

Terbit online pada laman web jurnal: <http://jurnal.iaii.or.id>

JURNAL RESTI

(Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)

Vol. 3 No. 3 (2019) 451 - 457

ISSN Media Elektronik: 2580-0760

Pengembangan *Smart Home* Dengan *Microcontrollers ESP32* Dan *MC-38 Door Magnetic Switch Sensor* Berbasis *Internet of Things (IoT)* Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan

Andi Setiawan¹, Ade Irma Purnamasari²^{1,2} Teknik Informatika, STMIK IKMI Cirebon¹42andisetiawan@gmail.com, ²irma2974@yahoo.com

Abstract

Housing security when left for activities by its residents is a top priority that must be met by most residents of the bumi arumsari sumber housing community in Cirebon Regency. Based on the data obtained from the research, the objective developed from this research is to utilize *Smart Home* with an integrated *ESP32* microcontroller with a camera and *MC-38 door magnetic switch sensor* based on the *Internet of Things (IoT)* as a research base to detect the security of arumsari earth housing in Cirebon District when left by its inhabitants. *ESP32* microcontroller which can be programmed via *arduino IDE*, then functioned to respond to the integrated camera so that it can transmit images when the *MC-38 sensor door magnetic switch sensor* is active. Technically the combination of the *ESP32* microcontroller and *MC-38 door magnetic switch sensor*, which was developed as a prototype in this study is called the arumsari housing early detection system. The mechanism of the arumsari housing early detection system is when a house door or window is successfully forcibly broken without going through the system mechanism, then automatically an image or can also be developed into a video from a camera mounted on an *ESP32* microcontroller will send the image through a web framework or smartphone as a form early warning of security to housing owners. The results obtained from this study are at the angle of normally open *MC-38 door magnetic switch sensor* of 6° - 180° , will work sending an image signal which means there is an indication of a burglar or unknown person entering the house. Whereas at the normally closed angle *MC-38 door magnetic switch sensor* is 0° - 5° , it will not work sending an image signal which means the house is safe.

Keywords: *smart home*, *ESP32* microcontroller, *MC-38 magnetic door sensor switch*, *internet of things*, *web framework*

Abstrak

Keamanan perumahan saat ditinggal pergi beraktifitas oleh penghuninya menjadi prioritas utama yang harus dipenuhi oleh sebagian besar masyarakat penghuni perumahan bumi arumsari sumber kabupaten Cirebon. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian, tujuan yang dikembangkan dari penelitian ini adalah memanfaatkan *Smart Home* dengan *microcontroller ESP32* terintegrasi dengan kamera dan *MC-38 door magnetic switch sensor* berbasis *Internet of Things (IoT)* sebagai dasar penelitian untuk mendeteksi keamanan perumahan bumi Arumsari Sumber Kabupaten Cirebon pada saat ditinggal oleh penghuninya. *Microcontroller ESP32* yang dapat diprogram melalui *arduino IDE*, kemudian difungsikan untuk merespon kamera yang terintegrasi agar dapat mengirimkan gambar pada saat sensor *MC-38 door magnetic switch sensor* aktif. Secara teknis perpaduan antara *microcontroller ESP32* dan *MC-38 door magnetic switch sensor*, yang dikembangkan sebagai prototype dalam penelitian ini dinamakan sebagai sistem deteksi dini perumahan arumsari. Mekanisme dari sistem deteksi dini perumahan arumsari adalah ketika pintu rumah atau jendela berhasil dijebol secara paksa tanpa melalui mekanisme sistem, maka secara otomatis gambar atau bisa juga dikembangkan menjadi video dari kamera yang terpasang pada *microcontroller ESP32* akan mengirimkan gambar tersebut melalui *web framework* atau *smartphone* sebagai bentuk peringatan dini keamanan kepada pemilik perumahan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pada sudut *normally open MC-38 door magnetic switch sensor* sebesar 6° - 180° , akan bekerja mengirimkan sinyal gambar yang artinya ada indikasi pencuri atau orang yang tidak dikenal masuk rumah. Sedangkan pada sudut *normally closed MC-38 door magnetic switch sensor* sebesar 0° - 5° , tidak akan bekerja mengirimkan sinyal gambar yang berarti rumah dalam keadaan aman.

Kata kunci: *smart home*, *microcontroller ESP32*, *MC-38 door magnetic switch sensor*, *internet of things*, *web framework*.

© 2019 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Perumahan bumi Arumsari Sumber Kabupaten Cirebon adalah salah satu hunian yang memiliki populasi terbanyak diantara perumahan lainnya di kota dan kabupaten Cirebon. Dengan jumlah sebanyak 2459 kepala keluarga yang tersebar di 10 blok, perumahan bumi Arumsari memiliki permasalahan yang belum terpecahkan yaitu keamanan terutama pada saat ditinggal penghuninya beraktifitas disiang hari, karena hampir 65% lebih penduduknya bekerja disektor swasta atau pemerintah. Hal tersebut didapatkan dari hasil survei yang dilakukan terhadap penghuni perumahan bumi Arumsari, diambil sampel sebanyak 100 responden, dengan tingkat akurasi sebesar 90% dan tingkat error 10% diperoleh hasil 44 responden menyatakan sangat setuju keamanan menjadi prioritas, 38 responden menyatakan setuju keamanan menjadi prioritas, 17 responden menyatakan netral atau biasa saja, dan 1 dinyatakan tidak valid.

Berdasarkan data tersebut, maka yang menjadi latar belakang dari penelitian ini adalah adanya keinginan dari sebagian besar warga perumahan bumi Arumsari Sumber Kabupaten Cirebon, yang menghendaki adanya perangkat berbasis smart home yang dapat memantau kondisi rumah ketika ditinggal pergi oleh penghuninya dan terhubung dengan media internet atau *smartphone* berbasis *internet of things (IoT)*

Alasan atau tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan perangkat *smarthome* yang terhubung dengan internet atau *internet of things (IoT)*. Dengan perangkat *smarthome* berbasis *internet of things (IoT)* diharapkan dapat memberikan solusi untuk mendeteksi secara dini keamanan perumahan melalui internet atau bisa diaplikasikan melalui *smartphone*.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah *microcontroller ESP32-CAM* yang sudah dilengkapi dengan kamera untuk memberikan gambar atau video sedangkan *MC-38 door magnetic switch sensor* difungsikan sebagai pendeteksi pintu atau jendela perumahan dalam kondisi terbuka atau tertutup. Sedangkan untuk konfigurasi perangkat lunaknya melalui *arduino IDE* sebagai editor programnya dan web framework sebagai *interface* untuk menampilkan gambar dari *ESP32 built-in camera*.

Keunggulan dari *microcontroller ESP32* dengan *built-in camera* dibandingkan dengan *ESP8266*, *ESP32* menggunakan *NodeMCU* yang digunakan Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS sedangkan *ESP8266* menggunakan *NodeMCU* Xtensa Single-core 32-bit L106. Dari sisi *Bluetooth* dan *Wi-Fi*, *ESP32* sudah terintegrasi secara *System on Chip*, termasuk camera yang digunakan dalam penelitian ini sedangkan *ESP8266* terpisah yang artinya dari sisi alat yang dibutuhkan *ESP32* lebih unggul dibandingkan *ESP8266* yang membutuhkan banyak perangkat untuk tujuan penelitian yang sama. Kemudian *ESP32* memiliki pin

GPIO paling banyak yaitu 32 pin *GPIO* dibandingkan dengan *ESP8266* yang memiliki pin *GPIO* sebanyak 17 buah pin, sehingga dapat diputuskan pin yang akan difungsikan sebagai *UART*, *I2C*, atau *SPI* yang dapat disesuaikan dengan kode program yang akan dibuat, sehingga pada penelitian ini pemilihan *microcontroller ESP32* dan *MC-38 door magnetic switch sensor* sudah sesuai dengan tujuan penelitian yaitu pemanfaatan smart home untuk mendeteksi gangguan keamanan perumahan di bumi arumsari sumber kabupaten Cirebon.

Dari beberapa penelitian, menyebutkan bahwa *ESP32* memiliki banyak keunggulan bagi pengembangan project berbasis *internet of things (IoT)*, seperti menurut Luis Manuel Fernández-Ahumada dan rekan menyatakan bahwa “*ESP32-Lora with an internet connection via SIGFOX can monitor the Internet of Things based irrigation network*” [1]. Kemudian menurut Manuel Suárez-Albela dan rekan menyatakan bahwa “*System-on-Chip (SoC) ESP32 tested at different clock frequencies can provide lower energy consumption, so that the test results obtained ECDSA outperform RSA in all tests*” [2]. Sedangkan menurut Amjad Iqbal dan M. Tariq Iqbal menyatakan bahwa “*ESP32-LoRa is used for communication between two points or one point with SCADA units, ESP32 and dragino-uno-based LoRa gateways are implemented to change data to the server while local data is stored on the SD card*” [3]. Menurut Mehmet Tastan dan Hayrettin Gökozan dalam sebuah jurnal menyatakan “*ESP32 with sensor arrays GP2Y1010AU, MH-Z14, MICS-4514 and DHT22 can be used to measure the decrease in indoor air quality that is affected by the number of people in the house as well as natural emissions such as rest, cleanliness and cooking*” [4]. Sedangkan menurut Wen-Tsai Sung dan rekan dalam sebuah jurnal penelitian menyatakan bahwa “*The IoT architecture with ESP8266 microcontroller can be used for indoor temperature monitoring systems*” [5]. Kemudian menurut Lawrence Oriaghe Aghenta dan Mohammad Tariq Iqbal dalam sebuah jurnal menyatakan bahwa “*ESP32 microcontroller has a low voltage power consumption so that it can be combined on a Raspberry Pi server with Wi-Fi to monitor multiple sensors on a network*” [6]. Menurut Dani Sasmoko dan Dzyo Bachtiar dalam sebuah jurnal menyatakan bahwa “*ESP8266 microcontroller and temperature sensor can be used to detect and prevent babies from crying by measuring changes in room temperature in a baby box*” [7]. Sedangkan menurut Mainardo Gaudenzi Asinelli dan rekan dalam sebuah jurnal menyatakan bahwa “*ESP8266 microcontroller can be used to monitor cultural heritage such as museums, art galleries, historical archives, and other historic objects remotely at a very affordable cost in terms of the tools needed*” [8]. Kemudian menurut Toshiro Kodera Meisei dalam sebuah jurnal menyatakan bahwa “*The ESP32-PICO-D4 chip has all*

components for Wi-Fi and Bluetooth that can be used to build more efficient wireless communications at a low cost” [9]. Menurut Yogha Arieka Adnantha dan Wahyu Andhyka Kusuma dalam sebuah jurnal penelitian menyatakan bahwa “*Microcontroller ESP8266* dapat digunakan untuk otomatisasi pada suhu ruang dan kelembaban tanah pada sebuah *greenhouse* dengan web server sebagai interfacenya” [10]. Kemudian menurut Fathur Zaini Rachman dalam sebuah jurnal penelitian menyatakan bahwa “*ESP8266* berbasis *IoT* dapat digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) untuk memantau gas berbahaya di tempat pembuangan sampah (TPA).” [11]. Sedangkan menurut Qurotul Aini dan rekan dalam sebuah jurnal menyatakan bahwa “*Microcontroller ESP8266* dan sensor suhu yaitu *passive infra red (PIR)* dapat digunakan untuk mendeteksi keamanan” [12]. Hampir sama dengan penelitian Qurotul Aini, penelitian yang dilakukan oleh Jacqueline Waworundeng dan rekan menyatakan “*ESP8266* dan sensor *PIR* dapat digunakan sebagai pendeteksi gerakan untuk sistem keamanan pada sebuah rumah” [13]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Aulia Tiffani dalam sebuah jurnal menyatakan bahwa “*ESP8266* dan sensor *DHT22* dapat digunakan untuk memonitor suhu, kelembaban, dan kandungan gas amonia pada sebuah kandang sapi perah dengan memanfaatkan *IoT*” [14]. Sedangkan menurut Hanum Shirotu Nida dan rekan menyatakan bahwa “*ESP8266* dapat mengukur suhu udara pada sebuah *greenhouse* sekaligus mampu untuk menyimpan 100 data lebih dalam memori buffernya hingga jarak 50 meter” [15].

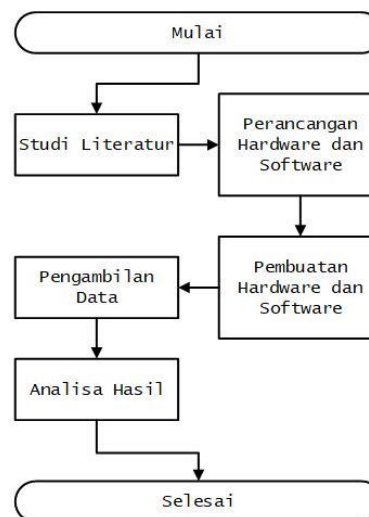
Dari kelima belas referensi tentang microcontroller ESP32 dan ESP8266 beserta seluruh sensornya dapat digunakan untuk aplikasi berbasis internet of things (IoT), sehingga penelitian ini tentang pengembangan *smart home* dengan *microcontrollers ESP32* dan *mc-38 door magnetic switch sensor* berbasis *internet of things (IoT)* untuk meningkatkan deteksi dini keamanan perumahan sangat relevan untuk dikembangkan.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang menguji keterkaitan variabel bebas yaitu mendeteksi dini keamanan perumahan dengan variabel terikat yaitu pengembangan *smart home* dengan *microcontroller ESP32* dan *mc-38 door magnetic switch sensor* berbasis *internet of things (IoT)* [16]. Sedangkan urutan dari metode penelitian eksperimen, terdiri dari Metodologi, Arsitektur *ESP32*, dan perbandingan *ESP32* dan *ESP8266*.

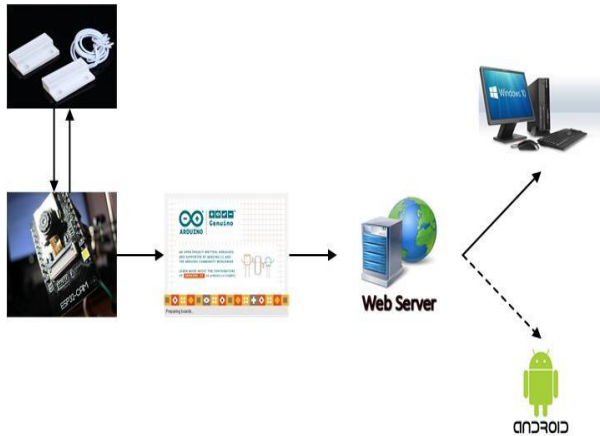
2.1. Metodologi

Metodologi dari penelitian ini, diilustrasikan pada gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 1 Metodologi Penelitian

Pada gambar 1 metodologi penelitian dapat diuraikan proses yang dilakukan dari penelitian yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Pada proses kesatu penelitian difokuskan pada referensi berupa jurnal penelitian, khususnya yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu mikro controller ESP32 dan ESP8266 sebagai mikro controller pembanding baik dari processornya maupun keunggulan fitur tambahan dari kedua mikro controller yang dilakukan pengujian. Setelah proses studi literatur dilanjutkan dengan perancangan hardware dan software yang dibutuhkan. Untuk hardware, alat atau bahan yang dibutuhkan adalah *microcontrollers ESP32* dan *mc-38 door magnetic switch sensor* sedangkan software yang dibutuhkan adalah Arduino IDE dan web server untuk menampilkan hasilnya. Kemudian proses berikutnya adalah pembuatan hardware dan software yang merupakan realisasi dari tahap sebelumnya yaitu perancangan. Sedangkan proses pengambilan data, dibutuhkan untuk mengukur sudut *normally open* yaitu sudut yang dibutuhkan saat pintu atau jendela terbuka dan *normally closed* yaitu sudut yang dibutuhkan saat pintu atau jendela tertutup. Gap antara sudut ditetapkan sebesar 5^0 derajat dari 0^0 derajat saat kondisi *normally closed* dan 180^0 derajat saat kondisi *normally open*. Kemudian dari data yang diperoleh dilakukan analisa untuk mengetahui berapa derajat dari *normally closed* sampai dengan *normally open* sehingga dapat diperoleh data yang akurat untuk mendeteksi secara dini keamanan perumahan dari pengembangan perangkat *smart home* dengan *microcontrollers ESP32* dan *mc-38 door magnetic switch sensor* berbasis *internet of things (IoT)*. Sedangkan diagram kerja dari hardware yang digunakan dalam penelitian ini, dapat diilustrasikan pada gambar 2.

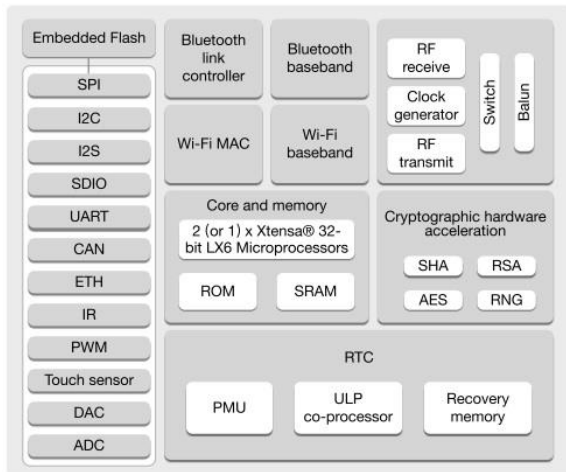


Gambar 2. Diagram Kerja Hardware

Dari gambar 2. diatas dapat dijelaskan kinerja dari hardware yang digunakan, pertama mikrokontroler *ESP32-CAM*, yang sudah dilengkapi kamera memberikan sinyal *normally closed* pada *MC-38 door magnetic switch sensor* yang terpasang pada pintu atau jendela. Ketika pintu atau jendela terbuka *MC-38 door magnetic switch sensor* memberikan sinyal *normally open* kemudian dibaca oleh mikrokontroler *ESP32-CAM* yang sudah diberikan instruksi melalui Arduino IDE. Kemudian mikrokontroler *ESP32-CAM* memberikan gambar ketika instruksi *normally open* aktif, yang diteruskan oleh web server untuk ditampilkan kedalam PC atau bisa juga melalui android sebagai bentuk peringatan dini keamanan perumahan.

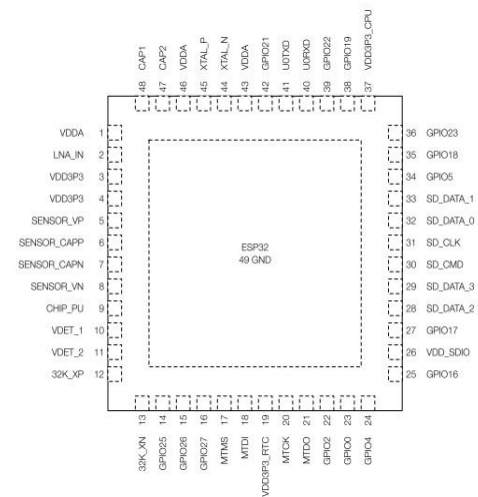
2.2. Arsitektur *ESP32*

Berikut blok diagram dari mikro kontroller *ESP32-CAM*, dapat diilustrasikan pada gambar 3. [17].



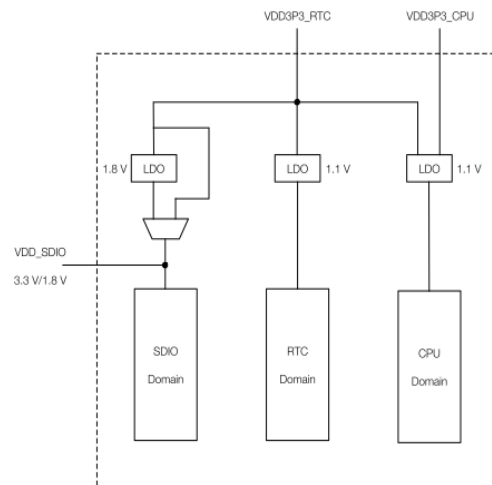
Gambar 3 Blok Diagram ESP32-CAM

Sedangkan pin layout dari mikro kontroller *ESP32-CAM*, dapat diilustrasikan pada gambar 4 [17].



Gambar 4. Pin Layout ESP32-CAM

Untuk layout daya yang digunakan oleh mikro kontroller *ESP32-CAM*, dapat diilustrasikan pada gambar 5. [17].



Gambar 5 Power Layout ESP32-CAM

2.3. Perbandingan *ESP32* dan *ESP8266*

ESP32 merupakan suksesor atau penerus dari *ESP8266* yang memiliki banyak fitur tambahan dan keunggulan dibandingkan generasi sebelumnya. Pada *ESP32* terdapat inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, GPIO yang lebih banyak, dan dukungan terhadap Bluetooth 4.2, serta konsumsi daya yang rendah. Berikut perbandingan antara mikro kontroller *ESP32* dan *ESP8266* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel Perbandingan Antara ESP32-CAM Dan ESP8266

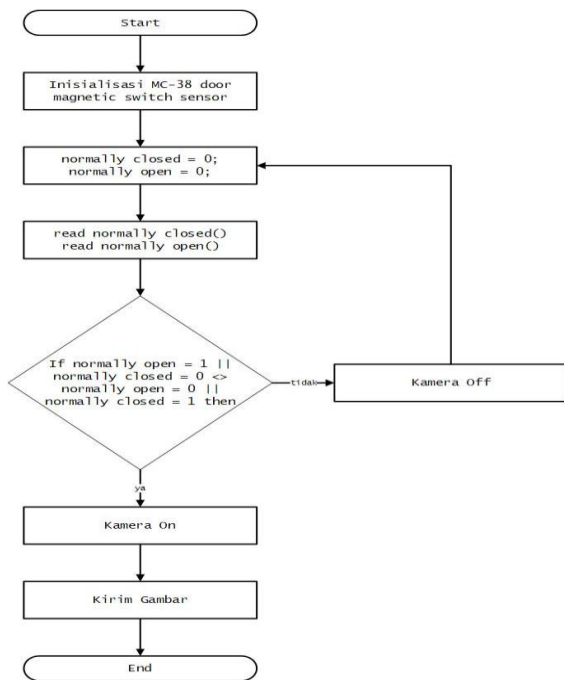
Modul	ESP8266	ESP32
MCU	Xtensa Single-core 32-bit L106	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS
Wi-Fi	802.11 b/g/n tipe HT20	802.11 b/g/n tipe HT40
Bluetooth	Tidak ada	tipe 4.2 dan BLE

Typical frequency	80 MHz	160 MHz
SRAM	Tidak Ada	Ada
Total GPIO	17	36
Total SPI-UART-12C-12S	2-2-1-2	4-2-2-2
Resolusi ADC	10 bit	12 bit
Suhu operasional kerja	-40°C to 125°C	-40°C to 125°C
Sensor didalam module	Tidak ada	touch sensor, temperature sensor, hall effect sensor
Harga	Terjangkau	Mahal

Sumber : *ESP32 series dataset* [17].

3. Hasil dan Pembahasan

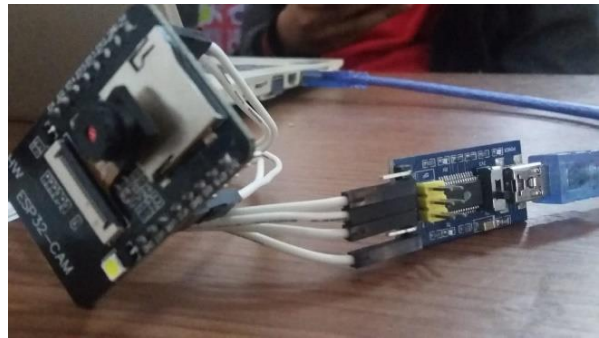
Hasil dari penelitian ini diawali dengan tampilan dari flowchart sistem. Flowchart sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini, dapat diilustrasikan pada gambar 6.



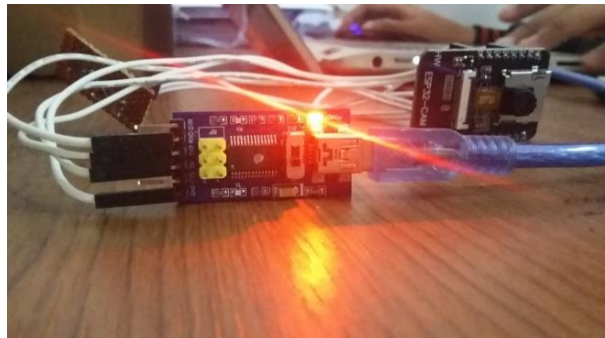
Gambar 6. Flowchart Sistem

Dari gambar 6 dapat diuraikan sebagai berikut, software akan melakukan inisialisasi *MC-38 door magnetic switch sensor*. Kemudian menentukan variabel awal untuk *normally open = 0* dan *normally closed = 0*. Kemudian masing-masing variabel dibaca oleh *function* masing-masing. Apabila *normally open = 1* dan *normally closed = 0*, kemudian *ESP32-CAM* akan mengambil gambar dari kamera yang terpasang secara built-in yang dilanjutkan memberikan gambar tersebut melalui web server untuk dapat menampilkannya pada PC atau bisa juga melalui *smartphone* android sebagai bentuk peringatan dini bahwa rumah terindikasi adanya pencurian. Sedangkan apabila *normally open = 0* dan *normally closed = 1*, *ESP32-CAM* tidak memberikan gambar apapun. Sedangkan rangkaian *smart home* dengan *ESP32-CAM*

dan *MC-38 door magnetic switch sensor*, diilustrasikan pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Rangkaian Smart Home Berbasis IoT (Tidak Aktif)



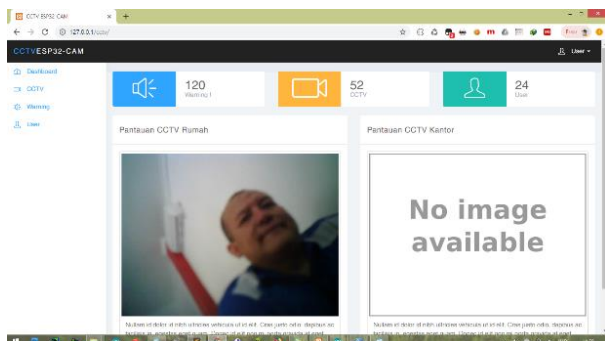
Gambar 8. Rangkaian Smart Home Berbasis IoT (Aktif)

3.1. Tampilan Aplikasi *Smart Home* berbasis *IoT*

Tampilan dari aplikasi *Smart Home* berbasis *IoT*, dengan web framework sebagai interfacenya, dapat diilustrasikan pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Tampilan Rangkaian *Smart Home* Berbasis *IoT*



Gambar 10. Tampilan Aplikasi *Smart Home* Berbasis *IoT*

3.2. Pengujian

Hasil dari pengujian *smart home* berbasis *internet of things (IoT)* untuk deteksi dini keamanan perumahan, disajikan pada tabel berikut ini. Pengujian dilakukan terhadap sudut buka dan tutup *MC-38 door magnetic switch sensor* atau dikenal sebagai *normally open* dan *normally closed* dan *ESP32-CAM*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sudut *MC-38 Door Magnetic Switch Sensor*

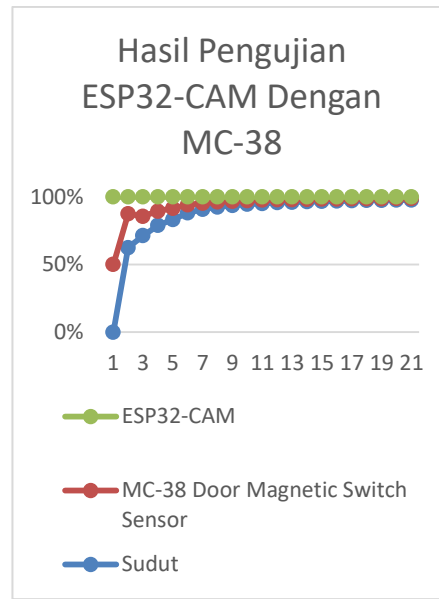
Besaran Sudut	Hasil <i>ESP32-CAM</i>	Keterangan
Sudut 0 derajat	Tidak mengirimkan gambar	<i>normally closed</i>
Sudut 5 derajat	Tidak mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 10 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 15 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 20 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 30 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 40 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 50 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 60 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 70 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 80 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 90 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
Sudut 100 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>
...
Sudut 180 derajat	Mengirimkan gambar	<i>normally open</i>

Dari tabel 2 di atas khususnya pada sudut 0 derajat sampai 5 derajat, *ESP32-CAM* tidak merespon gambar dengan kondisi *normally closed* untuk sudut 0 derajat dan *normally open* untuk sudut 5 derajat. Sedangkan sudut di atas 5 derajat *ESP32-CAM* merespon gambar yang didapat kemudian mengirimkannya melalui aplikasi *smart home* berbasis *IoT* dengan interface berbasis web. Dari tabel 3.1 Hasil Pengujian Sudut *MC-38 Door Magnetik Switch Sensor* diperoleh grafik, lihat gambar 11.

3.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap *ESP32-CAM* dan *MC-38 door magnetic switch sensor*, didapatkan hasil untuk sudut 0 derajat sampai sudut 5 derajat, *ESP32-CAM* merespon gambar dan memberikan gambar melalui arduino, kemudian ditampilkan melalui jendela browser, dengan status *MC-38 door magnetic switch sensor normally close* dan *normally open*. Sedangkan untuk sudut di atas 5 derajat sampai dengan 180, *ESP32-CAM* merespon gambar dan memberikan gambar melalui arduino, kemudian ditampilkan melalui jendela browser, dengan status *MC-38 door magnetic switch sensor normally open*. Kemungkinan terbesar

terjadi **gap** diantara 0 derajat dan 5 derajat disebabkan oleh adanya gaya lorentz [18].



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian *MC-38* Terhadap *ESP32-CAM*

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian dan pembahasan diperoleh data dan fakta, untuk sudut 0 derajat sampai sudut 5 derajat, *ESP32-CAM* dapat merespon gambar dan memberikan gambar melalui arduino yang kemudian ditampilkan melalui jendela browser, dengan status *MC-38 door magnetic switch sensor normally close* dan *normally open*. Sedangkan untuk sudut di atas 5 derajat sampai dengan 180, *ESP32-CAM* merespon gambar dan memberikan gambar melalui arduino, kemudian ditampilkan melalui jendela browser, dengan status *MC-38 door magnetic switch sensor normally open*. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya gaya lorentz yang ditimbulkan adanya medan listrik, dan bergerak melalui suatu medan magnet.

Ucapan Terimakasih

Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Ristekdikti.

Daftar Rujukan

[1] L. M. Fernández-Ahumada, J. Ramírez-Faz, M. Torres-Romero, dan R. López-Luque, "Proposal for the design of monitoring and operating irrigation networks based on IoT, cloud computing and free hardware technologies," *J. Sensors*, vol. 19, no. 10, 2019.

[2] M. Suárez-Albela, P. Fraga-Lamas, L. Castedo, dan T. M. Fernández-Caramés, "Clock frequency impact on the performance of high-security cryptographic cipher suites for energy-efficient resource-constrained IoT devices," *J. Sensors*, vol. 19, no. 1, 2019.

[3] A. Iqbal dan M. T. Iqbal, "Low-cost and secure communication system for SCADA system of remote microgrids," *J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 2019, hal. 1–13, 2019.

- [4] M. Tastan dan H. Gökozan, "Real-Time Monitoring of Indoor Air Quality with Internet of Things-Based E-Nose," *J. Appl. Sci.*, vol. 9, hal. 1–13, 2019.
- [5] W.-T. Sung, S.-J. Hsiao, dan J.-A. Shih, "Construction of Indoor Thermal Comfort Environmental Monitoring System Based on the IoT Architecture," *J. Sensors*, vol. 2019, hal. 165–168, 2019.
- [6] L. O. Aghenta dan M. T. Iqbal, "Low-Cost, Open Source IoT-Based SCADA System Design Using Thingier.IO and ESP32 Thing," *J. Electron.*, vol. 8, no. 8, hal. 822, 2019.
- [7] D. Sasmoko dan D. Bachtiar, "Intelligent Baby Box Based on IoT to Observe Room Temperature and Baby Crying," *Lontar Komput. J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 3, hal. 114, 2018.
- [8] M. Gaudenzi Asinelli, M. Serra Serra, J. Molera Marimón, dan J. Serra Espauella, "The smARTS_Museum_V1: An open hardware device for remote monitoring of Cultural Heritage indoor environments," *J. HardwareX*, vol. 4, hal. 1–18, 2018.
- [9] T. Koder, "Adaptive antenna system by ESP32-PICO-D4 and its application to web radio system," *J. HardwareX*, vol. 3, no. December 2017, hal. 91–99, 2018.
- [10] Y. A. Adnantha dan W. A. Kusuma, "Implementasi Wireless Sensor Network Untuk Otomatisasi Suhu Ruang Dan Kelembaban Tanah Pada Greenhouse Berbasis Web Server," *J. Online Inform.*, vol. 3, no. 1, hal. 14, 2018.
- [11] F. Z. Rachman, "Sistem Pemantau Gas di Tempat Pembuangan Sampah Akhir Berbasis Internet of Things," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 6, no. 3, hal. 100, 2018.
- [12] Q. Aini, U. Rahardja, H. Madiistriyatno, dan A. Fuad, "Rancang Bangun Alat Monitoring Pergerakan Objek pada Ruang Menggunakan Modul RCWL 0516," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, hal. 41–46, 2018.
- [13] J. Waworundeng, L. Doni, dan C. Alan, "Implementasi Sensor PIR sebagai Pendeteksi Gerakan untuk Sistem Keamanan Rumah menggunakan Platform IoT Implementation of PIR Sensor as Motion Detector for Home Security System using IoT Platform," *Cogiti Smart Joournal*, vol. 3, hal. 12, 2017.
- [14] T. Erlina, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban Dan Gas Amonia Pada Kandang Sapi Perah Berbasis Teknologi Internet of Things (Iot)," *J. Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 01, hal. 1–7, 2017.
- [15] H. S. Nida, "Prototype Sistem Multi-Telemetry Wireless untuk Mengukur Suhu Udara Berbasis Mikrokontroler ESP8266 pada Greenhouse," *Kinetik*, vol. 2, no. 3, hal. 217–226, 2017.
- [16] P. Prijana dan A. S. Rohman, "Studi eksperimen mengenai metode baca good reading," *Lentera Pustaka*, vol. 2, no. 2, hal. 71–81, 2016.
- [17] E. Systems, "ESP32 Series Datasheet," *Espressif Systems*, Espressif Systems, hal. 1–61, 2019.
- [18] S. Mariko dan A. Andri, "Perancangan Software Aplikasi Berbasis Android untuk Menghitung Variabel Fisika Listrik dan Magnet," *Jupiter (Jurnal Pendidik. Tek. Elektro)*, vol. 3, no. 1, hal. 17, 2018.