansyah, S.T., M.Eng. dan Bapak Fitri Bimantoro, S.T., M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Mahasiswa Teknik Informatika Angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan dan semangat.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
PRAKATA.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Rencana Pelaksanaan.....	13
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem.....	15
3.3 Konfigurasi Perangkat Keras.....	16
3.4 Pengujian Perangkat Keras.....	18
3.5 Observasi Data Simulasi.....	19
3.6 Perancangan Perangkat Lunak.....	19
3.7 Implementasi Sistem.....	23
3.8 Pengujian dan Evaluasi Sistem.....	23
3.9 Dokumentasi.....	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Realisasi Sistem.....	25
4.1.1 Realisasi Penyusunan Perangkat Keras.....	25
4.1.2 Realisasi Pembangunan <i>Database</i>	27
4.1.3 Realisasi Pembangunan <i>Web</i>	28
4.1.4 Realisasi Pembangunan <i>Interface</i> Sistem.....	29
4.1.5 Realisasi Pembangunan Program Pada Mikrokontroler.....	31
4.1.6 Realisasi Pembangunan Komunikasi Protokol MQTT pada Sistem.....	36
4.1.7 Realisasi Pembangunan Metode SVM.....	38
4.2 Pengujian dan Evaluasi Sistem.....	40
4.2.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras.....	40
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Web</i> Sistem Monitoring.....	44
4.2.3 Hasil Pengujian Metode SVM.....	47
4.2.4 Hasil Pengujian Sistem.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ESP32-CAM.....	10
Gambar 2. 2 Sensor passive infrared[13].....	11
Gambar 3. 1 Rencana pelaksanaan.....	13
Gambar 3. 2 Perencanaan arsitektur sistem.....	17
Gambar 3. 3 Rangkaian elektronika sistem.....	18
Gambar 3. 4 Rancangan use case diagram.....	19
Gambar 3. 5 Rancangan entity relationship diagram.....	20
Gambar 3. 6 Rancangan interface halaman login.....	20
Gambar 3. 7 Rancangan interface halaman dashboard.....	21
Gambar 3. 8 Rancangan interface halaman data pengguna.....	21
Gambar 3. 9 Rancangan interface halaman rumah.....	22
Gambar 3. 10 Rancangan interface halaman rumah detail.....	22
Gambar 3. 11 Perancangan arsitektur MQTT sistem.....	23
Gambar 4. 1 Realisasi perangkat keras.....	25
Gambar 4. 2 Realisasi tampilan perangkat keras.....	26
Gambar 4. 3 Realisasi database.....	27
Gambar 4. 4 Realisasi web.....	28
Gambar 4. 5 Realisasi interface halaman login.....	29
Gambar 4. 6 Realisasi interface halaman dashboard.....	29
Gambar 4. 7 Realisasi interface halaman data pengguna.....	30
Gambar 4. 8 Realisasi interface halaman rumah.....	30
Gambar 4. 9 Pengujian sensor PIR.....	41
Gambar 4. 10 Hasil <i>camera</i> pagi hari.....	43
Gambar 4. 11 Hasil <i>camera</i> siang hari.....	43
Gambar 4. 12 Hasil <i>camera</i> sore hari.....	44
Gambar 4. 13 Hasil <i>camera</i> malam hari.....	44
Gambar 4. 14 Hasil pengujian metode SVM.....	47
Gambar 4. 15 Grafik data pengujian tanggal 9 Mei 2020.....	48
Gambar 4. 16 Hasil klasifikasi metode.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32-CAM.....	10
Tabel 3. 1 Perencanaan biaya.....	16
Tabel 4. 1 Hasil sensor PIR.....	41
Tabel 4. 2 Hasil pengujian camera.....	42
Tabel 4. 3 Hasil pengujian fungsi login.....	45
Tabel 4. 4 Hasil pengujian fungsi ubah data pemilik.....	45
Tabel 4. 5 Hasil pengujian fungsi menampilkan grafik.....	46
Tabel 4. 6 Hasil pengujian fungsi menampilkan hasil metode.....	46

ABSTRAK

Keamanan merupakan salah satu aspek yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat saat ini. Seiring meningkatnya tindak kejahatan kriminalitas yang bisa terjadi di lingkungan rumah, maka perlu adanya sistem yang dapat memantau keadaan rumah dengan menerapkan algoritma yang mampu mendeteksi dan melakukan proses pengelompokan pola pergerakan manusia. Sistem yang dapat memantau keadaan rumah dari mana saja dengan menggunakan data internet sebagai koneksi jaringannya dan sistem *Internet of Things*. Protokol MQTT digunakan sebagai komunikasi data antara perangkat IoT dan sistem berbasis web. Sistem akan mengklasifikasi model pergerakan hasil sensor dengan metode *Support Vector Machine* dalam bahasa pemrograman *python scikit-learn*. Metode klasifikasi digunakan dalam mengkategorikan keadaan rumah normal atau tidak. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan di depan rumah telah berhasil mendapatkan data pergerakan manusia secara otomatis dan diperoleh akurasi pengujian metode SVM sebesar 90%.

Kata Kunci: Keamanan Rumah, *Passive Infrared*, ESP32-CAM, *Camera*, SVM, *Internet of Things*, MQTT, *Time Series*.

ABSTRACT

Security is one aspect that is needed by society today. Along with the increase in crime that can occur in the home environment, it is necessary to have a system that can monitor the state of the house by applying an algorithm that is able to detect and carry out the process of grouping patterns of human movement. System that can monitor the state of the house from anywhere using internet data as a network connection and the Internet of Things system. The MQTT protocol is used as data communication between IoT devices and web-based systems. The system will classify the model of motion detection sensor results with the Support Vector Machine method in the python scikit-learn programming language. The classification method is used in categorizing the state of a normal house or not. Based on research, the time series data classification system of movement patterns in front of the house has succeeded in getting human movement data automatically and obtained an accuracy of 90% SVM testing method.

Key words: *Home Security, Passive Infrared, ESP32-CAM, Camera, SVM, Internet of Things, MQTT, Time Series.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tingkat kriminalitas di Indonesia seperti pencurian dan perampokan di rumah sangat tinggi. Tercatat pada tahun 2015 hingga 2016 angka kejahatan terhadap hak milik dengan menggunakan kekerasan meningkat dari 11.856 menjadi 12.095 kasus. Sedangkan pada kasus kejahatan terhadap hak milik tanpa menggunakan kekerasan berada pada angka 120.026 yang sebelumnya pada tahun 2015 berada pada angka 114.013 kasus[1].

Keamanan merupakan salah satu aspek yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat saat ini. Dikarenakan semakin meningkatnya kasus kejahatan membuat berbagai pihak melakukan berbagai cara dalam meningkatkan keamanan dari berbagai sisi untuk kenyamanan pemilik rumah. Meskipun di beberapa lingkungan perumahan sudah memiliki petugas keamanan, namun keterbatasan manusia dapat menjadi celah bagi pelaku. Tersebar nya CCTV di beberapa rumah untuk meningkatkan keamanan nyatanya masih kurang efektif. CCTV komersil tidak memungkinkan dilakukan pengolahan data yang lebih rinci dan tidak adanya akses ke data histori deteksi gerak untuk diolah. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan suatu teknologi informasi yang dapat diakses dengan mudah oleh pemilik rumah dalam memantau keadaan rumahnya. Upaya dalam pemantauan keadaan pergerakan di depan rumah dengan menerapkan sistem yang mampu mendeteksi dan melakukan proses pengelompokan pola pergerakan manusia. Pengelompokan atau pengklasifikasian dibutuhkan untuk menilai kondisi pergerakan tiap rumah di setiap titik waktu. Dengan begitu dapat diketahui apakah kondisi pola pergerakan manusia di depan rumah tersebut normal atau tidak.

Teknologi informasi saat ini tidak terlepas dari berkembangnya teknologi komunikasi internet. Internet saat ini merupakan bagian pokok yang selalu ada di setiap masyarakat sebagai alat informasi. Metode pengambilan data dengan menggunakan sensor dan memanfaatkan teknologi komunikasi jarak jauh yang selalu terhubung dengan internet merupakan salah satu implementasi dari teknologi *Internet of Things* (IoT). Dimana dengan teknologi ini mampu membantu mempermudah untuk mendapatkan data kondisi rumah.

Sistem klasifikasi pola pergerakan manusia dapat mempermudah pemilik rumah dalam memonitoring keadaan rumah untuk mengetahui pola keramaian dan penelusuran

investigasi pasca ada kejadian tak terduga. Pendeteksian keberadaan manusia digunakan sensor *Passive Infrared* (PIR). Untuk lebih meningkatkan efektivitas serta fungsi dari sistem, maka di aplikasikan metode SVM. Penggunaan metode SVM pada penelitian ini dikarenakan memiliki kelebihan dapat mengatasi suatu *sequential time series* data yang memiliki atribut yang panjang[2].

Support Vector Machine (SVM) merupakan metode dalam *machine learning* dan *data mining* sering digunakan untuk mengolah data dalam jumlah besar[3]. Data pergerakan tiap waktu yang panjang dan banyak dipilih sebagai data yang dapat berkontribusi untuk membentuk model yang digunakan dalam klasifikasi. Data yang terpilih ini dinamakan *Support Vector*[4]. Jenis metode ini yang digunakan untuk mengklasifikasikan data-data berupa perolehan nilai dari beberapa parameter pergerakan manusia tiap waktu.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan maka dibuat penelitian yang berjudul “*Klasifikasi Data Time Series Pola Pergerakan Manusia Di Depan Rumah Menggunakan Sensor Passive Infrared Dan Camera OV2640 Dengan Metode SVM*”. Pergerakan aktivitas yang mencurigakan di waktu-waktu tertentu di depan rumah dapat dipantau sehingga pemilik rumah dapat memonitoring pergerakan manusia di waktu-waktu riskan. Sistem ini mampu menjadi peringatan terhadap kondisi pergerakan manusia di depan rumah dan memicu kesadaran pemilik rumah untuk dapat berhati-hati. Data pergerakan aktivitas manusia tersebut juga dapat dijadikan sebagai suatu acuan dalam data forensik untuk antisipasi kedepannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan menghubungkan rangkaian elektronika perangkat sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan di depan rumah menggunakan ESP32-CAM dan sensor PIR?
2. Bagaimana merancang dan membuat *web* sistem yang dapat mengklasifikasi data *time series* pola pergerakan di depan rumah?
3. Bagaimana implementasi metode SVM pada klasifikasi data aktivitas pergerakan manusia ke dalam sebuah kategori data *sequential* berdasarkan periode jam dalam 1 hari?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, terdapat beberapa batasan masalah antara lain sebagai berikut:

1. Perangkat yang dibuat difokuskan untuk mendeteksi pergerakan manusia di depan rumah.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32-CAM yang telah dilengkapi *camera OV2640*.
3. Sensor yang digunakan adalah *Passive Infrared*.
4. Data pergerakan dibagi dalam beberapa kelompok waktu (pagi, siang, sore, malam).
5. Sistem monitoring yang dibuat berbasis *web*.
6. Metode pengklasifikasian yang digunakan yaitu SVM (*Support Vector Machine*).
7. Menggunakan LibSVM pada *library Python* yaitu *library Scikit Learn* sebagai *tool machine learning*.
8. Menggunakan protokol MQTT dengan *platform mosquitto* untuk komunikasi data antara perangkat dan *web* sistem monitoring.
9. Perangkat dibuat untuk skala rumah tangga.
10. Pada perangkat ini tidak digunakan sebagai alat pendeteksi maling, tapi dapat dijadikan data forensik untuk antisipasi kedepannya sebagai suatu acuan dalam meramalkan perubahan apa yang akan terjadi selanjutnya apakah dalam keadaan normal atau tidak.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang rangkaian elektronika perangkat Sistem Klasifikasi Data *Time Series* Pola Pergerakan di depan Rumah Menggunakan Sensor *Passive Infrared* dengan Metode SVM.
2. Merancang *web* Sistem Klasifikasi Data *Time Series* Pola Pergerakan di depan Rumah Menggunakan Sensor *Passive Infrared* dengan Metode SVM.
3. Mengklasifikasi data aktivitas pergerakan manusia ke dalam sebuah kategori tertentu menggunakan metode SVM.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan dapat mempermudah dalam mengklasifikasikan pergerakan manusia untuk mengetahui pola pergerakan di depan rumah.
2. Sistem yang dibangun diharapkan dapat membantu dalam mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan terjadi seperti pencurian.
3. Sistem yang dibangun diharapkan dapat membantu dalam memberikan data aktivitas pergerakan manusia secara akurat dan *realtime* kepada penggunanya.
4. Menjadi data forensik pola aktivitas pergerakan keramaian pasca kejadian tidak terduga.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, maka sistematika penulisan yang disusun dalam tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab sebagai berikut :

- Bab I. Pendahuluan
Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- Bab II. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori
Bab ini memuat tentang tinjauan pustaka yang menjabarkan hasil penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini dan landasan teori yang menjabarkan teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian ini.
- Bab III. Metodologi Penelitian
Memuat tentang metode yang digunakan dalam perancangan dan penelitian, mulai dari pelaksanaan penelitian, diagram alir penelitian, menentukan alat dan bahan, lokasi penelitian, dan langkah-langkah penelitian.
- Bab IV. Hasil dan Pembahasan
Memuat tentang hasil dan pembahasan yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan serta membahas tentang metodologi yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan perangkat lunak.
- Bab V. Penutup
Memuat tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan yang telah diperoleh.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian tentang alat pengaman rumah berbasis SMS *gateway* terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno dan sensor PIR. Pada sistem ini, sensor akan mendeteksi apabila ada manusia yang terdeteksi, kemudian mengirimkan pesan pemberitahuan kepada pemilik rumah/*security* melalui SMS *gateway*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa sistem pengiriman status keadaan rumah dengan pesan singkat (SMS) kepada pemilik rumah telah bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pengujian sensor PIR untuk mendeteksi gerak manusia dengan jarak maksimal antara sensor PIR dan objek $\pm 5,3$ meter, dapat bekerja dengan baik, dan dengan tingkat keberhasilan 75%[5].

Persamaan penelitian rancang bangun alat pengaman rumah menggunakan sensor PIR berbasis SMS *gateway* dengan penelitian yang dilakukan terletak pada penggunaan sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan manusia. Untuk perbedaan sendiri pada penelitian yang dilakukan menggunakan ESP32-CAM sebagai mikrokontroler dan yang dilengkapi *camera* yang digunakan untuk mendokumentasikan manusia yang ditangkap sinyal *infrared*-nya oleh sensor PIR, menggunakan *web* sebagai sistem monitoringnya, menerapkan metode SVM dalam mengklasifikasikan kategori keadaan rumah sesuai waktu dan menerapkan protokol MQTT untuk komunikasi datanya.

Pada penelitian tentang monitoring ruangan menggunakan sensor gerak PIR, mikrokontroler Arduino Uno, sensor PIR dan *webcam*. Pada sistem ini, sensor akan mendeteksi apabila ada manusia yang terdeteksi, kemudian merekam pergerakan manusia yang terdeteksi sensor. Data rekaman dapat dilihat pemilik rumah di aplikasi *desktop* miliknya, memungkinkan segala aktivitas yang terjadi akan dapat terpantau dengan baik[6].

Persamaan penelitian *webcam* monitoring ruangan dengan penelitian yang dilakukan terletak pada penggunaan sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan manusia. Untuk perbedaan sendiri pada penelitian yang dilakukan penggunaan *camera* untuk mendokumentasikan manusia yang ditangkap sinyal *infrared*-nya oleh sensor PIR berupa foto sedangkan pada penelitian sebelumnya berupa video dengan durasi 1 menit, menggunakan *web* sebagai sistem monitoringnya sedangkan pada penelitian

sebelumnya menggunakan *desktop*, menerapkan metode SVM dalam mengklasifikasikan kategori keadaan rumah sesuai waktu dan menerapkan protokol MQTT untuk komunikasi datanya.

Pada penelitian tentang sistem keamanan rumah berbasis *Telegram Messenger* menggunakan *Raspberry Pi* dan sensor PIR. Pada sistem ini, saat sensor mendeteksi gerak manusia maka *camera Raspberry Pi* akan mengambil foto dan mengirimkan hasilnya kepada pengguna melalui *Telegram Messenger*. Pada *Telegram Messenger* akan ditawarkan 2 fitur yang dapat dipilih oleh pemilik rumah yaitu mengambil foto atau video. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa sistem mampu bekerja mendeteksi, merekam dan mengirim hasilnya ke pengguna. Waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman pesan deteksi objek sebesar 4.73 detik. Untuk *request* foto sampai dengan foto diterima membutuhkan waktu 5.73 detik dan untuk video membutuhkan waktu 14.86 detik[7].

Persamaan penelitian sistem keamanan rumah berbasis *Raspberry Pi* dan *Telegram Messenger* dengan penelitian yang dilakukan terletak pada penggunaan sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan manusia dan *camera* yang digunakan untuk mengambil citra objek. Untuk perbedaan sendiri pada penelitian yang dilakukan yaitu *camera* digunakan hanya untuk mengambil data foto saja saat dideteksi pergerakan manusia, menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM yang dilengkapi *camera*, menggunakan *web* sebagai sistem monitoringnya, menggunakan metode SVM untuk mengklasifikasi pergerakan tiap waktunya dan menerapkan protokol MQTT untuk komunikasi datanya.

Pada penelitian tentang *smart home* keamanan rumah pada pengembangan PIR dengan Mikrokontroler ESP32-CAM berbasiskan *internet of things* sebagai deteksi gerak untuk keamanan perumahan. Penelitian ini dilakukan untuk merancang perangkat pendeteksi adanya kejahatan pada saat rumah dalam keadaan kosong berbasis internet. Perangkat yang dibutuhkan untuk mendeteksi adanya kejahatan adalah HC-SR501 *passive infrared* sensor (PIR). Sedangkan ESP32-CAM adalah mikrokontroler yang sudah dilengkapi oleh kamera OV2640. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil ESP32-CAM merespon gambar dengan baik untuk *delay* 1 detik, 2 detik dan 8 detik, kemudian mengirimkannya melalui aplikasi *smart home* berbasis IoT. Sedangkan pada *delay* 3 detik, 4 detik, 5 detik, 6 detik, dan 7 detik, ESP32-CAM tidak merespon gambar dengan kondisi *not detected*.

Persamaan penelitian rancang bangun alat pengaman rumah menggunakan sensor PIR (*Passive Infrared*) dan ESP32-CAM dengan penelitian yang dilakukan terletak pada penggunaan sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan manusia dan mikrokontroler ESP32-CAM. Untuk perbedaan sendiri pada penelitian yang dilakukan yaitu penggunaan *web* sebagai sistem monitoringnya, menerapkan metode SVM dalam mengklasifikasikan kategori keadaan rumah sesuai waktu dan menerapkan protokol MQTT untuk komunikasi datanya[8].

Pada penelitian tentang deteksi obyek manusia pada sistem keamanan gedung menggunakan *webcam*. Penelitian dilakukan pada pengamatan rekaman video terhadap manusia yang mampu mendeteksi obyek manusia secara otomatis. Deteksi obyek manusia melalui *camera* secara otomatis dilakukan menggunakan metode Hog Cascade. Metode ini memberikan pendeteksian yang akurat secara *realtime*. Untuk mengecek apakah di dalam ruangan terdapat manusia atau tidak, digunakan SVM *classifier* untuk memisahkan manusia dan non-manusia[9].

Persamaan penelitian deteksi objek manusia pada sistem keamanan gedung menggunakan *webcam* dengan penelitian yang dilakukan terletak pada penggunaan metode SVM dalam mengklasifikasikan data *input*-nya. Perbedaannya pada penelitian sebelumnya digunakan SVM untuk mengklasifikasikan manusia dengan yang bukan manusia yang dilihat dari pengenalan citranya sedangkan pada penelitian yang dilakukan, SVM digunakan untuk mengklasifikasi data pergerakan hasil sensor PIR yang dibagi dalam beberapa kelompok waktu (pagi, siang, sore, malam)

Pada penelitian tentang *time series prediction of mining subsidence based on a SVM* atau prediksi *time series* penambangan berdasarkan SVM. Penelitian dilakukan untuk mempelajari hukum dinamika pergerakan permukaan di tambang batubara akibat aktivitas penambangan. Model prediksi pergerakan permukaan tanah dibuat berdasarkan teori SVM dan analisis *time series*. Dilakukan pengukuran dan pengamatan untuk mendapatkan data pergerakan permukaan dengan interval waktu yang sama dan dilakukan uji stasioner. Data tersebut digunakan untuk melatih model SVM. MAPE dan WIA digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi keakuratan model. Data model tersebut digunakan untuk memprediksi pergerakan permukaan di masa depan. Data dari stasiun pengamatan di area penambangan batubara Huaibei digunakan sebagai contoh. Hasil menunjukkan bahwa kesalahan absolut maksimum adalah 9 mm, kesalahan relatif

maksimum 1,5%, kesalahan absolut maksimum perpindahan 7 mm dan kesalahan relatif maksimum 1,8%[2].

Persamaan penelitian prediksi *time series* penambangan pada sistem keamanan gedung yaitu menerapkan analisis *time series* dan metode SVM. Pada penelitian yang dilakukan, data pola pergerakan PIR digunakan untuk melatih model SVM. Nantinya data yang sudah dilatih digunakan sebagai acuan perbandingan pada data yang akan datang. Pada penelitian sebelumnya, data model digunakan untuk memprediksi pergerakan permukaan di masa depan. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan, data model digunakan untuk investigasi atau memprediksi pergerakan aktivitas manusia yang tidak wajar disetiap waktunya. Pada penelitian ini SVM digunakan untuk mengklasifikasi data pergerakan hasil sensor PIR yang dibagi dalam beberapa kelompok waktu (pagi, siang, sore, malam) dan dilakukan pencocokan sesuai label waktunya.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori tentang konsep-konsep yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan sistem pada penelitian ini akan dibahas pada subbab berikut:

2.2.1 Keamanan

Keamanan adalah keadaan bebas dari bahaya. Keamanan merupakan salah satu aspek yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat saat ini. Dikarenakan semakin meningkatnya kasus pencurian membuat berbagai pihak melakukan berbagai cara dalam meningkatkan keamanan dari berbagai sisi untuk meminimalisir resiko pencurian[10]. Peningkatan keamanan memberikan rasa aman dan tentram sehingga individu tidak merasa takut, resah atau gelisah terhadap keamanan dirinya atau barang berharga miliknya yang ditinggalkan di dalam rumah.

2.2.2 Internet of Things

Internet of Things adalah konsep yang muncul dimana semua alat dan layanan terhubung satu dengan yang lain dengan mengumpulkan, bertukar dan memproses data untuk beradaptasi secara dinamis. Istilah *Internet of Things* sering disebut sebagai teknologi masa kini, yaitu teknologi yang memanfaatkan perangkat komputer tertanam dalam benda nyata berukuran mini sehingga menjadi benda pintar dan dapat terhubung

dengan jaringan lokal ataupun internet. Di dalam bahasan “*Smart Home Environments*” antara IoT dan alat ataupun layanan tradisional berintegrasi di dalam rumah untuk meningkatkan kualitas hidup[11]. *Internet of Things* juga dapat digunakan sebagai perangkat perantara antara sensor dengan pengguna dan dapat berperan juga untuk pengontrolan. Tujuan *Internet of Things* adalah untuk membuat manusia berinteraksi dengan benda lebih mudah, bahkan dengan tujuan supaya benda juga bisa saling berkomunikasi antar satu benda dengan benda yang lainnya. *Internet of Things* pada dasarnya adalah memulai sistem dengan cara membuat suatu koneksi atau sebuah komunikasi antara mesin dengan mesin, sehingga mesin-mesin tersebut dapat berinteraksi dan dapat bekerja secara independen sesuai dengan data yang diperoleh, yang kemudian dapat mengolahnya secara mandiri. Sistem *Internet of Things* dapat tumbuh menjadi lebih kompleks dengan sejumlah besar perangkat yang dapat saling berhubungan untuk menghasilkan layanan yang mendukung untuk proses yang lebih kompleks.

2.2.3 ESP32-CAM

ESP32-CAM merupakan mikrokontroler yang dapat diprogram dengan *built-in* WiFi dan *Bluetooth*, dengan tambahan 4MB RAM eksternal. ESP32-CAM memiliki modul *camera* ukuran kecil yang sangat kompetitif yang dapat beroperasi secara *independent*. ESP32-CAM dapat digunakan secara luas di berbagai aplikasi IoT. sangat cocok untuk *home smart devices*, *industrial wireless control*, *wireless monitoring*, *QR wireless identification*, *wireless positioning system signals* dan aplikasi IoT lainnya[12].

ESP32-CAM mengadopsi DIP package dan dapat langsung dimasukkan ke dalam *backplane* untuk mewujudkan produksi produk yang cepat, mode koneksi dengan keandalan tinggi.



Gambar 2. 1 ESP32-CAM.

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32-CAM.

Mikrokontroler	Spesifikasi
<i>Operating Voltage</i>	5V, 180 mA
<i>Camera</i>	OV2640 dan OV7670
<i>Image Output Format</i>	2MP JPEG, BMP, Grayscale
<i>Buttons</i>	1
<i>GPIO</i>	8
<i>SPI Flash</i>	Default 32 Mbit
<i>RAM</i>	Internal 520KB + Eksternal 4M PSRAM
<i>WiFi</i>	802.11 b/g/n/e/i
<i>Bluetooth</i>	4.2 BR/EDR dan BLE
<i>Support Interface</i>	UART, SPI, I2C, PWM
<i>Support TF card</i>	4G
<i>UART Baudrate</i>	115200 bps
<i>Dimensi</i>	27 * 40,5 * 4,5 (± 0,2) mm
<i>Security</i>	WPA / WPA2 / WPA2-Enterprise / WPS

2.2.4 Sensor Passive Infrared

Sensor PIR (*Passive Infrared*) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar infra merah. Sensor PIR bersifat pasif, artinya sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar.



Gambar 2. 2 Sensor *passive infrared*[13].

PIR adalah sensor okupansi yang bekerja dengan cara mendeteksi temperatur dari semua objek yang memasuki area deteksinya[13]. Sensor PIR bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak. Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh kira-kira 32 derajat *celcius*, yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan[14]. Pada umumnya sensor PIR memiliki jangkauan pembacaan efektif 5 hingga 10 meter, dan sensor ini sangat efektif digunakan sebagai *human detector*[5].

2.2.5 SVM

SVM merupakan metode *learning machine* yang bekerja atas prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM) dengan tujuan menemukan *hyperplane* terbaik yang memisahkan dua buah kelas (kategori) pada *input space*[9]. Prinsip dasar SVM adalah *linear classifier*. SVM *linear* menggunakan *hyperplane* klasifikasi linear SVM dengan persamaan:

$$w \cdot x_i + b = 0 \quad (2-1)$$

Dimana w dan b adalah parameter model, sedangkan $w \cdot x_i$ merupakan nilai dari *vector* w dan x_i merupakan artibur set untuk data latih. Konsep SVM digambarkan secara sederhana sebagai upaya mencari *hyperplane* dengan menggunakan *margin* yang maksimal agar memberikan generalisasi yang lebih baik pada metode klasifikasi. *Hyperplane* berfungsi sebagai pemisah dua set data dari dua kelas yang berbeda. *Hyperplane* terbaik antara kedua kelas dapat ditemukan dengan mengukur *margin hyperplane* tersebut dan mencari titik maksimalnya. *Margin* adalah jarak antara *hyperplane* tersebut dengan data terdekat dari masing-masing kelas. Data yang paling dekat ini disebut sebagai *Support Vector*[4].

Setiap data latih dinyatakan oleh (x_i, y_i) , di mana $i=1,2,\dots, N$, dan $x_i=\{ x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iq}\}^T$ merupakan atribut (fitur) set untuk data latih ke- i . q merupakan data x_i ke- q . $y_i \in \{-1, +1\}$ menyatakan label kelas.

Data x_i yang masuk ke dalam kelas -1 adalah data yang memenuhi pertidaksamaan (2-2).

$$w.x_i + b \leq -1 \quad (2-2)$$

Sementara data x_i yang masuk ke dalam kelas +1 adalah data yang memenuhi pertidaksamaan (2-18).

$$w.x_i + b \geq +1 \quad (2-3)$$

2.2.6 Protokol MQTT

Message Queue Telemetry Transport atau yang biasa disebut MQTT yaitu protokol untuk komunikasi yang bersifat *machine to machine* atau M2M dan bekerja di *layer* ketujuh atau aplikasi dan bersifat *lightweight message*. Protokol MQTT menjamin terkirimnya semua pesan walaupun koneksi dalam keadaan terputus sementara. Metode komunikasi *publish* atau *subscribe* merupakan metode pengiriman yang digunakan oleh protokol MQTT. Pesan pada MQTT dikirim ke *broker* dan berisi topik yang dikirimkan oleh *publisher*. Kemudian topik tadi diolah untuk diteruskan ke *subscriber* berdasarkan dari permintaan pengguna[15].

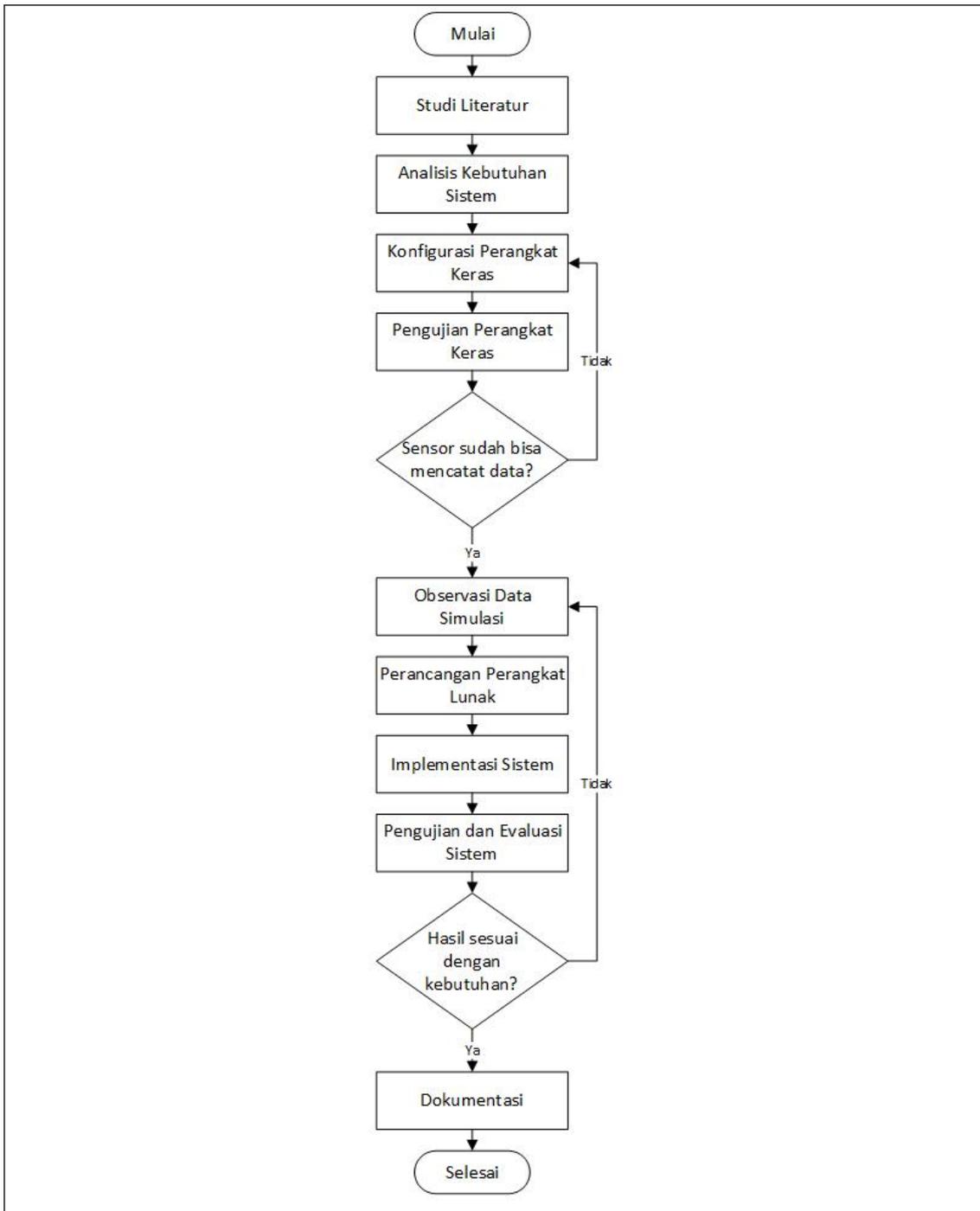
2.2.7 Mosquitto

Mosquitto adalah *broker* MQTT yang *opensource* yang digunakan untuk pengembangan pada penerapan IoT. MQTT server yang terhubung dengan sensor akan mem-*publish* atau mengirim data yang diberi label topik tertentu menuju *mosquitto broker*, kemudian *broker* akan mem-*publish* pada MQTT *client* yang melakukan *subscribe*. MQTT *client* kemudian akan menampilkan *dashboard monitoring*[16].

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rencana Pelaksanaan

Rencana pelaksanaan penelitian klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dan *camera* OV2640 dengan metode SVM dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Rencana pelaksanaan.

Pada Gambar 3.1 merupakan alur dari rencana pelaksanaan penelitian sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM. Penjelasan untuk masing-masing proses pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:

1. Pada tahap studi literatur dilakukan studi dan kajian pustaka yaitu mempelajari buku-buku referensi dan hasil penelitian sejenis yang sudah dilaksanakan sebelumnya serta penelitian lain yang terkait dengan penelitian yang dilaksanakan. Pengkajian ini dilakukan untuk mendapatkan landasan teori mengenai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga dapat dijadikan bahan acuan atau referensi untuk penelitian yang dilaksanakan.
2. Pada tahap analisis kebutuhan sistem dilakukan analisis terhadap kebutuhan dari sistem monitoring keamanan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM yang dibangun, seperti analisis perangkat apa saja yang dibutuhkan dalam proses perancangan dan pembangunan sistem.
3. Pada tahap konfigurasi perangkat keras dilakukan konfigurasi terhadap keseluruhan rangkaian perangkat keras berupa arsitektur dan sistem elektronika sistem monitoring keamanan rumah.
4. Pada tahap pengujian perangkat keras dilakukan pengujian terhadap rancangan rangkaian yang telah dibuat sebelumnya. Jika rangkaian yang dibangun sudah bisa membaca data sensor maka akan dilanjutkan ke tahap berikutnya, namun jika belum maka dilakukan perbaikan di tahap perancangan perangkat keras kembali.
5. Pada tahap observasi data simulasi dilakukan pencatatan dan pengumpulan data dari perencanaan simulasi yang dilakukan menggunakan rangkaian yang telah dibuat. Data yang dicatat merupakan data pergerakan manusia di waktu pagi, siang, sore dan malam hari. Data-data tersebut nantinya digunakan sebagai data *training* atau data kondisi mengenai keamanan rumah pada penelitian ini.
6. Pada tahap perancangan perangkat lunak dilakukan perancangan *web* sistem monitoring keamanan rumah dan perancangan protokol MQTT, serta menerapkan metode SVM yang digunakan pada sistem.
7. Pada tahap implementasi dilakukan penyusunan keseluruhan perangkat dan menghubungkannya dengan sistem monitoring keamanan rumah yang sudah menerapkan metode SVM dan protokol MQTT.

8. Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem dilakukan pengujian terhadap sistem yang sudah dibangun dan evaluasi dari hasil pengujian yang dilakukan tersebut. Jika sistem sudah berjalan sesuai dengan kebutuhan maka dilanjutkan ke tahap berikutnya, namun jika sistem belum berjalan sesuai dengan kebutuhan maka dilakukan perbaikan dari tahap observasi data simulasi.
9. Pada tahap dokumentasi, dibuat laporan dari hasil pengujian dan evaluasi sistem yang telah dilakukan sebelumnya.

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap analisis kebutuhan sistem dilakukan analisis terhadap kebutuhan dari sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan dan anggaran biaya dalam pembuatan sistem.

3.2.1 Analisis Kebutuhan Alat dan Bahan

Dalam perancangan sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM, ada beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan, yaitu:

1. Alat Penelitian
 - a. Perangkat Keras
 - Laptop
 - Kabel USB
 - Solder
 - Lem Tembak
 - b. Perangkat Lunak
 - Arduino IDE 1.8.8
 - *Sublime Text* 3.0
 - XAMPP
 - *Bootstrap*
 - *Browser*
 - *Fritzing*
 - *Library Scikit Learn*

2. Bahan Penelitian

- a. 1 buah ESP32-CAM sebagai mikrokontroler dan *camera*.
- b. 1 buah sensor PIR untuk menangkap pergerakan manusia.
- c. 1 buah *breadboard*.
- d. 1 buah FTDI Programmer.
- e. 2 set kabel *jumper*.

3.2.2 Perencanaan Biaya

Anggaran biaya pada Tabel 3.1 merupakan anggaran biaya yang digunakan untuk membeli alat-alat sesuai dengan kebutuhan pada analisis kebutuhan alat dan bahan.

Tabel 3. 1 Perencanaan biaya.

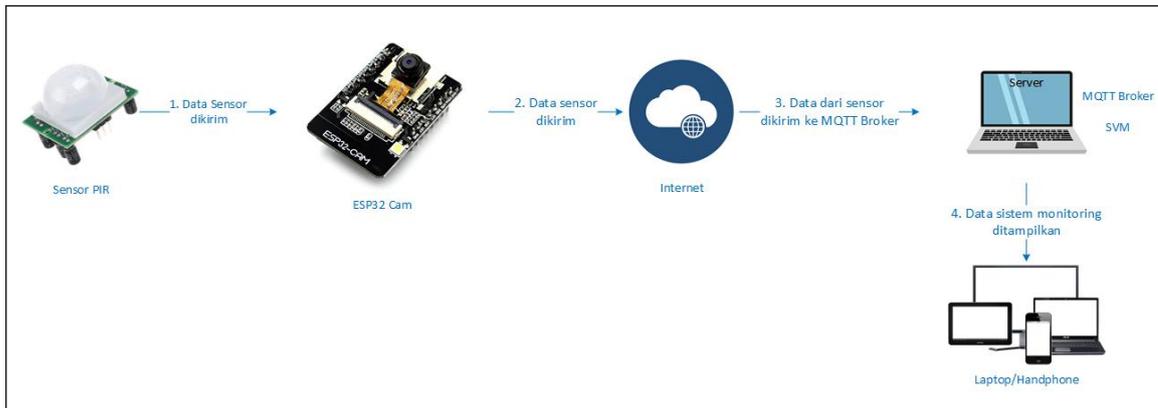
No	Nama Alat	Satuan	Harga
1.	ESP32-CAM	1 buah	Rp. 130.000
2.	<i>Passive Infrared Sensor</i>	1 buah	Rp. 15.000
3.	<i>Breadboard</i>	1 buah	Rp. 12.000
4.	<i>FTDI Programmer</i>	1 buah	Rp. 25.000
5.	<i>Kabel Jumper</i>	2 set	Rp. 20.000
Total			Rp. 202.000

3.3 Konfigurasi Perangkat Keras

Pada tahap konfigurasi perangkat keras dilakukan konfigurasi terhadap arsitektur sistem dan gambaran rangkaian dari sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM.

3.3.1 Perancangan Arsitektur Sistem

Gambaran dari arsitektur sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.2.



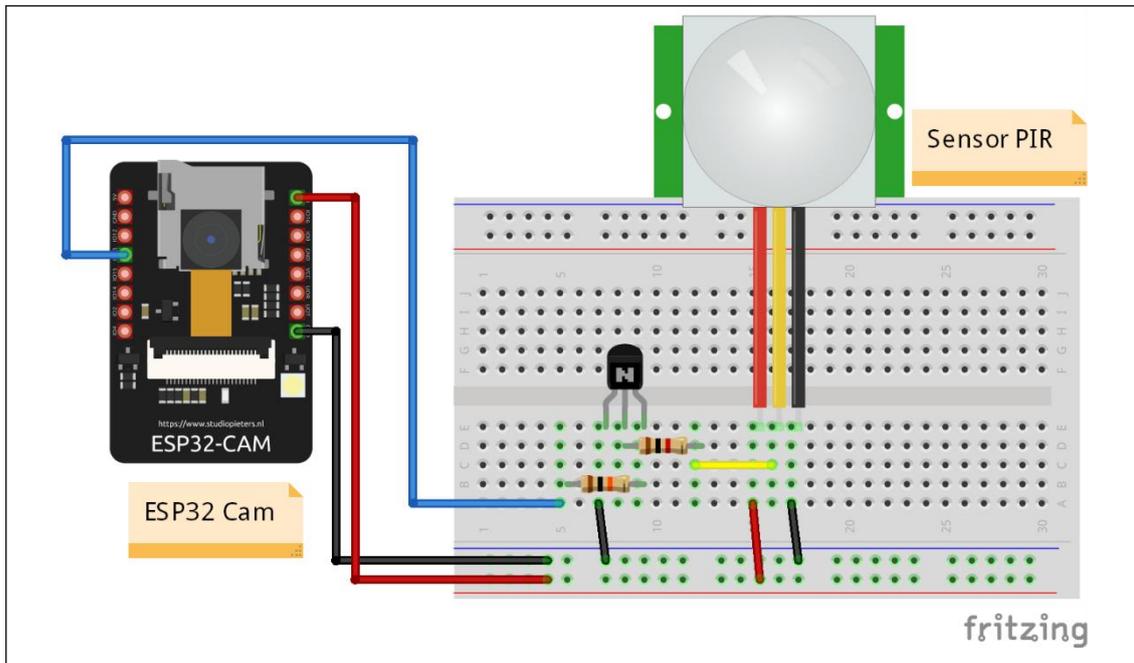
Gambar 3. 2 Perencanaan arsitektur sistem.

Gambar 3.2 merupakan gambaran sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM yang dibuat pada penelitian ini. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing proses:

1. Sensor *Passive Infrared* (PIR) digunakan untuk mendeteksi pancaran sinar *infrared* yang dihasilkan oleh gerakan manusia. Data yang didapat dari sensor digunakan sebagai penunjang dalam penentuan status keamanan rumah.
2. Mikrokontroler ESP32-CAM yang dilengkapi dengan *camera* OV2640 digunakan untuk mengambil data dari sensor, mengambil gambar sebagai dokumentasi visual keberadaan manusia setelah sensor PIR menangkap pergerakan manusia, serta mengirim data dengan protokol MQTT yang telah terhubung ke internet. ESP32-CAM terhubung dengan Wi-Fi untuk koneksi internet.
3. MQTT *broker* merupakan *server* yang digunakan untuk menerima data dari *client* yang kemudian diproses dengan metode SVM untuk mendapatkan hasil pergerakan aktivitas manusia. Kemudian pengiriman data pada sistem menggunakan protokol MQTT.
4. Laptop atau *handphone* mengakses *broker* dan menampilkan data hasil monitoring sistem berbasis *web*.

3.3.2 Rangkaian Elektronika Sistem

Gambaran dari rangkaian elektronika sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Rangkaian elektronika sistem.

Sensor PIR merupakan sensor yang dapat mendeteksi gerak manusia. Sensor PIR pada rangkaian elektronika mempunyai 3 kabel yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32-CAM. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing rangkaian yang terdapat pada Gambar 3.3.

1. Kabel pertama menghubungkan pin VDD PIR dengan pin 3.3V pada mikrokontroler ESP32-CAM.
2. Kabel kedua menghubungkan pin SIG (signal) PIR dengan kaki transistor yang terhubung dengan resistor. Kaki transistor lainnya dihubungkan dengan pin GND mikrokontroler ESP32-CAM. Kaki transistor terakhir dihubungkan dengan pin GPIO 13 mikrokontroler ESP32CAM yang terhubung dengan resistor.
3. Kabel ketiga menghubungkan pin GND PIR dengan pin GND pada mikrokontroler ESP32-CAM.

3.4 Pengujian Perangkat Keras

Pada tahap pengujian perangkat keras dilakukan pengujian terhadap rancangan rangkaian elektronika yang telah dibuat sebelumnya. Jika rangkaian yang dibangun sudah bisa membaca data dengan sensor yang digunakan maka dilanjutkan ke tahap berikutnya, namun jika belum maka dilakukan perbaikan di tahap perancangan perangkat keras kembali.

3.5 Observasi Data Simulasi

Pada tahap observasi data simulasi dilakukan proses pengamatan, pencatatan dan pengumpulan data dari perencanaan simulasi yang dilakukan menggunakan rangkaian yang telah dibuat yaitu data pergerakan keberadaan manusia yang nantinya data tersebut dikategorikan dalam 4 kelas waktu yaitu pagi, siang, sore dan malam. Data tersebut digunakan untuk melihat pada waktu kapan saja tingkat keamanan yang minim dan terdapat orang-orang di depan rumah. Observasi dilakukan selama 8 hari. Data yang didapatkan dicatat dan disimpan yang dijadikan acuan dalam pengaturan nilai parameter pengkondisian tingkat keamanan rumah di setiap waktu pada penelitian ini. Panjang data tiap waktu akan sama yaitu tiap label kelompok terdiri dari 6 jam dimana dicatat tiap detiknya sesuai berapa kali sensor PIR mencatat pergerakan atau tidak.

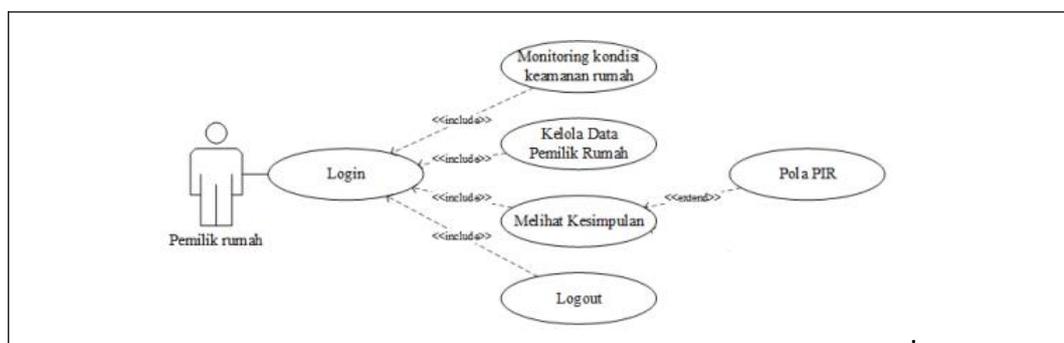
3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap perancangan perangkat lunak, dilakukan perancangan *web* sistem monitoring keamanan rumah. Selain merancang *web*, pada tahap ini juga dilakukan pemrograman untuk komunikasi data antara *web* dan perangkat IoT dengan protokol MQTT.

3.6.1. Sistem Monitoring Berbasis *Web*

Pembuatan sistem monitoring berbasis *web* ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan HTML, CSS, MySQL dan *bootstrap*. Berikut merupakan rancangan dari sistem monitoring berbasis *web* yang dibangun.

1. Rancangan *Use Case Diagram*

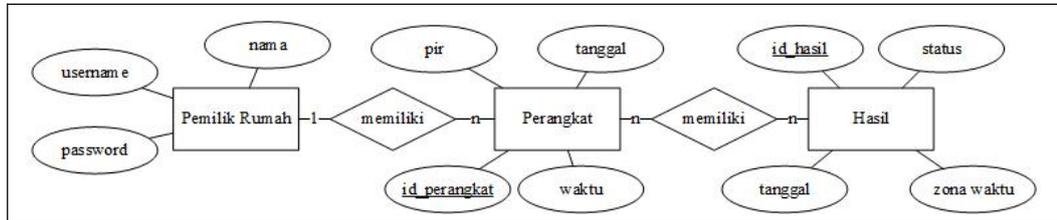


Gambar 3. 4 Rancangan *use case diagram*.

Gambar 3.4 di atas merupakan rancangan *use case* pada sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah berbasis *web* yang dibangun. Pada rancangan tersebut pemilik alat harus melakukan *login* terlebih dahulu untuk dapat

melakukan monitoring keadaan rumah dan mengelola data pemilik rumah dan melihat kesimpulan. Pemilik alat dapat melihat bagaimana pola pergerakan aktivitas manusia.

2. Rancangan *Entity Relationship Diagram* ERD



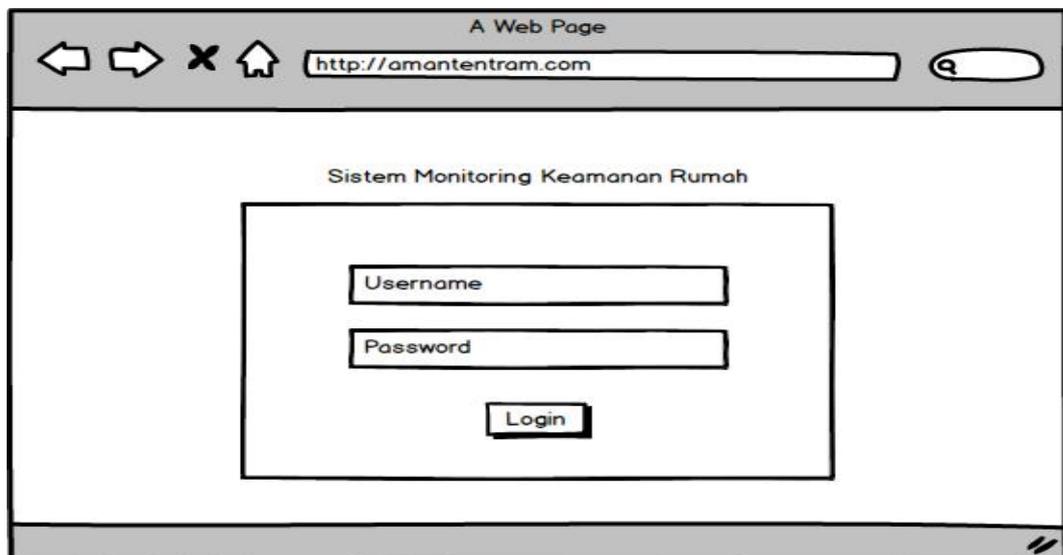
Gambar 3. 5 Rancangan *entity relationship diagram*.

Gambar 3.5 di atas merupakan rancangan ERD pada sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah berbasis *web* yang dibangun. Pada rancangan tersebut memiliki tiga entitas yaitu pemilik rumah, perangkat dan hasil. Entitas pemilik rumah memiliki atribut nama, *username* dan *password*. Entitas perangkat memiliki atribut *id_perangkat*, tanggal, waktu dan *pir*. Entitas hasil memiliki atribut *id_hasil*, zona waktu dan tanggal. Entitas pemilik rumah berelasi dengan entitas perangkat dengan kardinalitas 1 ke n, entitas perangkat berelasi dengan entitas hasil dengan kardinalitas n ke n.

3. Rancangan *Interface* Sistem

Berikut adalah rancangan *interface* dari sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah yang dibangun:

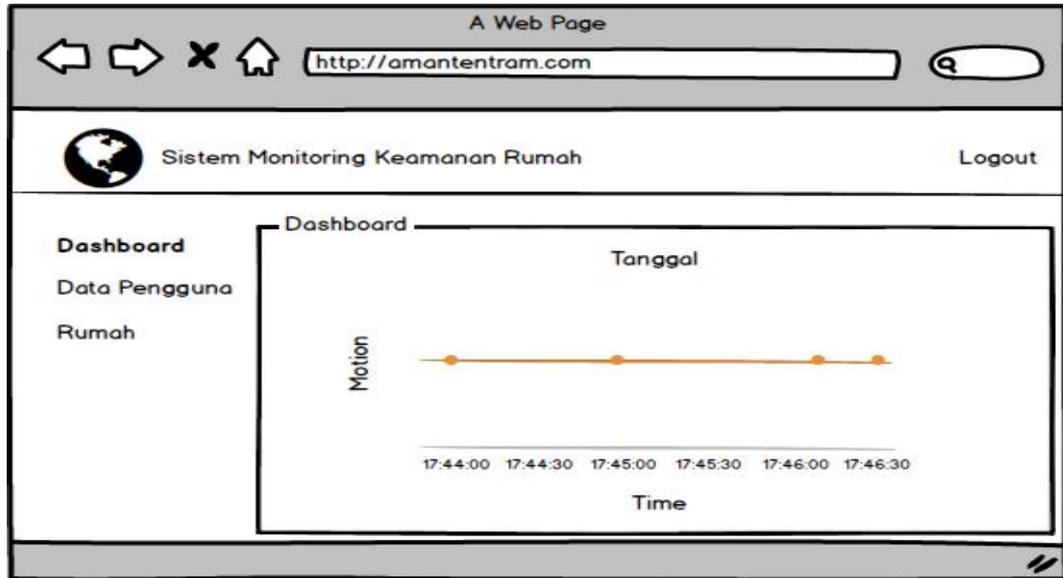
a. Halaman *Login*



Gambar 3. 6 Rancangan *interface* halaman *login*.

Gambar 3.6 di atas merupakan rancangan *interface* halaman *login*. Halaman ini digunakan oleh pemilik rumah untuk masuk ke dalam sistem dengan memasukkan *username* dan *password*.

b. Halaman *Dashboard*



Gambar 3. 7 Rancangan *interface* halaman *dashboard*.

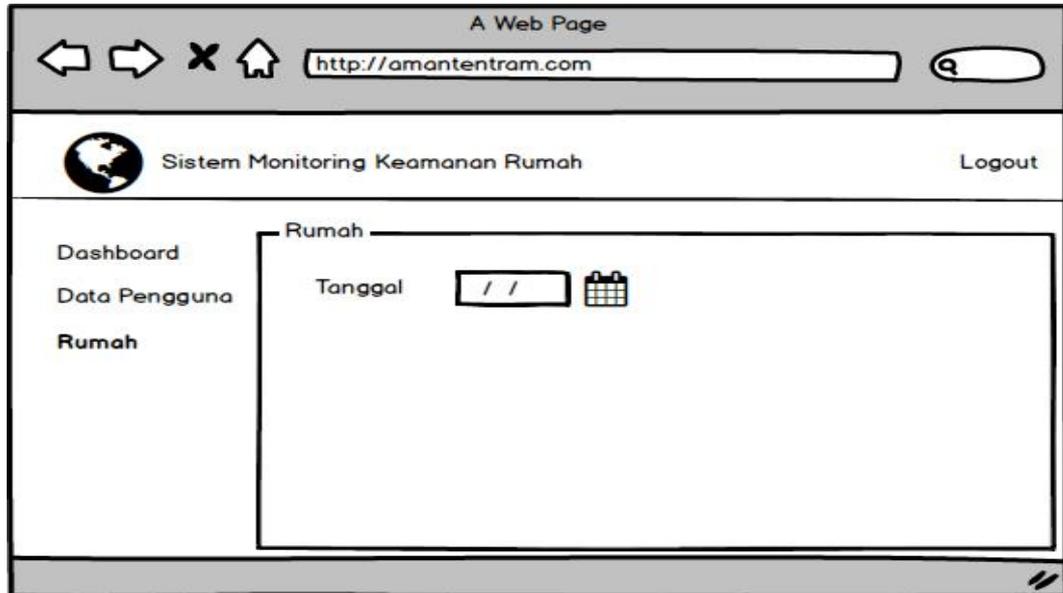
Gambar 3.7 di atas merupakan rancangan *interface* halaman *dashboard*. Pada halaman ini ditampilkan kondisi keadaan pergerakan manusia secara *realtime*. Kondisi pergerakan manusia yang ditampilkan berdasarkan tanggal saat *website* diakses.

c. Halaman Data Pengguna

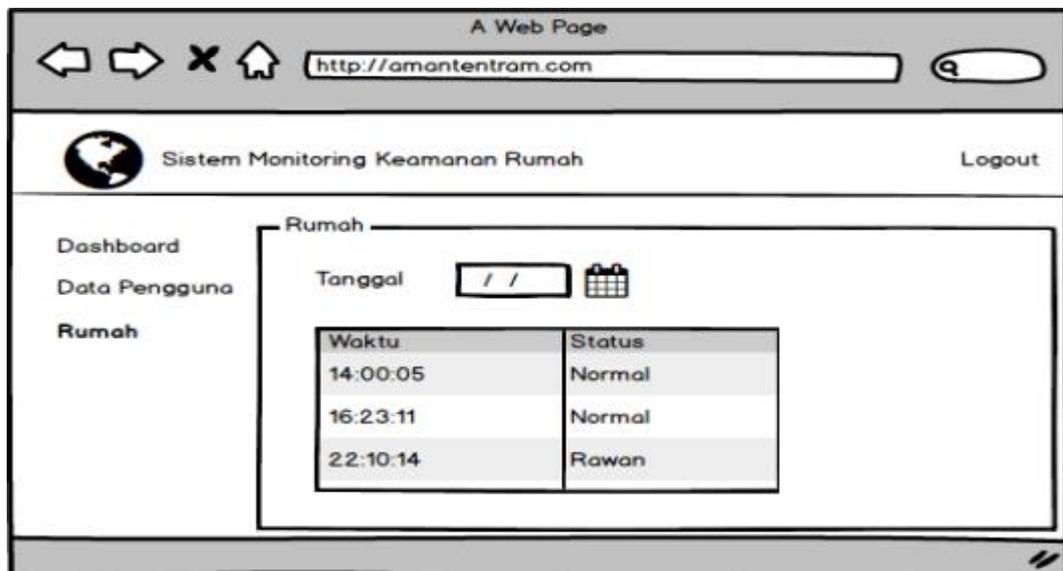
Gambar 3. 8 Rancangan *interface* halaman data pengguna.

Gambar 3.8 di atas merupakan rancangan *interface* halaman data pengguna. Halaman ini digunakan oleh pemilik rumah untuk mengelola data pemilik rumah seperti mengubah nama, *password* dan *username*.

d. Halaman Rumah



Gambar 3. 9 Rancangan *interface* halaman rumah.

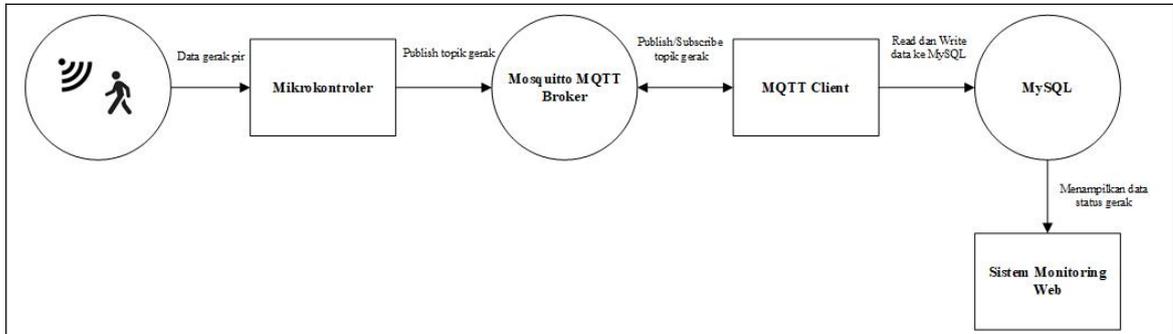


Gambar 3. 10 Rancangan *interface* halaman rumah detail.

Gambar 3.9 di atas merupakan rancangan *interface* halaman rumah. Pada halaman ini pemilik dapat melihat kondisi keamanan rumah dengan pertama memilih tanggal yang ingin dilihat. Setelah memilih tanggal maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 3.10. Gambar 3.10 menampilkan waktu terdeteksinya pergerakan dan status.

3.6.2. Perancangan Arsitektur MQTT Sistem

Gambaran dari arsitektur MQTT sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Perancangan arsitektur MQTT sistem.

Pada Gambar 3.11 merupakan arsitektur MQTT sistem monitoring keamanan rumah. Alur proses pertama dimulai dari mikrokontroler yang melakukan pembacaan data gerak dari sensor. Kemudian mikrokontroler mem-*publish* topik gerak ke MQTT *broker*. Pada MQTT *broker* akan melakukan proses *publish* data ke MySQL. Proses *publish* data ke MySQL dilakukan melalui program *python* yang berperan sebagai *subscriber* pada topik gerak. Sistem *web* akan menampilkan data status gerak.

3.7 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, dilakukan penyusunan keseluruhan perangkat dan menghubungkannya dengan sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah menggunakan sensor PIR dengan metode SVM.

3.8 Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem, dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Pada tahap pertama dilakukan pengujian terhadap fungsi dari perangkat keras sistem yang telah dibuat yaitu apakah sensor yang digunakan sudah dapat membaca pergerakan manusia di depan rumah dan apakah kamera yang digunakan sudah dapat mengambil gambar. Pada tahap kedua dilakukan pengujian terhadap sistem berbasis *web* sebagai media monitoring. Pada tahap ketiga adalah pengujian terhadap keseluruhan sistem yang telah menerapkan metode SVM. Pengujian dilakukan dengan meletakkan perangkat di depan rumah selama 5 hari. Data pergerakan yang didapatkan dibandingkan dengan data *training* pola pergerakan yang sebelumnya

telah didapatkan. Data dibandingkan sesuai zona waktu terjadinya pola pergerakan yaitu pagi, siang, sore dan malam hari. Pengujian terakhir dilakukan untuk evaluasi metode SVM yaitu dengan menggunakan *accuracy rate*, dimana dilakukan dengan membandingkan jumlah prediksi yang benar dengan prediksi yang salah.

3.9 Dokumentasi

Pada tahap dokumentasi, hasil dari pengujian sistem yang dilakukan akan didokumentasikan dan diambil kesimpulan berdasarkan dokumentasi tersebut. Kesimpulan yang telah didapatkan dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

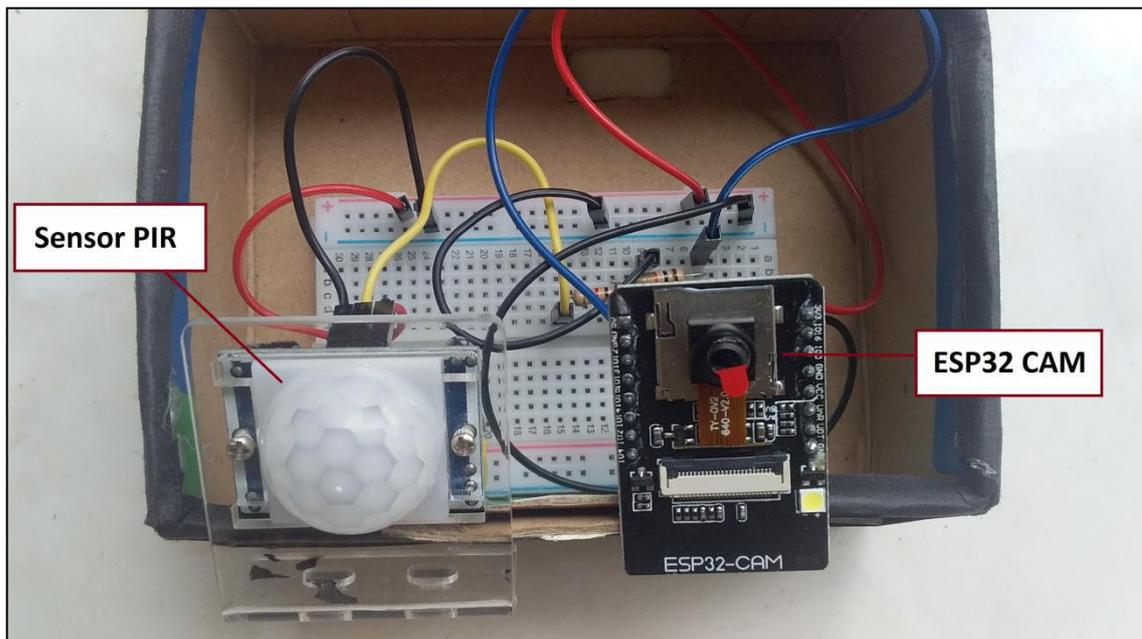
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Realisasi Sistem

Pada bab ini, akan membahas hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu “Klasifikasi Data *Time Series* Pola Pergerakan Manusia Di Depan Rumah Menggunakan Sensor PIR dan *Camera OV2640* dengan Metode SVM”. Realisasi yang dilakukan telah dibuat sesuai dengan perancangan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pembahasan yang akan dijelaskan meliputi realisasi penyusunan perangkat keras, realisasi tahap observasi dan kalibrasi variabel sensor, realisasi pembangunan *database*, Realisasi pembangunan sistem berbasis web, realisasi pembangunan komunikasi protokol MQTT pada sistem dan realisasi penerapan metode pada sistem. Selain itu, pada bab ini juga akan dibahas mengenai hasil sistem yang telah dibuat berdasarkan perancangan yang ada, melakukan pengujian keseluruhan sistem serta mengevaluasi sistem yang berjalan. Adapun pembahasan yang akan dijelaskan pada bab ini adalah sebagai berikut:

4.1.1 Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

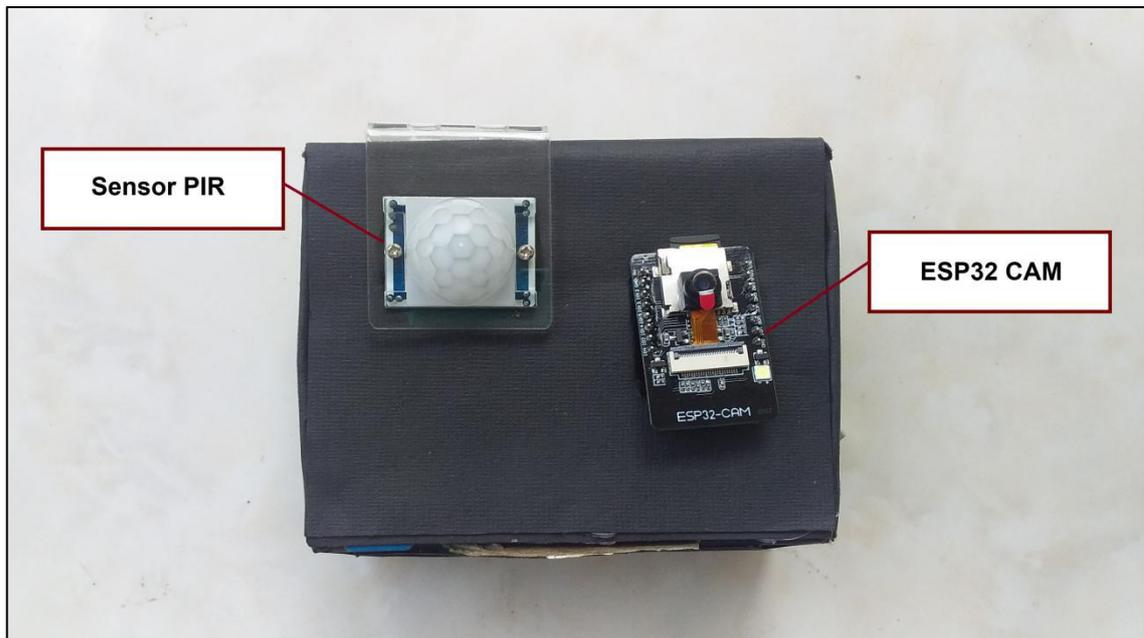
Realisasi penyusunan perangkat keras dari sistem monitoring keamanan rumah menggunakan sensor PIR dan *camera* dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Realisasi perangkat keras.

Pada Gambar 4.1 di atas merupakan gambaran realisasi bagaimana perangkat keras yang digunakan untuk mengambil data klasifikasi pergerakan manusia di depan rumah yang telah dirangkai berdasarkan rancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Terdapat 2 perangkat keras yang dihubungkan menjadi sebuah perangkat untuk monitoring keamanan rumah yang terdiri dari mikrokontroler ESP32-CAM dan sensor PIR. FTDI digunakan untuk menyalakan *board* ESP32-CAM. Saat ESP32-CAM terkoneksi dengan komputer melalui FTDI, ESP32-CAM secara otomatis mendapatkan *supply* sebesar 5V dari komputer. Fungsi dari masing-masing perangkat keras adalah sebagai berikut:

1. ESP32-CAM digunakan sebagai mikrokontroler dari sistem monitoring keamanan rumah, yang dimana mikrokontroler ini dilengkapi *camera* OV2640 untuk mengambil gambar dan mikrokontroler ini sudah memiliki modul untuk terhubung ke jaringan internet.
2. Sensor PIR digunakan untuk mengambil data deteksi gerak manusia.

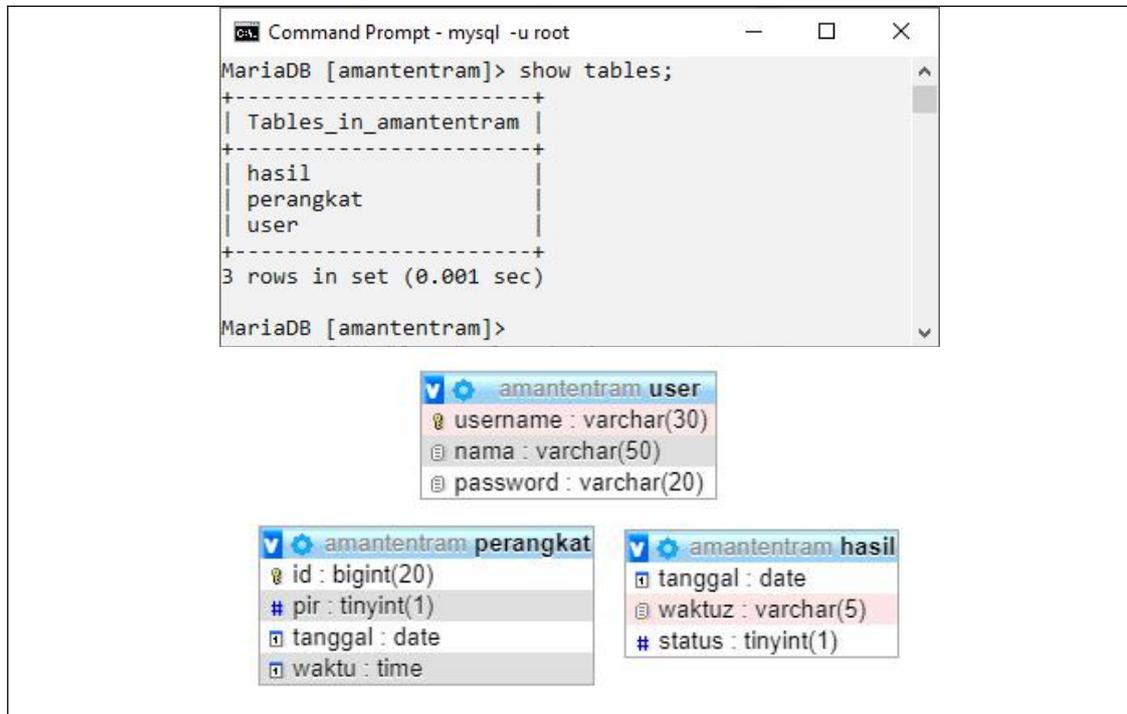


Gambar 4. 2 Realisasi tampilan perangkat keras.

Pembangunan perangkat keras yang telah dilakukan sudah sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya meskipun terdapat alat yang telah diganti dikarenakan komunikasi pengiriman data dari mikrokontroler ke *broker*. Koneksi pada alat sebelumnya tidak stabil sehingga dilakukan perubahan pada mikrokontroler.

4.1.2 Realisasi Pembangunan Database

Realisasi pembangunan *database* dibuat sesuai dengan perancangan *database* pada bab sebelumnya. Pembangunan *database* untuk sistem ini menggunakan MySQL. Realisasi pembangunan *database* dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4. 3 Realisasi *database*.

Pada *database* monitoring di atas terdapat beberapa tabel yang terdiri dari berbagai *field* yang menampung data yang akan digunakan pada aplikasi Sistem Monitoring Keamanan Rumah. Berikut penjelasan tabel beserta *field*-nya:

1. Tabel *User*

Tabel *user* digunakan untuk menyimpan data pengguna dari sistem monitoring keamanan rumah. Pada tabel ini terdapat tiga *field*, yaitu *field username* yang digunakan untuk menyimpan data ID atau *username* dari pengguna, *field nama* merupakan informasi data nama pengguna dan *field password* digunakan untuk menyimpan data *password* dari pengguna.

2. Tabel *Perangkat*

Tabel *perangkat* digunakan untuk menyimpan data dari perangkat yang digunakan pada sistem monitoring keamanan rumah. Pada tabel ini terdapat empat *field*, yaitu *field id* yang digunakan untuk menyimpan data ID informasi dari perangkat, *field pir* yang digunakan untuk menyimpan data sensor, *field tanggal* yang digunakan untuk menyimpan data tanggal dan *field waktu* untuk menyimpan data waktu.

3. Tabel Hasil

Tabel hasil digunakan untuk menyimpan data hasil pengolahan data dengan SVM yang dilakukan oleh perangkat pada sistem monitoring keamanan rumah. Pada tabel ini terdapat tiga *field*, yaitu *field* tanggal yang digunakan untuk menyimpan data tanggal dan *field* waktu untuk menyimpan data waktu dan *field* status untuk menyimpan data hasil akhir status pergerakan pada suatu waktu.

4.1.3 Realisasi Pembangunan Web

Realisasi pembangunan *web* sistem monitoring dibuat sesuai dengan perancangan pada bab sebelumnya. Bahasa yang digunakan dalam pembangunan *web* ini adalah menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework CodeIgneter*. Struktur folder yang terdapat pada *codeIgneter* dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini.

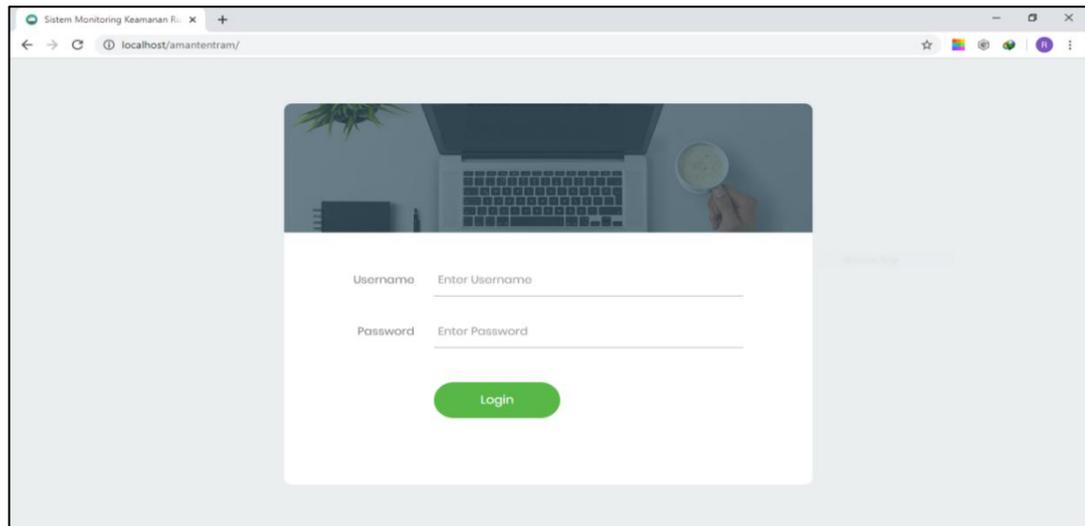


Gambar 4. 4 Realisasi web.

4.1.4 Realisasi Pembangunan *Interface* Sistem

Realisasi pembangunan *interface* sistem monitoring keamanan rumah telah dibuat sesuai dengan rancangan *interface* pada bab sebelumnya. Pembangunan *interface* sistem ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework CodeIgneter*. Berikut merupakan realisasi dari *interface* sistem yang telah dibangun.

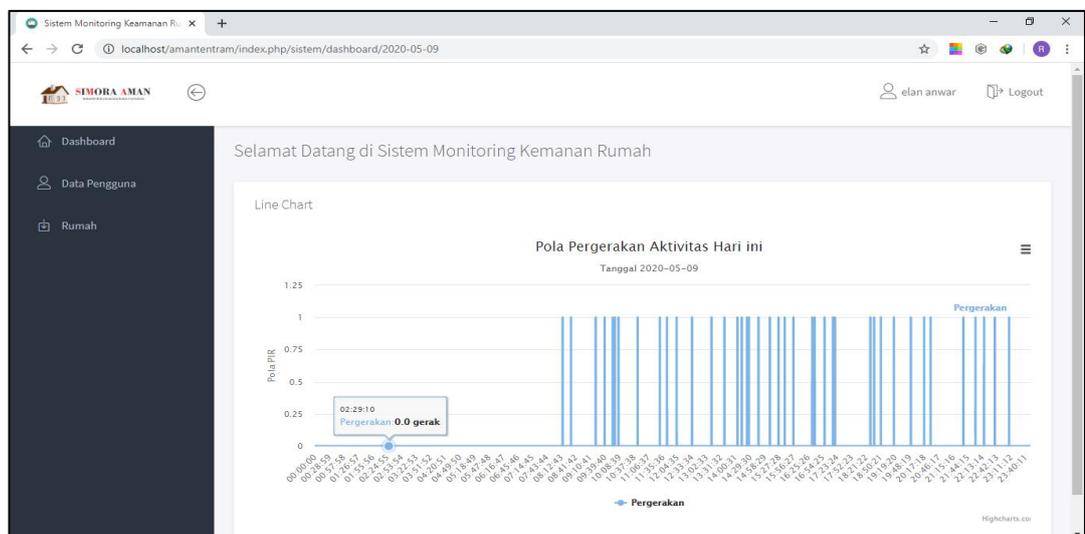
a. Halaman *Login*



Gambar 4. 5 Realisasi *interface* halaman *login*.

Gambar 4.5 di atas merupakan realisasi *interface* halaman *login* dari sistem monitoring keamanan rumah. Halaman *login* dari sistem ini menampilkan dua kolom isian berupa kolom *username* dan *password* yang akan digunakan pengguna untuk masuk ke dalam sistem.

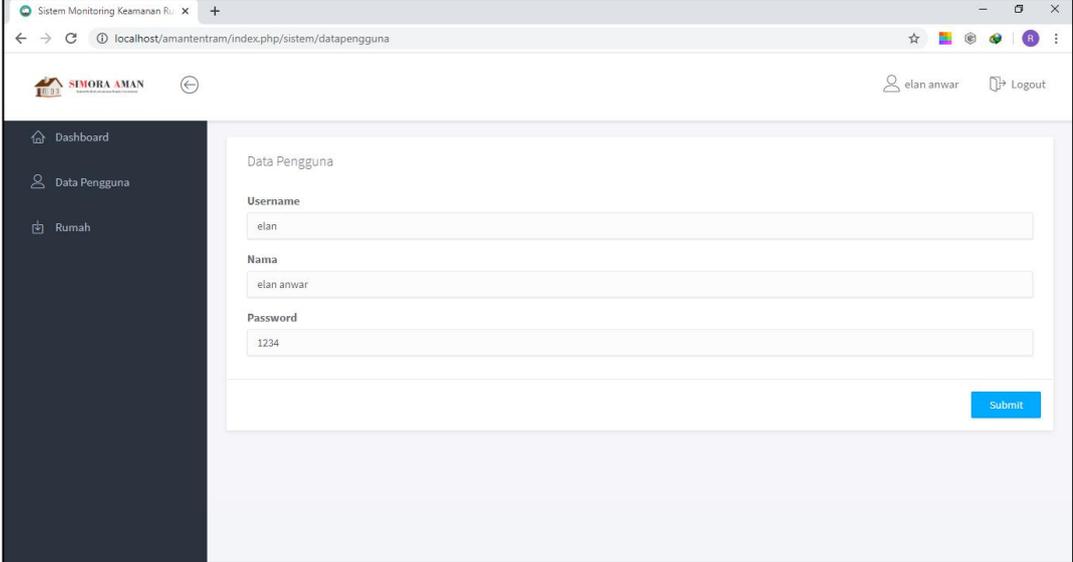
b. Halaman *Dashboard*



Gambar 4. 6 Realisasi *interface* halaman *dashboard*.

Gambar 4.6 di atas merupakan realisasi *interface* halaman *dashboard* dari sistem monitoring keamanan rumah. Halaman *dashboard* dari sistem ini menampilkan grafik kondisi pergerakan berdasarkan tanggal saat *website* diakses.

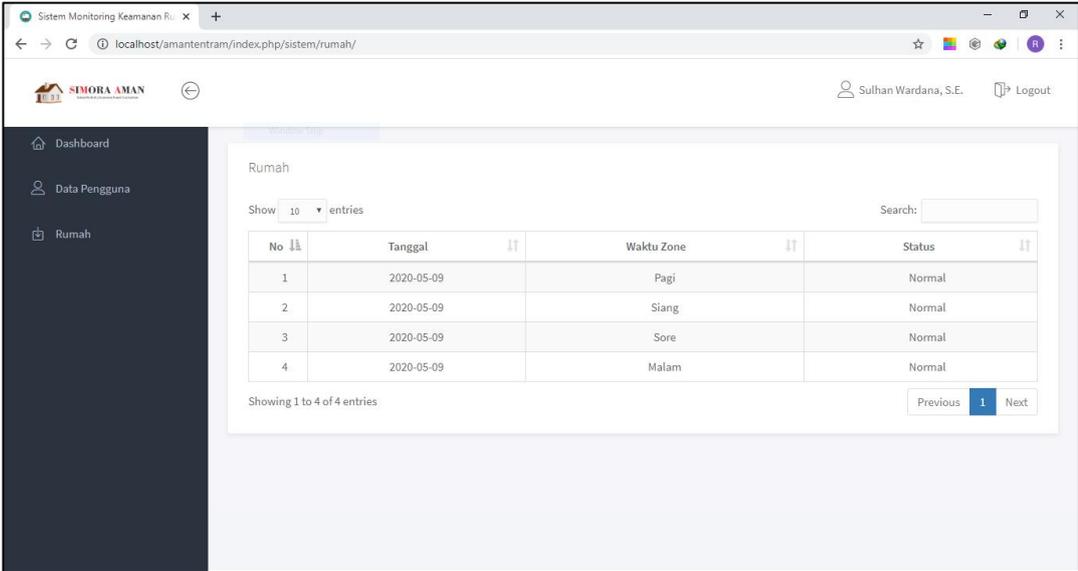
c. Halaman Data Pengguna



Gambar 4. 7 Realisasi *interface* halaman data pengguna.

Gambar 4.7 di atas merupakan realisasi *interface* halaman data pengguna dari sistem monitoring keamanan rumah. Halaman ini menampilkan 3 kolom isian berupa kolom nama, *username* dan *password* yang akan digunakan pengguna untuk mengelola data seperti mengubah nama, *password* dan *username*.

d. Halaman Rumah



No	Tanggal	Waktu Zone	Status
1	2020-05-09	Pagi	Normal
2	2020-05-09	Siang	Normal
3	2020-05-09	Sore	Normal
4	2020-05-09	Malam	Normal

Gambar 4. 8 Realisasi *interface* halaman rumah.

Gambar 4.8 di atas merupakan realisasi *interface* halaman rumah dari sistem monitoring keamanan rumah. Halaman ini menampilkan data tabel dengan isi berupa data tanggal, waktu dan status. Data tersebut merupakan data hasil pengolahan klasifikasi dengan metode SVM.

4.1.5 Realisasi Pembangunan Program Pada Mikrokontroler

Realisasi pembangunan program pada mikrokontroler ini diaplikasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman C dan IDE yang digunakan adalah Arduino IDE. Program yang dibangun pada tahap ini yaitu program untuk mengambil data dari sensor saat terdeteksi gerakan dan program untuk mengambil gambar jika sensor aktif, program untuk menyambungkan mikrokontroler dengan internet dan MQTT *broker* serta program untuk mengirimkan data sensor ke MQTT *broker*. Berikut merupakan penjelasan *source code* program pada mikrokontroler.

```
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include "esp_camera.h"
#include "Arduino.h"
#include "FS.h"
#include "SD_MMC.h"
#include "soc/soc.h"
#include "soc/rtc_cntl_reg.h"
#include "driver/rtc_io.h"
#include <EEPROM.h>
```

Source code di atas merupakan *library-library* yang digunakan pada program.

Fungsi dari tiap *library* di atas adalah sebagai berikut:

1. `WiFi.h` adalah *library* yang digunakan untuk mengakses WiFi.
2. `PubSubClient.h` adalah *library* yang digunakan untuk membangun komunikasi MQTT sehingga dapat melakukan proses *publish* dan *subscribe* antara perangkat dengan *broker*.
3. `esp_camera.h` adalah *library* yang digunakan untuk mendeklarasikan kamera ESP32-CAM.
4. `Arduino.h` adalah *library* yang digunakan untuk mendeklarasikan *arduino*.
5. `FS.h` adalah *library* yang digunakan sebagai sistem file untuk menyimpan data sketsa dan file konfigurasi untuk *SD card*.
6. `SD_MMC.h` adalah *library* yang digunakan untuk mengelola *file SD card*.
7. `soc/soc.h` adalah *library* yang digunakan untuk menonaktifkan masalah.

8. `soc/rtc_cntl_reg.h` adalah *library* yang digunakan untuk menonaktifkan masalah.
9. `EEPROM.h` adalah *library* yang digunakan untuk menyimpan data. Sangat berguna untuk menyimpan pengaturan, mengumpulkan set data atau penggunaan lainnya di mana perlu menyimpan data bahkan jika daya dimatikan. *Library* ini memungkinkan membaca dan menulis *byte*.

```
#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
```

Source code di atas merupakan *code* untuk mendefinisikan pin kamera model AI-Thinker.

```
int pictureNumber = 0;
int inputPin = 13;
int pir = LOW;
bool val = 0;
```

Source code di atas merupakan *code* untuk mendefinisikan variabel yaitu `pictureNumber` untuk urutan nama gambar, `inputPin` adalah pin input untuk sensor pir, `pir` untuk mengasumsikan tidak ada gerakan yang terdeteksi dan `val` variabel untuk membaca status pin.

```
void setup() {
  WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0);
  Serial.begin(115200);
  Serial.setDebugOutput(true);

  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);
  client.setCallback(callback);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(inputPin, INPUT);
}
```

Source code di atas merupakan *code* fungsi `void setup()` untuk mengatur modul yang digunakan. `setup_wifi` merupakan pengaturan untuk memanggil fungsi `setup_wifi()`, `client.setServer` merupakan pengaturan untuk mengatur *server* yang digunakan dengan parameter nilai variabel `mqtt_server` dan *port* 1883.

```
void setup_wifi() {  
  
    delay(10);  
    Serial.println();  
    Serial.print("Connecting to ");  
    Serial.println(ssid);  
  
    WiFi.begin(ssid, password);  
  
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
        delay(500);  
        Serial.print(".");  
    }  
  
    Serial.println("");  
    Serial.println("WiFi connected");  
    Serial.println("IP address: ");  
    Serial.println(WiFi.localIP());  
  
    if (client.connect(clientID)) {  
        Serial.println("Connected to MQTT Broker!");  
    }  
    else {  
        Serial.println("Connection to MQTT Broker failed...");  
    }  
}
```

Source code di atas merupakan *code* fungsi `void setup_wifi()` untuk mengatur proses koneksi mikrokontroler ESP32-CAM dengan jaringan internet dan MQTT yaitu dengan mengambil nilai variabel `ssid` dan `password` yang telah dideklarasikan sebelumnya.

```
void reconnect() {  
    while (!client.connected()) {  
        Serial.print("Attempting MQTT connection...");  
        if (client.connect(clientID)) { // jika konek  
            Serial.println("connected");  
            client.publish("test/coba", "hello world");  
        } else {  
            Serial.print("failed, rc=");  
            Serial.print(client.state());  
            Serial.println(" try again in few seconds");  
            delay(1);  
        }  
    }  
}
```

Source code di atas merupakan *code* fungsi `void reconnect()` untuk mengatur proses koneksi kembali mikrokontroler ESP32-CAM dengan jaringan internet dan MQTT jika koneksi internet terganggu dan tidak bisa terhubung.

```
void loop() {  
  
    if (!client.connected()) {  
        reconnect();  
    }  
    client.loop();  
}
```

Source code di atas merupakan *code* fungsi `void loop()` untuk melakukan pengulangan dalam pembacaan nilai sensor yang digunakan. Fungsi ini akan berjalan jika mikrokontroler ESP32-CAM sudah terhubung dengan internet dan MQTT *broker*.

```
if(psramFound()){  
    config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA; // FRAMESIZE_ +  
    QVGA|CIF|VGA|SVGA|XGA|SXGA|UXGA  
    config.jpeg_quality = 10;  
    config.fb_count = 2;  
} else {  
    config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;  
    config.jpeg_quality = 12;  
    config.fb_count = 1;  
}  
  
// Init Camera  
esp_err_t err = esp_camera_init(&config);  
if (err != ESP_OK) {  
    Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);  
    return;  
}  
  
Serial.println("Starting SD Card");  
  
delay(500);  
if(!SD_MMC.begin()){  
    Serial.println("SD Card Mount Failed");  
    //return;  
}  
  
uint8_t cardType = SD_MMC.cardType();  
if(cardType == CARD_NONE){  
    Serial.println("No SD Card attached");  
    return;  
}  
  
camera_fb_t * fb = NULL;  
  
// Take Picture with Camera  
fb = esp_camera_fb_get();  
if(!fb) {  
    Serial.println("Camera capture failed");  
    return;  
}
```

```

}
// initialize EEPROM with predefined size
EEPROM.begin(EEPROM_SIZE);
pictureNumber = EEPROM.read(0) + 1;

// Path where new picture will be saved in SD Card
String path = "/picture" + String(pictureNumber) + ".jpg";

fs::FS &fs = SD_MMC;
Serial.printf("Picture file name: %s\n", path.c_str());

File file = fs.open(path.c_str(), FILE_WRITE);
if(!file){
  Serial.println("Failed to open file in writing mode");
}
else {
  file.write(fb->buf, fb->len); // payload (image), payload length
  Serial.printf("Saved file to path: %s\n", path.c_str());
  EEPROM.write(0, pictureNumber);
  EEPROM.commit();
}
file.close();
esp_camera_fb_return(fb);

delay(1000);

```

Source code di atas merupakan bagian *code* void loop() untuk melakukan pengambilan gambar. Dilakukan pengecekan atau inisialisasi kamera dan SD card terlebih dahulu, lalu pengambilan gambar, inisialisasi EEPROM dengan ukuran yang telah ditentukan dan inisialisasi tempat gambar baru akan disimpan di SD card.

```

val = digitalRead(inputPin); // membaca input value
if (val == HIGH) {          // cek jika input HIGH
  digitalWrite(4, HIGH);    // turn LED ON
  if (pir == LOW) {
    Serial.println("Motion detected!");
    pir = HIGH;
  } else {
    digitalWrite(4, LOW); // turn LED OFF
    if (pir == HIGH){
      Serial.println("Motion ended!");
      pir = LOW;
    }
  }
}
}

```

Source code di atas merupakan bagian *code* void loop() untuk mengambil data sensor dan led On/OFF.

```

String pir = "";
pir += val;

client.publish("test/pir", (char*) pir.c_str());

```

Source code di atas merupakan bagian *code* void loop() untuk melakukan pengulangan dalam pembacaan nilai sensor. Hasil pembacaan sensor tersebut akan di-

publish ke MQTT *broker* dalam bentuk *string*. Fungsi ini akan berjalan jika mikrokontroler ESP32-CAM telah terhubung dengan internet dan MQTT *broker*.

4.1.6 Realisasi Pembangunan Komunikasi Protokol MQTT pada Sistem

Realisasi pembangunan komunikasi data MQTT pada sistem monitoring keamanan rumah ini dibangun sesuai dengan rancangan komunikasi MQTT pada bab sebelumnya. Komunikasi protokol MQTT pada sistem dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *python* yang berperan sebagai MQTT *client*. Komunikasi data MQTT ini dilakukan pada mikrokontroler untuk *publish* data ke *broker* dan menggunakan program *python* untuk *subscribe* atau mengambil data dari *broker* dan menyimpannya ke *database*. Berikut merupakan penjelasan *source code* komunikasi data MQTT.

```
import paho.mqtt.client as mqtt
import pymysql
import time
```

Source code di atas merupakan *library* yang akan digunakan untuk menjalankan komunikasi MQTT. Adapun *library* yang digunakan pada program ini yaitu `paho.mqtt.client as mqtt` merupakan *library* yang melakukan komunikasi melalui protokol MQTT yaitu menjalankan aktivitas *publish* dan *subscribe*. *Library* `pymysql` merupakan *library* yang digunakan untuk mengakses dan menjalankan fungsi yang berkaitan dengan *database* MySQL. Sedangkan *library* `time` merupakan *library* yang digunakan untuk mengakses dan menjalankan fungsi yang berkaitan dengan waktu.

```
pir = '';
```

Source code di atas merupakan pendeklarasian variabel yang akan digunakan pada program. Variabel yang digunakan yaitu “pir”.

```
def on_connect(client, userdata, flags, rc):
    print("Connected With Result Code {}".format(rc))
    client.subscribe("test/pir")
```

Source code di atas merupakan fungsi `on_connect()` yang didalamnya terdapat proses *subscribe* atau menerima pesan dari *broker* melalui topik yang membawa pesan. Topik yang digunakan dalam fungsi ini yaitu `test/pir`.

```
def on_message_pir(client, userdata, message):
```

```

global pir
print("(Subscribe) Menerima Nilai PIR:")
print(message.payload.decode())
#print(message.topic)
pir = message.payload.decode()

```

Source code di atas merupakan fungsi yang digunakan untuk menerima pesan dan membaca isi pesan dari topik yang telah ditentukan sebelumnya yang disimpan dalam variabel `pir`.

```

broker_address = "broker.hivemq.com"
broker_portno = 1883
client = mqtt.Client()
mqtt.Client.connected_flag=False
client.on_connect = on_connect
client.on_disconnect = on_disconnect

```

Source code di atas merupakan pendeklarasian variabel-variabel yang akan digunakan untuk membangun komunikasi melalui protokol MQTT. `broker_address` merupakan alamat *broker* MQTT, `broker_portno` merupakan *port* yang digunakan untuk mengakses *broker* dan `client` merupakan pembuatan objek MQTT *client*.

```

client.message_callback_add("test/pir", on_message_pir)

```

Source code di atas merupakan *code* fungsi `message_callback_add()` yang memiliki parameter topik dan fungsi dan digunakan untuk membaca pesan pada topik tersebut.

```

client.connect(broker_address, broker_portno)
client.loop_start()

```

Source code di atas merupakan *code* yang digunakan untuk memulai koneksi menggunakan protokol MQTT dengan fungsi `connect()` yang memiliki parameter berupa variabel `broker_address` dan `broker_portno` yang telah dideklarasikan sebelumnya.

```

tanggal = time.strftime('%Y-%m-%d')
waktu = time.strftime('%H:%M:%S')

```

Source code di atas merupakan variabel tanggal dan waktu. Variabel tanggal digunakan untuk mengambil tanggal saat ini dan variabel waktu digunakan untuk mengambil waktu *server* saat ini.

```

sql = "INSERT INTO perangkat(id, pir, tanggal, waktu) \
VALUES ('%s', '%s', '%s', '%s') " % \

```

```
('', pir, tanggal, waktu)
```

Source code di atas merupakan *query* yang digunakan untuk melakukan proses menyimpan data ke *database*.

4.1.7 Realisasi Pembangunan Metode SVM

Realisasi pembangunan metode SVM pada sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan manusia di depan rumah ini dibangun sesuai rancangan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Dilakukan pelatihan data dengan metode SVM dan disimpan sebagai data latih, ketika akan dilakukan pengujian maka data latih yang sudah disimpan tersebut tinggal dimuat (*load*).

Pada pembangunan metode ini, semua data dari sensor pada database MySQL akan disimpan ke dalam format CSV untuk dapat dilakukan *processing* data sebagai data *sample*. Dilakukan pelabelan kategori pergerakan aktivitas kedalam 2 kategori yaitu kategori 0 dan kategori 1.

```
import pandas as pd
df = pd.DataFrame(myresult)
df.to_csv("ayo.csv", header=False, index=False)
```

Source code di atas merupakan *query* mengambil data dari *database* menyimpan data ke dalam format CSV dengan memisahkan range waktu antara pagi, siang, sore dan malam berdasarkan waktu dikirimnya data oleh MQTT. Semua data dari CSV akan disimpan dalam *array* yang dipisahkan per waktu. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pemberian label klasifikasi yang berupa zona waktu yaitu pagi, siang, sore dan malam yang akan diproses oleh SVM.

```
f = open('ayo.csv', 'r')
today = ''
#zona waktu
pagi = []
siang = []
sore = []
malam = []

mal = []
pag = []
sia = []
sor = []

i = 0
for row in f:
    if i!=0:
        x = row.split(',')
```

```

        if today != x[2]:
            today = x[2]
            if(len(mal)>0):
                print(x[2])
                malam.append(mal)
                pagi.append(pag)
                siang.append(sia)
                sore.append(sor)
            mal = []
            pag = []
            sia = []
            sor = []
        h,m,s = x[3].split(':')
        h = int(h)
        if (h >= 0 and h<5) or (h >= 23):
            mal.append(x[1])
        elif (h >= 4 and h<11):
            pag.append(x[1])
        elif (h >= 11 and h<17):
            sia.append(x[1])
        elif (h >= 17 and h<23):
            sor.append(x[1])
    i+=1

import numpy as np #import numpy
pagi = np.array(pagi)
siang = np.array(siang)
sore = np.array(sore)
malam = np.array(malam)

X = np.vstack((pagi, siang, sore, malam))

import pandas as pd
df = pd.DataFrame(X)
df.to_csv("svmuji.csv", header=False, index=False)

```

Source code di atas merupakan *query* melabelkan atau mengelompokkan data pada waktu yang diinginkan dan menyimpan data tersebut ke dalam file dengan format yang dapat diproses oleh metode SVM. Setelah dipisahkan dalam *array* yang berbeda, setiap *array* dikonversi dalam *numpy array*. Setelah menjadi format *numpy* semua data disatukan menggunakan *vstack* pada *numpy* sehingga pemberian label tinggal mengikuti jumlah data masing-masing anggota *array*.

```

from sklearn.svm import SVC
import numpy as np
import pandas as pd
dataset = pd.read_csv('svmdata.csv')
status = pd.read_csv('svmstatus.csv')
X = np.array(dataset)
y = np.array(status)
spm = SVC()
clf = spm.fit(X,y)

```

Source code di atas merupakan *query* metode SVM yang dilakukan fit *training* data pada data latih dan data statusnya. Ketika dilakukan pengujian metode maka *code* di atas akan dimuat (*load*).

4.2 Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pengujian sistem merupakan proses pengujian perangkat keras, perangkat lunak dan penerapan metode dalam sistem untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan peneliti. Kemudian proses evaluasi sistem dilakukan jika sistem belum berjalan sesuai dengan yang diharapkan peneliti. Pengujian perangkat keras sistem dilakukan dengan melakukan percobaan terhadap perangkat keras, termasuk di dalamnya melakukan kalibrasi terhadap sensor yang digunakan. Pengujian perangkat lunak sistem dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap fungsi dari sistem monitoring keamanan rumah berbasis *web*. Proses pengujian penerapan metode dilakukan dengan menentukan akurasi dari metode. Kemudian untuk pengujian keseluruhan sistem dilakukan di pintu depan rumah selama 5 hari untuk melihat kondisi pergerakan di depan rumah.

4.2.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras

Proses pengujian perangkat keras sistem monitoring keamanan rumah ini menggunakan metode pengujian *black box*, yaitu menguji perangkat keras dari segi fungsionalnya saja. Pengujian perangkat keras ini digunakan untuk mengetahui apakah fungsi dan keluaran dari perangkat keras yang digunakan sudah sesuai atau tidak. Berikut merupakan hasil pengujian dari perangkat keras yang digunakan.

1. Pengujian Sensor PIR

Pada pengujian sensor PIR ini, sensor ditempatkan di depan pintu rumah untuk mendeteksi sinyal gerakan manusia. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor yang terdapat pada rangkaian perangkat keras sistem apakah dapat bekerja dengan baik atau tidak dalam mendeteksi keberadaan seseorang dalam jarak tertentu. Pengujian dilakukan pada jarak sensor dengan sumber gerak pada rentang 1 meter hingga 7.5 meter dengan 5 responden yang berbeda. Pengujian sensor dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Pengujian sensor PIR.

Hasil pembacaan sensor PIR dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4. 1 Hasil sensor PIR.

No.	Jarak (cm)	Kondisi PIR	Deteksi Gerak
1.	100	<i>High</i>	Terdeteksi
2.	150	<i>High</i>	Terdeteksi
3.	200	<i>High</i>	Terdeteksi
4.	250	<i>High</i>	Terdeteksi
5.	300	<i>High</i>	Terdeteksi
6.	350	<i>High</i>	Terdeteksi
7.	400	<i>High</i>	Terdeteksi
8.	450	<i>High</i>	Terdeteksi
9.	500	<i>High</i>	Terdeteksi
10.	550	<i>High</i>	Terdeteksi
11.	600	<i>High</i>	Terdeteksi
12.	650	<i>Low</i>	Tidak Terdeteksi
13.	700	<i>Low</i>	Tidak Terdeteksi
14.	750	<i>Low</i>	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa sensor bekerja dengan baik dan mampu mendeteksi gerakan pada rentang jarak optimal yaitu 6 meter dari sumber gerak. Saat objek manusia bergerak maka objek tersebut

memancarkan gelombang *infrared* sehingga keluaran sensor PIR akan menjadi *High* atau logika 1 dan menandakan adanya gerakan yang terjadi di depan rumah. Pada pengujian ini objek yang dideteksi adalah responden dengan jarak lurus di depan sensor PIR.

2. Pengujian *Camera* ESP32-CAM

Pada pengujian *camera* ini, setelah sensor PIR mendeteksi gerakan maka *camera* akan diaktifkan. *Camera* akan mengambil gambar objek dan menyimpan data di *SD card*. Hasil pengujian *camera* dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Tabel 4. 2 Hasil pengujian *camera*.

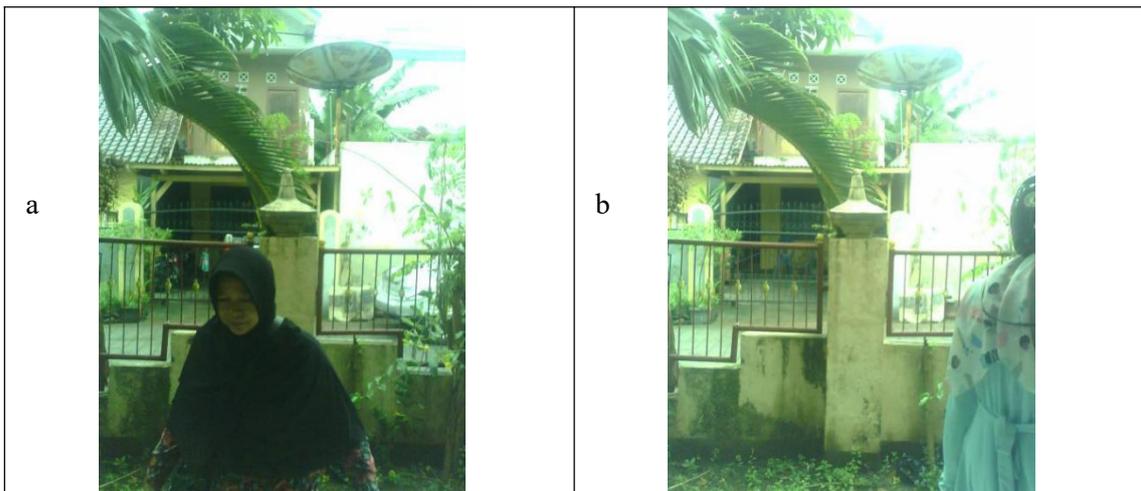
Waktu (detik)	Deteksi Gerak	Hasil <i>Camera</i>
1	Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
2	Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
3	Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
4	Terdeteksi	Mengambil Gambar
5	Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
6	Tidak Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
7	Tidak Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
8	Tidak Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
9	Tidak Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
10	Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
11	Terdeteksi	Tidak Mengambil Gambar
12	Terdeteksi	Mengambil Gambar

Saat objek manusia bergerak maka LED akan menyala atau ON tapi jika objek manusia diam maka LED akan OFF. Jika objek manusia bergerak maka objek tersebut akan memancarkan gelombang *infrared* sehingga keluaran sensor PIR akan terdeteksi. Hal ini membuat mikrokontroler menyalakan LED sesuai program yang telah dibuat dan *camera* siap mengambil gambar. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa pada detik ke-1, ke-2 dan ke-3 terdeteksi gerakan, *camera* belum mengambil gambar dikarenakan mikrokontroler dalam tahap pengecekan penyimpanan gambar di *SD card* dan proses LED menyala atau ON. Pada detik ke-4 terdeteksi Gerakan dan ESP32-CAM merespon dengan baik dalam pengambilan gambar. Pada kondisi tidak terdeteksi gerakan maka tidak ada pengambilan gambar. ESP32-

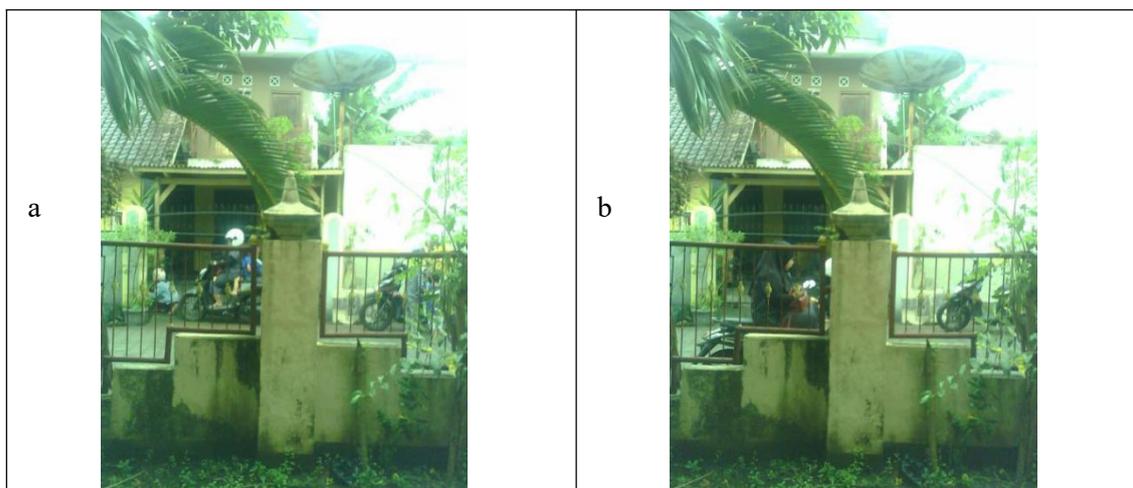
CAM merespon gambar selang 2 hingga 3 detik dari deteksi gerak pertama. Hasil pengambilan gambar menggunakan *camera* OV2640 dapat dilihat pada Gambar 4.10, Gambar 4.11, Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



Gambar 4. 10 Hasil *camera* pagi hari.



Gambar 4. 11 Hasil *camera* siang hari.



Gambar 4. 12 Hasil *camera* sore hari.



Gambar 4. 13 Hasil *camera* malam hari.

Berdasarkan pengujian *camera* pada waktu yang berbeda-beda didapatkan hasil bahwa *camera* berfungsi dengan baik dan menampilkan hasil yang jernih saat adanya cahaya pada waktu pagi, siang dan sore hari seperti pada Gambar 4.10, Gambar 4.11 dan Gambar 4.12. Saat malam hari *camera* kurang dapat menampilkan hasil yang jelas karena kurangnya cahaya. Hasil gambar malam hari lebih jelas terlihat pada objek dengan jarak kurang dari 3 meter seperti pada Gambar 4.13 a, sedangkan pada objek dengan jarak lebih dari 3 meter kurang jelas terlihat seperti pada Gambar 4.13 b.

4.2.2 Hasil Pengujian *Web* Sistem Monitoring

Proses pengujian *web* sistem monitoring ini dilakukan dengan metode pengujian *black box*. Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi atau fitur yang ada di dalam *web* sistem monitoring keamanan rumah. Berikut merupakan hasil pengujian fungsi-fungsi yang ada di web sistem monitoring.

1. Pengujian Fungsi *Login*

Pengujian fungsi *login* ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik dan benar saat *user* atau pengguna masuk ke dalam sistem. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi *login* sudah berjalan dengan baik dan benar. Tabel 4.3 di bawah ini merupakan hasil pengujian fungsi *login* yang telah dilakukan.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian fungsi *login*.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Form username</i> dan <i>password</i> diisi dengan data yang benar	Proses <i>login</i> berhasil, pengguna akan memasuki sistem dan sistem akan menampilkan halaman <i>dashboard</i>	Sesuai	Valid
2.	<i>Form username</i> dan <i>password</i> diisi dengan data yang tidak benar	Proses <i>login</i> tidak berhasil dan akan menampilkan kembali halaman <i>login</i>	Sesuai	Valid

2. Pengujian Fungsi Mengubah Data Pemilik

Pengujian fungsi ubah data pemilik ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik dan benar saat *user* atau pengguna mengubah nama, *password* dan *username*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi ubah data pemilik sudah berjalan dengan baik dan benar. Tabel 4.4 di bawah ini merupakan hasil pengujian fungsi ubah data pemilik yang telah dilakukan.

Tabel 4. 4 Hasil pengujian fungsi ubah data pemilik.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Form nama username</i> dan <i>password</i> diisi dan di lengkapi dengan berbagai ketentuan	Fungsi ubah data pemilik berhasil dan <i>user</i> akan diarahkan kembali ke halaman ubah data pemilik	Sesuai	Valid

3. Pengujian Fungsi Menampilkan Grafik

Pengujian fungsi menampilkan grafik ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik dan benar saat *user* atau pengguna ingin melihat grafik kualitas pergerakan manusia di depan rumah pada hari itu. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi menampilkan grafik sudah berjalan dengan baik dan benar. Tabel 4.5 di bawah ini merupakan hasil pengujian fungsi menampilkan grafik yang telah dilakukan.

Tabel 4. 5 Hasil pengujian fungsi menampilkan grafik.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Ada nilai gerak yang disimpan	Fungsi menampilkan grafik berhasil dan user akan melihat grafik pada hari diaksesnya <i>website</i>	Sesuai	Valid
2	Tidak ada nilai gerak yang disimpan	Fungsi menampilkan grafik gagal dengan tidak ada grafik yang ditampilkan	Sesuai	Valid

4. Pengujian Fungsi menampilkan Hasil Metode

Pengujian fungsi menampilkan hasil metode ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik dan benar saat *user* atau pengguna ingin melihat hasil akhir dari kondisi pergerakan manusia di depan rumahnya. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi menampilkan hasil sudah berjalan dengan baik dan benar. Tabel 4.6 di bawah ini merupakan hasil pengujian fungsi menampilkan grafik yang telah dilakukan.

Tabel 4. 6 Hasil pengujian fungsi menampilkan hasil metode.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Ada nilai hasil metode yang disimpan	Fungsi menampilkan tabel hasil metode berhasil dan user akan melihat semua data hasil metode hari-hari sebelum diaksesnya <i>website</i>	Sesuai	Valid
2.	Tidak ada nilai hasil metode yang disimpan	Fungsi menampilkan tabel hasil metode gagal dengan tidak ada data yang ditampilkan	Sesuai	Valid

4.2.3 Hasil Pengujian Metode SVM

Pada proses pengujian metode SVM ini, dataset yang digunakan sebanyak 32 data dengan komposisi 70% data latih dan 30% data uji. Dari hasil pengujian metode dengan menggunakan kernel linear menunjukkan hasil akurasi sebesar 90%. Adanya perbedaan pola pergerakan antar zona waktu (pagi, siang, sore dan malam) dan persamaan antar data dalam zona waktu yang sama dihari yang berbeda menghasilkan akurasi yang tinggi. Hasil pengujian pengukuran tingkat *performance* sistem dengan melakukan evaluasi pada parameter *precision*, *recall* dan *f1-score* klasifikasi bisa dilihat pada *confusion matrix* Gambar 4.15 berikut ini.

		precision	recall	f1-score	support
	0	0.90	1.00	0.95	9
	1	0.00	0.00	0.00	1
	accuracy			0.90	10
	macro avg	0.45	0.50	0.47	10
	weighted avg	0.81	0.90	0.85	10

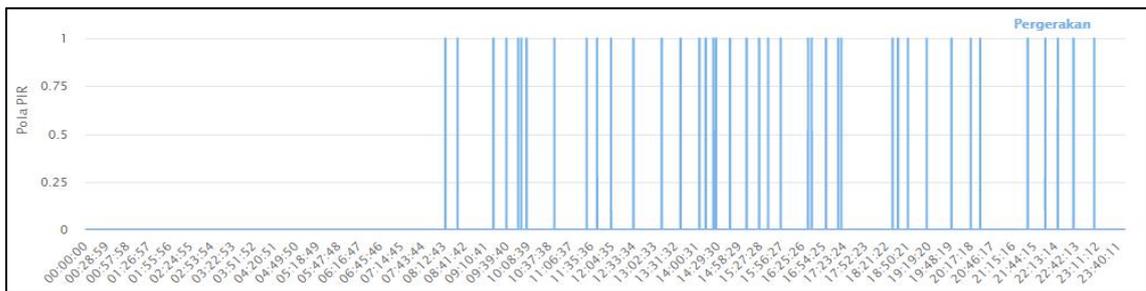
Gambar 4. 14 Hasil pengujian metode SVM.

Hasil evaluasi menunjukkan akurasi *f1-score* yang tinggi yaitu 0.90 dengan *macro avg* 0.47 dan *weighted avg* 0.85. Hasil ini sangat bergantung pada korelasi antara data yang dihasilkan PIR.

4.2.4 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian fungsi keseluruhan sistem ini akan dilakukan sebuah skenario pengujian agar dapat mengetahui jika sistem dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan adalah dengan meletakkan perangkat di depan pintu rumah pada ketinggian 1,5 meter di atas permukaan tanah. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan selama 5 hari pada tanggal 9 Mei 2020 mulai dari pukul 00.00 WITA sampai pukul 23.59 WITA dan pada tanggal 13 Mei 2020 hingga 16 Mei pada jam yang sama. Sensor akan melakukan pembacaan jika terdapat pergerakan. Kemudian berdasarkan data pembacaan sensor akan diolah dengan metode SVM diklasifikasikan masuk ke dalam kelas apa. Ketika akan dilakukan pengujian maka data latih yang sudah disimpan sebelumnya tinggal dimuat (*load*). Seluruh data pembacaan sensor dan status hasil metode akan

dikirimkan ke *database* dan ditampilkan di sistem web. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.



Gambar 4. 15 Grafik data pengujian tanggal 9 Mei 2020.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa alat monitoring keamanan rumah telah berhasil mendapatkan data pergerakan manusia di depan rumah. Gambar 4.15 di atas merupakan data hasil pengambilan sensor yang dimuat dalam sebuah grafik. Grafik data kondisi pergerakan dinyatakan dalam 2 nilai yaitu nilai 1 menandakan adanya pergerakan dan nilai 0 tidak ada pergerakan yang terjadi. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada dini hari tidak terjadi adanya pergerakan yang banyak, pergerakan terjadi pada sekitar pukul 10:00 dimana sering terjadinya pergerakan pada setiap harinya. Kemudian terjadi banyak pergerakan di jam-jam aktif aktivitas seperti sekitar pukul 14:00 dan sekitar pukul 17:00.

Setelah dilakukan simulasi pada pengujian perangkat, kemudian dilakukan klasifikasi terhadap data dengan metode yang digunakan. Berikut merupakan hasil data yang telah tersimpan pada sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 4.16.

No	Tanggal	Waktu Zone	Status
1	2020-05-09	Pagi	Normal
2	2020-05-09	Siang	Normal
3	2020-05-09	Sore	Normal
4	2020-05-09	Malam	Normal
5	2020-05-13	Pagi	Normal
6	2020-05-13	Siang	Normal
7	2020-05-13	Sore	Normal
8	2020-05-13	Malam	Normal
9	2020-05-14	Pagi	Normal
10	2020-05-14	Siang	Normal
11	2020-05-14	Sore	Normal
12	2020-05-14	Malam	Tidak Normal
13	2020-05-15	Pagi	Tidak Normal
14	2020-05-15	Siang	Normal
15	2020-05-15	Sore	Normal
16	2020-05-15	Malam	Normal
17	2020-05-16	Pagi	Normal
18	2020-05-16	Siang	Normal
19	2020-05-16	Sore	Normal
20	2020-05-16	Malam	Normal

Gambar 4. 16 Hasil klasifikasi metode.

Data pola pergerakan hasil sensor selama 6 jam penuh akan diuji berdasarkan zona waktu kejadian. Setelah data pergerakan tercatat selama 6 jam maka akan diklasifikasikan dengan metode SVM pada zona waktu yang sama sesuai waktu terjadinya pergerakan tersebut. Setelah pengujian metode pada data sensor dilakukan maka dihasilkan data status hasil klasifikasi berdasarkan 2 kelas yaitu normal dan tidak. Hasil klasifikasi pola pergerakan akan disimpan ke dalam database dan ditampilkan pada tabel hasil klasifikasi metode.

Gambar 4.16 merupakan hasil klasifikasi data dengan metode SVM. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa data yang dihasilkan pada tanggal 9, 13 dan 16 Mei 2020 selama 24 jam adalah pergerakan normal yang terjadi di sekitar rumah. Pada tanggal 14 Mei zona malam hari dan 15 Mei zona pagi hari diklasifikasikan sebagai pergerakan tidak normal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sensor PIR mampu mendeteksi gerakan manusia dengan optimal pada jarak maksimal 6 meter dari sumber gerak. Selisih 4 meter kurangnya sensitifitas alat pada rata-rata jarak maksimal deteksi PIR 10 meter.
2. Protokol MQTT yang digunakan sebagai protokol komunikasi data antara rangkaian elektronika dan web sistem klasifikasi data *time series* pola pergerakan mengirim data berupa hasil sensor PIR yaitu logika 1 dan 0.
3. Berdasarkan hasil klasifikasi SVM yang diterapkan, sistem sudah mampu mengklasifikasikan kondisi normal dan tidak sesuai dengan skenario pengujian yang telah dilakukan. Nilai akurasi SVM yang didapat adalah 90%. Adanya perbedaan pola pergerakan antar zona waktu (pagi, siang, sore dan malam) dan persamaan antar data dalam zona waktu yang sama dihari yang berbeda menghasilkan akurasi yang tinggi.

5.2 Saran

Diharapkan jika penelitian ini dilanjutkan untuk kedepannya, agar dapat dipertimbangkan saran-saran berikut ini:

1. Diharapkan sistem yang dibangun dapat mengirimkan gambar atau video untuk ditampilkan kedalam *website* agar menambah pendukung faktor dalam monitoring.
2. Diharapkan kedepannya sistem ini lebih banyak menggunakan sensor dengan data yang lebih banyak dan akurat serta tersebar di beberapa lokasi agar implementasi sistem ini dapat lebih terlihat manfaatnya.
3. Diharapkan sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur untuk alarm dan pengenalan wajah sebagai *early warning* jika adanya aktivitas mencurigakan di depan rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. P. dan Keamanan, “Statistik Kriminal 2018,” *Badan Pusat Statistik Subdirektor Statistik Politik dan Keamanan*, Badan Pusat Statistik, Jakarta, p. 18, 2018.
- [2] P. Li, Z. Tan, L. Yan, and K. Deng, “Time Series Prediction of Mining Subsidence Based on a SVM,” *Int. J. Min. Sci. Technol.*, vol. 21, no. 4, pp. 557–562, 2011.
- [3] Y. Liao, J. Xu, and W. Wang, “A Method of Water Quality Assessment Based on Biomonitoring and Multiclass Support Vector Machine,” *J. Procedia Environ. Sci.*, vol. 10, pp. 451–457, 2011.
- [4] R. P. N. Budiarti, N. Widiyatmoko, M. Hariadi, and M. H. Purnomo, “Klasifikasi Air Sungai Berbasis Kombinasi Teknologi Iot-Big Data Menggunakan SVM,” Institut Teknologi Sepuluh November, 2016.
- [5] Y. P. Madoi, *Rancang Bangun Alat Pengaman Rumah Menggunakan Sensor PIR (Passive Infrared) Berbasis SMS Gateway*, Skripsi. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, 2018.
- [6] J. Lestari and G. Gata, “Webcam Monitoring Ruangan Menggunakan Sensor Gerak PIR (Passive Infra Red),” *BIT J.*, vol. 8, no. 2, pp. 1–11, 2011.
- [7] M. I. Kurniawan, U. Sunarya, and R. Tulloh, “Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–15, 2018.
- [8] A. Setiawan and A. I. Purnamasari, “Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan,” in *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi*, 2019, pp. 148–154.
- [9] F. Hermawanto, “Deteksi Obyek Manusia Pada Sistem Keamanan Gedung Menggunakan Webcam,” *J. Technopreneur*, vol. 4, no. 2, pp. 127–130, 2016.
- [10] A. Lucky Fernandes, “Penerapan Motion Detection Pada Sistem Kamera Keamanan Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Web dengan Email Notification,” *J. Tek. Ibnu Sina*, vol. 3, no. 1, pp. 11–19, 2018.

- [11] R. Permana, Rumani, and U. Sunarya, “Perancangan Sistem Keamanan dan Kontrol Smart Home Berbasis Internet of Things,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 4015–4022, 2017.
- [12] AI-Thinker, “ESP32 Cam Module,” *AI-Thinker Technology*, Shenzhen, pp. 1–4, 2017.
- [13] E. T. Indarto, E. Leksono, and E. M. Budi, “Perancangan Sistem Pendeteksi Kehadiran Manusia Menggunakan Sensor Kinect,” *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 7, no. 1, pp. 27–36, 2015.
- [14] W. Febriani, *Alat Pendeteksi Maling pada Rumah Menggunakan Sensor Passive Infrared Berbasis Arduino*, Skripsi. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2017.
- [15] Z. B. Abilovani, W. Yahya, and F. A. Bakhtiar, “Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 12, pp. 7521–7527, 2018.
- [16] P. Periyaldi, A. Bramanto, and A. Wajiansyah, “Implementasi Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Satnetcom Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queue Telemetry Transport (Mqtt),” *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 6, no. 1, pp. 23–29, 2018.