

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN KOLEKSI ARCA
BODHISATWA MENGGUNAKAN SENSOR *PASSIVE INFRARED*(PIR)
DAN SENSOR DHT11 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

(Skripsi)

Oleh

Alif Rahmat Tulillah



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

BANDAR LAMPUNG

2023

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN KOLEKSI ARCA BODHISATWA MENGGUNAKAN SENSOR *PASSIVE INFRARED*(PIR) DAN SENSOR DHT11 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

Oleh:

ALIF RAHMAT TULILLAH

Penelitian ini bertujuan untuk membangun alat sistem keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa* pada Museum Negeri Lampung. *Arca Bodhisatwa* “ Putri Badariah” adalah peninggalan yang terbuat dari batu andesit yang sangat rapuh serta rawan mengalami kerusakan. *Arca* ini menggambarkan tokoh dari panteon *buddhis* dalam sikap duduk bersila di atas teratai (*padmasana*) dan dengan sikap tangan *bodhyagrimudra*. Sistem keamanan ini merupakan suatu inovasi yang dirancang untuk menjaga dan memelihara koleksi *Arca Bodhisatwa* dari kerusakan yang disebabkan oleh faktor pengunjung, faktor lingkungan dan faktor alamiah koleksi. Alat sistem keamanan ini menggunakan sensor PIR HC-SR501 yang akan mendeteksi adanya sinar *infrared* yang kemudian akan mengaktifkan *Df Player Mini* dan ESP 32 CAM yang mengirimkan gambar ke *Google Drive* Museum Lampung. Sensor DHT11 digunakan untuk melakukan monitoring suhu dan kelembaban pada ruangan koleksi agar sesuai dengan suhu perawatan benda cagar budaya yaitu pada rentang 20°C sampai 26°C. Jika suhu dan kelembaban melebihi batas tersebut maka akan mengaktifkan indikator LED sebagai peringatan dan akan mati jika suhu sudah normal. Alat sistem keamanan ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan dapat dipantau melalui web server *Thingier.IO*. Alat sistem keamanan ini telah bekerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%. Sensor PIR dapat mendeteksi gerakan dengan sudut deteksi hingga $\angle 65^\circ$ dan tegangan *output* 3,35 volt DC, dengan *delay* rata-rata 1,82 detik. Sensor DHT11 dapat memonitoring suhu dan kelembaban dengan nilai akurasi suhu 98,7% dan kelembaban 99,3%.

Kata Kunci : NodeMCU ESP8266, PIR HCSR501, DHT11, Arca Bodhisatwa

ABSTRACT

DESIGN OF A SECURITY SYSTEM FOR A COLLECTION OF BODHISATWA ARCA USING PASSIVE INFRARED (PIR) AND DHT11 SENSORS BASED ON THE INTERNET OF THINGS (IOT)

By:

ALIF RAHMAT TULILLAH

This study aims to build a security system tool for the collection of Bodhisatwa arca at the Lampung State Museum. The Bodhisatwa arca " Putri Badariah " is a relic made of andesite stone which is very fragile and prone to damage. This statue depicts a figure from the Buddhist pantheon sitting cross-legged on a lotus (Padmasana) and with bodhyagrimudra hands. This security system is an innovation designed to protect and maintain the collection of Bodhisatwa arca from damage caused by visitor factors, environmental factors, and collection of natural factors. This security system tool uses the HC-SR501 PIR sensor which will detect the presence of infrared light which will then activate the DF Player Mini and ESP 32 CAM which sends images to the Lampung Museum's Google Drive. The DHT11 sensor is used to monitor temperature and humidity in the collection room to match the collection treatment temperature, which is in the range of 20°C to 26°C. If the temperature and humidity exceed these limits, the LED indicator will activate as a warning and will turn off if the temperature is normal. This security system tool uses the NodeMCU ESP8266 microcontroller and can be monitored via the Thinger.IO web server. This security system tool has worked well with a 100% success rate. The PIR sensor can detect movement with a detection angle of up to $\angle 65^\circ$ and an output voltage of 3.35 volts DC with an average delay of 1,82 seconds. The DHT11 sensor can monitor temperature and humidity with an accuracy of 98.7% and 99.3% humidity.

Keyword : NodeMCU ESP8266, PIR HCSR501, DHT11, Bodhisatwa Arca

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN KOLEKSI ARCA
BODHISATWA MENGGUNAKAN SENSOR *PASSIVE INFRARED*(PIR)
DAN SENSOR DHT11 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Oleh

ALIF RAHMAT TULILLAH

(Skripsi)

Sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN KOLEKSI ARCA BODHISATWA MENGGUNAKAN SENSOR *PASSIVE INFRARED*(PIR) DAN SENSOR DHT11 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Nama Mahasiswa : **Alif Rahmat Julillah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1915031022**

Jurusan : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**



1. Komisi Pembimbing


Syaiful Alam, S.T., M.T.
NIP. 19690416 199803 1 004


Dr. Ir. Sri Ratna S, M.T
NIP. 196510211995122001

2. Mengetahui


Ketua Jurusan
Teknik Elektro


Ketua Program Studi
Teknik Elektro

Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 19710314 199903 2 001

Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.
NIP. 19740422 200012 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

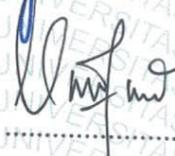
Ketua : Syaiful Alam, S.T., M.T.



Sekretaris : Dr. Ir. Sri Ratna S, M.T.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Umi Murdika, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP. 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 08 Februari 2023

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alif Rahmat Tulillah

NPM : 1915031022

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

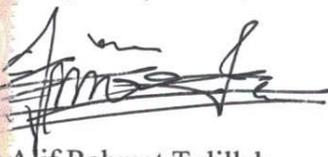
Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul **“Rancang Bangun Sistem Keamanan Koleksi Arca Bodhisatwa Menggunakan Sensor *Passive Infrared* (PIR) Dan Sensor DHT11 Berbasis *Internet of Things* (IoT)”** dibuat oleh saya sendiri mulai dari gagasan, data, ataupun pembahasannya kecuali karya atau pendapat dari orang lain telah dicantumkan di daftar pustaka sebagai referensi penelitian.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Februari 2023

Yang Menyatakan,




Alif Rahmat Tulillah
19150310722

RIWAYAT HIDUP

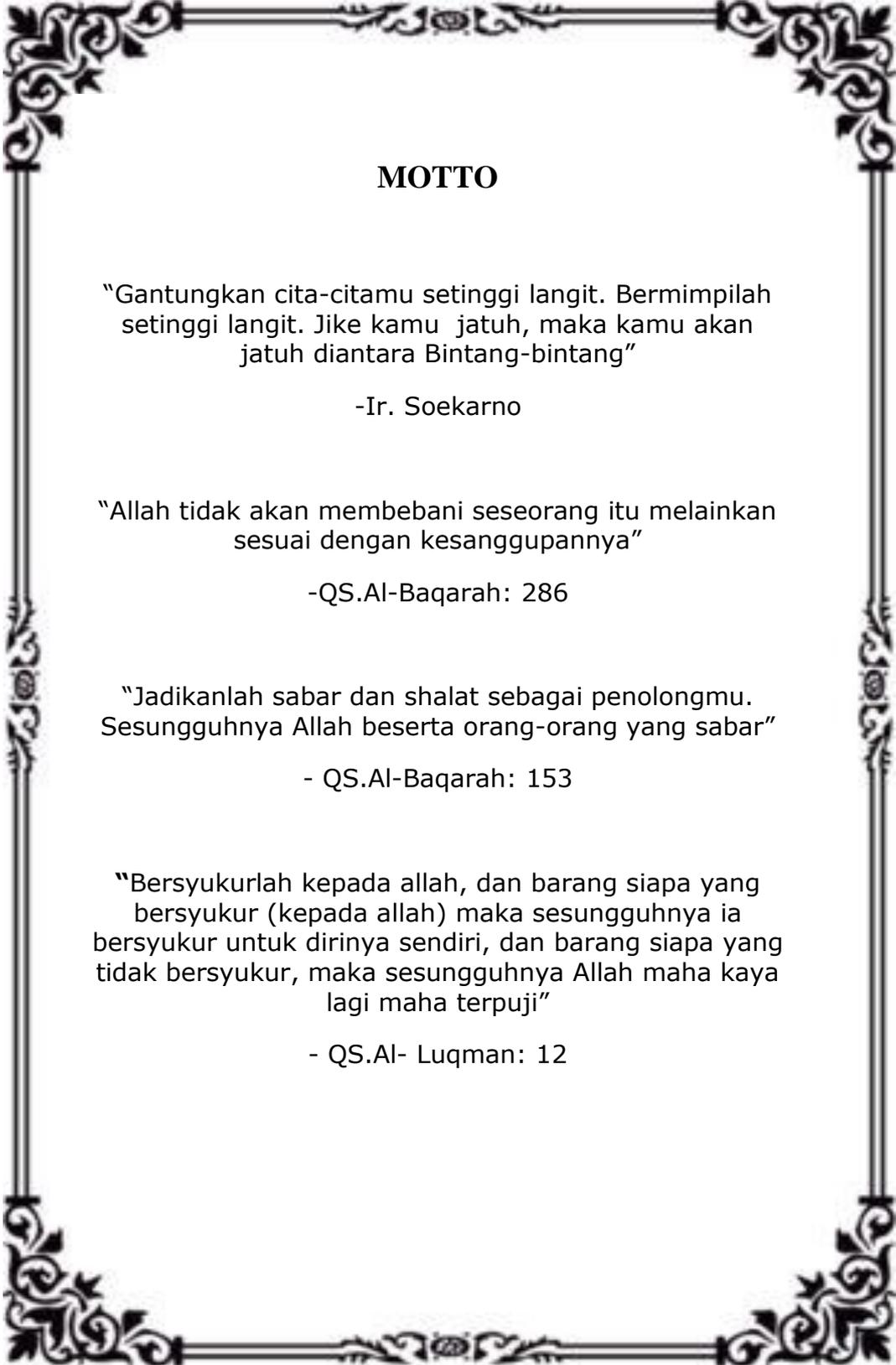


Penulis dilahirkan di Banyuasin, Sumatera Selatan pada tanggal 12 November 2000, sebagai anak kedua dari empat bersaudara, dari pasangan Bpk.Ali Imron dan Ibu.Mismala Dewi. Pendidikan normal penulis dimulai di Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Tholabul Ilmi Kec.Sembawa tahun 2005, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD N 19 Sembawa Kab. Banyuasin pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP N 3 Sembawa pada tahun 2015, dan Sekolah Menengah Akhir (SMA) di SMA PLUS N 2 BANYUASIN 3 pada tahun 2018. Mulai tahun 2019, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung dengan jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Organisasi sebagai anggota Departemen Kerohanian Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung (HIMATRO) pada tahun 2021-2022, dan anggota Dinas Kajian Strategis Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik pada tahun 2021-2022. Serta anggota KMNU Universitas Lampung pada tahun 2020-2021. Pada semester 5 Penulis memilih konsentrasi Elektronika dan Kendali (Elkakend) sebagai fokus dalam perkuliahan dan penelitian. Pada 28 Mei–30 November penulis melaksanakan magang pada Program Digitalisasi Museum Negeri Lampung yang berhasil mendapatkan penghargaan *Gold Medal* pada ajang *E-Action HME* Universitas Sriwijaya dengan judul karya "Pembuatan sistem navigasi KIOSK berbentuk *Virtual Reality Tour* berbasis web di Museum Negeri Lampung. Penulis juga telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Agung Pauh, Kec. Kecamatan Gunung Agung, Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan selama 40 hari pada tahun 2022.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji serta syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya serta shalawat dan Salam kepada Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi penuntun hidupku.

Kupersembahkan karya kecilku ini kepada kedua orangtuaku Bpk Ali Imron dan Ibu Mismala Dewi sebagai wujud terimakasihku, baktiku, cintaku, dan kasih sayangku kepada Ayah dan Ibu atas segala yang telah diberikan selama ini, serta Kakakku Firli Esa Pratiwi dan Adikku Firman Syah dan Fauzan Ilahudin, Terima kasih kepada keluarga besarku dan para sahabat yang selalu mendukungku,



MOTTO

"Gantungkan cita-citamu setinggi langit. Bermimpilah setinggi langit. Jike kamu jatuh, maka kamu akan jatuh diantara Bintang-bintang"

-Ir. Soekarno

"Allah tidak akan membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

-QS.Al-Baqarah: 286

"Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar"

- QS.Al-Baqarah: 153

"Bersyukurlah kepada allah, dan barang siapa yang bersyukur (kepada allah) maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri, dan barang siapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah maha kaya lagi maha terpuji"

- QS.Al- Luqman: 12

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Keamanan Koleksi Arca Bodhisatwa Menggunakan Sensor *Passive Infrared*(PIR) Dan Sensor DHT11 Berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Banyak pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Herlinawati, S.T, M.T., selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
5. Bapak Syaiful Alam, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan dan bimbingan serta motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis di setiap kesempatannya.
6. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, S.T., M.T., selaku Pembimbing Pendamping atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu Umi Murdika, S.T., M.T., selaku Penguji Utama yang telah memberikan koreksi, kritik, dan saran untuk kemajuan dalam penyelesaian skripsi ini.

8. Ibu Dr.Eng.Diah Permata, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik (PA) telah memberikan nasihat dan arahan kepada penulis untuk mempersiapkan penulis sebagai seorang sarjana teknik.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung atas pengajaran dan bimbingannya yang diberikan selama ini kepada Penulis.
10. Seluruh Staff di Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik yang telah membantu penulis baik dalam hal administrasi ataupun dalam hal lainnya.
11. Kedua orang tua Penulis, Ayah Ali Imron dan Ibu Mismala Dewi tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, dan tak henti-hentinya mendoakan serta mengingatkan penulis.
12. Kakak dan Adik penulis yaitu Firli Esa Pratiwi, Firman Syah, Fauzan Ilahudin yang selalu menjadi tempat bercanda, bercerita dan bertukar pikiran.
13. Keluarga Eternity 19 yang sudah seperti saudara sendiri bagi penulis atas segala kebersamaannya.
14. Segenap keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) yang telah mengajarkan berorganisasi dan mengajarkan banyak hal dan juga menjadi rumah yang sangat nyaman selama kuliah. Himatro Luar Biasa,
15. Teman-teman KKN Desa Gunung Agung Pauh yang telah memberikan do'a dan dukungan serta menjadi keluarga di tanah perantauan.
16. Teman-teman eksekutif Muda yang telah memberikan dukungan dan do'anya.
17. Teman-teman dan para sahabat yang telah memberikan dukungan dan saling bertukar pikiran.
18. Semua pihak yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah hingga terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya ilmu dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan yang membangun agar skripsi dapat menjadi lebih baik lagi. Di balik kekurangan tersebut, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca sebagai referensi dalam bidang Teknik elektro.

Bandar Lampung, 14 Februari 2023
Penulis,

Alif Rahmat Tulillah
1915031022

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Hipotesis.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 <i>Arca Bodhisatwa</i>	10
2.3 NodeMCU ESP-12E	11
2.4 Sensor	13
2.5 ESP 32 CAM	17
2.6 Arduino IDE	18
2.7 IoT (<i>Internet of Things</i>).....	18
2.8 <i>Thingier.IO</i>	19
2.9 <i>Google Drive</i>	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Spesifikasi Alat.....	22
3.4 Tahapan penelitian	22

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Prinsip Kerja.....	27
4.2 <i>Standard Operational Procedure</i> (SOP) Penggunaan Alat	27
4.3 Pengujian Subsistem.....	30
4.3.1 Pengujian Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	30
4.3.2 Pengujian Sensor PIR HC-SR501	32
4.3.3 Pengujian Sensor DHT11	46
4.3.4 Pengujian ESP 32 CAM	51
4.3.5 Pengujian <i>Thinger.IO</i>	54
4.4 Kalibrasi alat.....	57
4.5 Pengujian Sistem Keseluruhan	62
V. KESIMPULAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Arca Bodhisatwa</i> “ Putri Badariah”	11
2.2 NodeMCU ESP8266.....	11
2.3 Blok Diagram NodeMCU ESP-12E	12
2.4 Modul sensor PIR HC-SR501	14
2.5 Bagian-bagian dari sensor <i>Passive Infrared</i>	14
2.6 Sensor DHT11	16
2.7 ESP 32 CAM	17
2.8 Arduino IDE	18
2.9 <i>Thinger.IO</i>	19
2.10 <i>Google Drive</i>	20
3.1 Diagram Alir Percobaan	23
3.2 Diagram Blok Perancangan alat	24
3.3 Diagram alir alat	25
4.1 Rangkaian komunikasi sistem keamanan koleksi <i>Arca Bodhisatwa</i>	27
4.2 Rangkaian alat sistem keamanan koleksi <i>Arca Bodhisatwa</i>	28
4.3 Pengujian Mikrokontroler NodeMCU Secara Hardware	29
4.4 Proses <i>Upload</i> program ke NodeMCU.....	29
4.5 Rangkaian uji <i>setting time</i> sensor PIR HC-SR501	31
4.6 Grafik hasil pengujian <i>setting time</i> sensor PIR HC-SR501.....	32
4.7 Rangkaian pengujian <i>output</i> sensor PIR terhadap jarak.....	35
4.8 Grafik data hasil pengujian <i>output</i> sensor PIR terhadap jarak	36
4.9 Rangkaian <i>On Delay</i> pembacaan sensor PIR terhadap jarak.....	37
4.10 Grafik hasil pengujian <i>On Delay</i> sensor PIR terhadap jarak.....	38
4.11 Rangkaian uji sudut pancar sensor PIR HC-SR501	39
4.12 Jangkauan maksimum sensor PIR terhadap tegak lurus.....	40
4.13 Hasil pengujian sudut pancar sensor PIR HC-SR501	42

4.14	Rangkaian uji <i>Delay</i> sensor PIR terhadap sudut.....	42
4.15	Grafik hasil pengujian <i>Delay</i> sensor PIR terhadap sudut deteksi.....	44
4.16	Rangkaian uji sensor DHT11 secara manual.....	47
4.17	Grafik Hasil Pembacaan Suhu Sensor DHT11 Setelah dipanaskan	48
4.18	Grafik data hasil pengujian sensor DHT11	50
4.19	Rangkaian uji <i>delay</i> ESP 32 CAM	51
4.20	Grafik hasil pengujian <i>delay</i> pengiriman gambar ESP 32 CAM	53
4.21	Tampilan hasil pengiriman gambar ESP 32 CAM ke <i>Google Drive</i>	54
4.22	Tampilan Login <i>Thingier.IO</i>	55
4.23	Tampilan submenu <i>Devices</i> pada <i>Thingier.IO</i>	55
4.24	Tampilan statistik pada <i>Thingier.IO</i>	56
4.25	Tampilan Dashboard pembacaan sensor pada <i>Thingier.IO</i>	56
4.26	Tampilan <i>Bucket Data</i> pada <i>Thingier.IO</i>	57
4.27	Rangkaian kalibrasi sensor DHT11	58
4.28	Grafik perbandingan hasil pengukuran DHT11 dan alat <i>calibrator</i>	69
4.29	Pemasangan alat sistem keamanan koleksi <i>Arca Bodhisatwa</i>	62
4.30	Hasil Pengambilan Gambar dengan ESP 32 CAM	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Spesifikasi NodeMCU	12
2.2 Spesifikasi sensor PIR HC-SR501.....	15
2.3 Spesifikasi sensor DHT11	16
3.1 Tabel Jadwal Pelaksanaan Penelitian	21
3.2 Spesifikasi Alat.....	22
4.1 Hasil pengujian <i>setting time</i> sensor PIR HC-SR501	33
4.2 Hasil pengujian output sensor PIR terhadap jarak.....	35
4.3 Pengujian <i>On Delay</i> sensor PIR terhadap jarak.....	37
4.4 Pengujian sudut pancar sensor PIR HC-SR501	39
4.5 Pengujian <i>Delay</i> Sensor PIR HC-SR501 Terhadap Sudut Deteksi	43
4.6 Hasil Pembacaan Suhu Sensor DHT11 Setelah dipanaskan.....	47
4.7 Hasil pengujian sensor DHT11 pada ruangan koleksi.....	49
4.8 Hasil pengujian waktu <i>Delay</i> pengiriman gambar ESP 32 CAM	52
4.9 Perbandingan akurasi sensor PIR pada alat dan <i>Datasheet</i> sensor PIR.....	58
4.10 Hasil kalibrasi suhu sensor DHT11 dengan alat <i>calibrator</i>	61
4.11 Hasil kalibrasi Kelembaban sensor DHT11 dengan alat <i>calibrator</i>	61
4.12 Pengujian sistem secara keseluruhan.....	63

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Museum merupakan suatu tempat penyimpanan peninggalan bersejarah yang sangat penting sebagai bukti keberadaan peristiwa kehidupan yang pernah terjadi dimasa lampau. Dari sekian banyak museum yang ada di Indonesia. Terdapat salah satu museum yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi yaitu Museum Lampung. Keistimewaan museum lampung yaitu karena keunikan koleksi-koleksi bersejarah yang menjadi ciri khas dari adat istiadat Provinsi Lampung [1].

Koleksi yang terdapat di Museum Lampung terdiri dari benda cagar budaya dan bukan benda cagar budaya. Koleksi yang berupa benda cagar budaya merupakan refleksi perwujudan dari ide-ide dan perilaku masyarakat pada masa lampau, dan seringkali bersifat rapuh (*fragile*), jumlahnya terbatas (*finite/limited*), langka (*unique*), dan apabila rusak tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*). Koleksi yang terdapat di Museum Lampung juga termasuk benda peninggalan Kerajaan Sriwijaya dimana Lampung masuk ke dalam wilayah kekuasaannya. Peninggalannya berupa naskah kuno, daun lontar, arca, baju besi pengawal kerajaan, pakaian adat istiadat, keramik, perhiasan kuno, dan uang benggol [2].

Koleksi benda cagar budaya yang terdapat pada Museum Lampung tidak sedikit telah berusia puluhan tahun sejak ditemukan. Salah satu contohnya adalah koleksi *Arca Bodhisatwa* yang telah ditemukan puluhan tahun yang lalu di bagian paling timur situs Pungunraharjo. *Arca Bodhisatwa* menggambarkan tokoh dari *panteon Buddhis* yang oleh masyarakat setempat dinamakan patung Putri Badariyah. Koleksi ini terbuat dari bahan batu andesit yang rapuh serta rawan kerusakan. Sifat benda cagar budaya yang demikian ini memerlukan tindakan perlindungan dan pelestarian dari berbagai pihak. Satu di antara tindakan tersebut adalah

melakukan pengamanan dalam museum yang harus dilaksanakan sesuai dengan standar yang berlaku [3].

Fungsi museum sebagai tempat melindungi dan melestarikan koleksinya tertuang dalam PP Nomor 66 tahun 2015. Selama ini, Program pengamanan terhadap museum biasanya baru mendapat perhatian yang serius setelah terjadi kehilangan, kebakaran, kerusakan atau bencana lainnya. Salah satu contoh ancaman terhadap keberadaan benda cagar budaya yang pernah terjadi yaitu kasus pencurian 75 koleksi emas *masterpiece* di Museum Sonobudoyo pada 11 Agustus 2010. Tragedi ini merupakan salah satu bukti bahwa sistem keamanan (*security*) museum di negara ini masih sangat lemah. Selain itu, pada tanggal 16 Januari 2018 juga pernah terjadi kebakaran pada Museum Bahari. Kejadian ini juga sebagai peringatan untuk lebih peduli karena warisan budaya memiliki nilai yang sangat tinggi bahkan tidak ternilai.

Menurut *International Council of Museums* (ICOM), pengamanan museum merupakan pengamanan benda cagar budaya dari gangguan dan kerusakan yang disebabkan faktor lingkungan, faktor manusia dan faktor alamiah. Penyebab kerusakan benda cagar budaya yang berasal dari lingkungan berupa iklim, suhu udara, kelembaban udara, penyinaran, penguapan, polusi udara, air hujan, banjir, gempa bumi dan kebakaran. Penyebab kerusakan yang berasal dari manusia berupa tindakan memegang koleksi, goresan, perusakan, pemindahan dan pencurian. Kerusakan karena faktor alamiah meliputi kerusakan mekanis yang disebabkan oleh perubahan unsur kimia antara lain retakan, perubahan warna, pelapukan biologis disebabkan oleh rayap, kumbang bubuk, semut, atau mikroorganisme seperti jamur, lumut yang menyebabkan pelapukan [4].

Pengontrolan terhadap sistem keamanan pada koleksi Museum Lampung umumnya masih dilakukan secara manual/konvensional sehingga tidak semua koleksi pada museum bisa terjaga dengan baik. Sistem keamanan semacam ini tentunya tidak akan efektif karena tidak terjadi secara terus menerus. Selain itu, saat terjadi kenaikan jumlah pengunjung, petugas museum sangat kesulitan dalam memberikan pengamanan untuk menjaga koleksi melalui sistem pengontrolan manual saja.

Untuk memudahkan dalam memberikan sistem keamanan terhadap koleksi benda cagar budaya pada Museum Lampung, dapat memanfaatkan kemajuan teknologi saat ini yang berkembang sangat pesat. Dengan adanya sistem yang lebih maju dapat digunakan sebagai media pendukung sistem keamanan benda cagar budaya yaitu dengan cara pengontrolan sistem keamanan jarak jauh menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler. NodeMCU merupakan *mini* mikrokontroler yang sudah terdapat modul *wifi* yang terhubung ke *internet*. .

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah alat yang dapat bekerja secara otomatis dalam mendeteksi adanya gerakan pengunjung yang ingin mengganggu koleksi dan dapat melakukan monitoring suhu dan kelembaban di sekitar koleksi *Arca Bodhisatwa*. Alat sistem keamanan ini dapat dimonitoring dari jarak jauh menggunakan *Thinger.IO* Penggunaan *Thinger.IO* sebagai media pemantauan karena dapat diakses dari jarak jauh dan dapat digunakan baik menggunakan *handphone* ataupun dengan komputer. Selain itu juga dipilihnya *Thinger.IO* sebagai media pemantauan dikarenakan tidak perlunya mendownload ataupun menginstal sebuah aplikasi pemantauan sehingga dengan mudah hanya dengan *login* akun sesuai *email* yang telah didaftarkan pada *platform Thinger.IO*.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk membangun alat sistem keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa* pada Museum Negeri Lampung.
2. Mengetahui cara pengaplikasian sensor *passive infrared* (PIR) dan sensor DHT11 pada alat sistem keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa*.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang alat sistem keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa* pada Museum Negeri Lampung?
2. Bagaimana memprogram NodeMCU ESP8266 agar dapat membaca data dari sensor *passive infrared* (PIR) dan sensor DHT11?

1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini hanya membahas mengenai sensor *passive infrared* (PIR) dan sensor DHT11.
2. Penelitian ini tidak membahas proses pengiriman data pada sistem IoT.
3. Penelitian ini hanya membahas pemeliharaan koleksi *Arca Bodhisatwa* terhadap gangguan dari pengunjung, suhu dan kelembaban.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian skripsi ini yaitu dapat meningkatkan sistem keamanan pada koleksi *Arca Bodhisatwa* sehingga dapat mengantisipasi koleksi ini dari kerusakan yang disebabkan oleh faktor manusia, lingkungan, serta faktor alamiah koleksi.

1.6 Hipotesis

Alat yang dibuat berupa sistem keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa* menggunakan sensor *passive infrared* (PIR) dan sensor DHT11 berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat secara otomatis melakukan tindakan sesuai *set point* yang telah ditentukan dengan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang dapat diakses melalui *Thinger.IO* dan *Google Drive*.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memaparkan beberapa teori pendukung dan referensi materi yang diperoleh dari berbagai sumber buku, jurnal dan penelitian ilmiah yang digunakan untuk penulisan laporan tugas akhir ini.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi waktu dan tempat penelitian , alat dan bahan yang digunakan, metode penelitian dan pelaksanaan serta pengamatan dalam pengerjaan tugas akhir.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil penelitian,pembahasan, dan perhitungan kinerja metode yang diusulkan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran yang didasarkan pada hasil data dan saran–saran untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 *Prototype* Sistem Monitoring Keamanan Rumah Menggunakan Multi Sensor Berbasis Website.

Penelitian ini dilakukan oleh Muhammad Nasir, Muhammad Izan Qurniawan pada tahun 2021 dari Teknik Informatika Politeknik Negeri Bengkalis. Penelitian ini menjelaskan mengenai pembuatan *prototype* alat keamanan rumah menggunakan multisensor, seperti sensor *passive infrared*(PIR), sensor MQ-2, sensor DHT11. Alat ini berbasis *website* sehingga membutuhkan *MySQL server*, *Apache* dan *PHP* [5].

Berdasarkan hasil pengujian dari kinerja setiap sensor yang dilakukan, sistem ini dapat berfungsi dengan baik. Sensor PIR dapat mendeteksi gerakan terjauh yaitu 17 cm. Sensor MQ-2 dapat mengidentifikasi gas dalam ruangan tertutup di atas 300 ppm. Sensor suhu DHT11 dapat mendeteksi suhu ruangan di atas 40 derajat *celcius*. Kelemahan dari penelitian ini adalah *prototype* alat ini tidak dilakukan pemasangan secara langsung di dalam ruangan rumah. Adapun saran yang dapat diberikan penulis untuk pengembangan dan perbaikan sistem ini selanjutnya adalah dengan memberikan penambahan fitur aksi atau penanganan bila terjadinya kebakaran dan pencurian dalam rumah. Fitur yang dapat dikembangkan yaitu dengan menambahkan ESP 32 CAM sebagai sistem keamanan tambahan.

2.1.2 Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Piranti *Raspberry Pi 3* Menggunakan *Internet of Things*.

Penelitian ini dilakukan oleh Bayu Riyadi, Hendriyawan Achmad pada tahun 2019 dari Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi dan

Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta. Pada penelitian ini menggunakan sensor PIR, kamera webcam, sensor suhu (DHT11), Sensor gas (MQ-135) dan *Raspberry Pi 3 Model B*. Sensor PIR digunakan karena sensor tersebut dapat mendeteksi pancaran gelombang inframerah dari manusia, sehingga objek yang tertuju adalah manusia. Sensor suhu (DHT11) digunakan untuk mendeteksi suhu ruangan, jika suhu ruangan naik hingga batas yang tidak wajar, maka sistem akan mengirimkan informasi ke pemilik rumah sebagai peringatan kebakaran. Sensor gas (MQ-02) berfungsi untuk mendeteksi adanya kebocoran gas, sehingga sistem akan memutus penyalur daya listrik utama ke rumah [6].

Raspberry Pi 3 Model B ini merupakan *Mini Personal Computer (PC)* yang bisa diprogram menggunakan bahasa *python* untuk menghidupkan kamera dan mengambil gambar aktifitas di rumah apabila sensor PIR mendeteksi penyusup yang kemudian mengirimkan foto melalui aplikasi *telegram* kepada pemilik rumah tanpa harus memerlukan media penyimpanan yang besar. Hasil parameter yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh sistem lalu menjadi acuan sebagai informasi untuk pemilik rumah, sensor PIR akan mengeluarkan tegangan 3.21 volt ketika mendeteksi adanya suhu panas, sensor MQ-2 menjadi 0.00 volt ketika mendeteksi adanya gas, sensor DHT11 mempunyai *error* rata - rata 0,7°C dengan *termometer* pada umumnya yang bisa digunakan masyarakat. Adapun kelemahan dari penelitian ini yaitu alat ini menggunakan *Raspberry Pi 3* yang dipasarkan dengan harga relatif mahal. Saran untuk pengembangan penelitian ini yaitu menggunakan mikrokontroler yang lebih terjangkau.

2.1.3 Smart Home System Based on IoT and SMS.

Penelitian ini dilakukan oleh Heri Andrianto, Gandha Intan Saputra, pada tahun 2020 dari Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha. Pada penelitian ini penulis merancang dan merealisasikan *smart home system berbasis IoT dan SMS* untuk mengendalikan dan mengawasi peralatan elektronik rumah serta mengirimkan pemberitahuan kejadian penting kepada pemilik rumah melalui SMS. Pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik

rumah dilakukan melalui web, sedangkan pemberitahuan adanya pencuri dan kebocoran gas dikirimkan kepada pemilik rumah melalui SMS. Perangkat keras yang digunakan pada *smart home system* terdiri dari arduino mega2560, modul IoT (Esp8266), modul GSM (SIM800L), sensor gerakan (PIR), sensor suhu dan kelembaban (DHT11), sensor cahaya (LDR), sensor gas (MQ2), dan modul RTC (DS1307) [7].

Hasil pengujian *smart home system* secara keseluruhan menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi dengan baik dan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100%. Perangkat IoT dapat mengirimkan data ke server serta menerima data dari server, selain itu perangkat IoT juga dapat mengirimkan informasi peringatan dini akan adanya bahaya pencuri dan kebakaran karena kebocoran gas dalam bentuk pesan SMS ke smartphone pemilik rumah. Rata-rata *delay* waktu SMS sebesar 8,65 s dan rata-rata *delay* waktu respon tampilan web sebesar 18 s. Kelemahan dari penelitian ini yaitu mikrokontroler yang digunakan masih arduino mega2560. Sehingga, untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan mikrokontroler yang memiliki fitur wifi, selain itu juga dapat ditambahkan modul tambahan seperti ESP 32 CAM untuk menyempurnakan penelitian ini.

2.1.4 Simulasi Kontrol Dan Monitoring Rumah Pintar Dengan Teknologi *Internet of Things*.

Penelitian ini dilakukan oleh Zhakty Adhiluhung, Cuk Subiyantoro, Muhammad Agung Nugroho pada tahun 2022 dari Program Studi Teknik Informatika Universitas Teknologi Digital Indonesia. Pada penelitian ini menerapkan teknologi *Internet of Things*(IoT) dengan merancang *prototype* model rumah dari bahan kardus dimana menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, penggunaan sensor DHT-11, MC-38, dan MQ-02 serta *relay*. Dari sisi aplikasi proses sinkronisasi dan penyimpanan data menggunakan *database cloud* dengan *Firebase* yang memiliki fitur notifikasi dan *real-time*. Aplikasi *android* pada penelitian ini digunakan untuk kontrol dan monitoring [8].

Hasil pengujian dalam penerapan konsep teknologi *Internet of Things* yang menguji sensor DHT-11, sensor dapat bekerja dalam membaca suhu dan kelembapan yang menyajikan peningkatan suhu dan penurunan kadar kelembapan. Pengujian dilakukan dalam rentang waktu 5 menit. Sensor MC-38 dapat mendeteksi pergerakan pintu dengan delay 1,8 detik. Sensor MQ -2 melakukan pendeteksian kebocoran gas yang berjarak 1 cm dalam rentang 4 detik. Sementara itu, untuk relay diperlukan waktu rata-rata 2,5 detik sampai relay dapat menjalankan fungsinya. Saran yang dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya adalah dengan memberikan penambahan fitur aksi atau penanganan bila terjadinya kebakaran dan pencurian dalam rumah. Fitur yang dapat dikembangkan yaitu dengan menambahkan ESP 32 CAM sebagai sistem keamanan tambahan

2.1.5 Penerapan *Internet of Things* (IoT) Pada Sistem Keamanan Tambak dan Monitoring Pakan Udang Otomatis.

Penelitian ini dilakukan oleh Hendrik Kurniawan pada tahun 2022 dari program studi Teknik Komputer, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Dinamika. Pada penelitian ini menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan, ESP 32 CAM sebagai visualisasi serta menambahkan sistem monitoring untuk menambahkan pengawasan udang dengan menggunakan fitur *telegram bot*. Sensor ultrasonik, sensor RTC dan menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R2 [9] .

Alat ini mampu melakukan monitoring kuantitas pakan udang di Penampungan dengan menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04. Alat pakan otomatis yang dibuat dapat memantau keamanan dengan memanfaatkan aplikasi *telegram* untuk mengetahui keamanan dan kondisi di sekitar alat. Sistem ini juga menggunakan sensor RTC untuk mengatur jumlah pakan dan dan penjadwalan waktu pakan udang otomatis. Saran dari penelitian ini yaitu menambahkan kamera yang memiliki kualitas lebih tinggi, serta kamera yang mendukung *night vision*, serta menambahkan sensor lain seperti sensor suhu dan PH pada alat udang otomatis.

2.1.6 Sistem Keamanan Menggunakan Kamera dan Sensor Gerak Berbasis *Internet of Things*.

Penelitian ini dilakukan oleh Rudy Septian, Sofyan Mufti Prasetyo pada tahun 2022 dari Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang. Pada penelitian ini menggunakan sensor gerak PIR, ESP 32 CAM , NodeMCU 8266 V3, *buzzer*, FTDI sebagai penghubung dari ESP32 CAM. Metode yang digunakan adalah mengambil foto yang terhubung dengan sensor gerak yang akan mendeteksi adanya pergerakan di sekitar. Dari penelitian ini didapat hasil berupa sistem yang berupa alat *Smart Home* dengan kecerdasan yang disebut *Internet of Things* (IoT). Aplikasi *Telegram Messenger* menjadi media input maupun notifikasi dalam pembuatan sistem ini yang dimana sensor gerak akan mendeteksi gerak dari 1-6 meter dengan sudut 110° dan kamera ada yang terdeteksi maka kamera akan aktif dan mengambil foto objek tersebut dengan waktu 3-5 detik [10].

2.2 Arca Bodhisatwa

Arca Bodhisatwa “Putri Badariah” adalah peninggalan yang terbuat dari batu dan ditemukan pada tahun 1957. Arca ini menggambarkan tokoh dari *Panteon Buddhis* yang oleh masyarakat setempat dinamakan patung Putri Badariyah. Koleksi ini terbuat dari bahan batu andesit dengan tinggi 91 cm, lebar 35 cm. Arca ini berada pada posisi duduk dengan sikap *dharma cakra mudra* dalam sikap duduk bersila di atas teratai (*padmasana*) dan dengan sikap tangan *bodhyagrimudra*, serta dengan hiasan lengkap dengan lembaran-lembaran bunga lotus dan duduk di atas lapik berhiaskan bunga lotus.



Gambar 2.1 Arca Bodhisatwa (Putri Badariah)

Arca Bodhisatwa ditemukan di salah satu punden dibagian paling timur situs Pugungraharjo punden No.VII oleh salah seorang warga masyarakat yang bernama Bapak Kadiran (Alm) pada tanggal 14 Agustus 1957.

2.3 NodeMCU ESP-12E

NodeMCU ESP-12E merupakan mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan modul *Wi-Fi* dan termasuk jenis ESP8266, berbasis *firmware*, *eLua*. Pada NodeMCU juga sudah dilengkapi dengan tombol *reset*, *flash*, dan memiliki *IC regulator* 3.3V bertipe AMSI 117 agar dapat bekerja dengan tegangan masukan 5 V. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman *eLua* yang merupakan paket dari modul ESP8266. Tampilan NodeMCU dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266

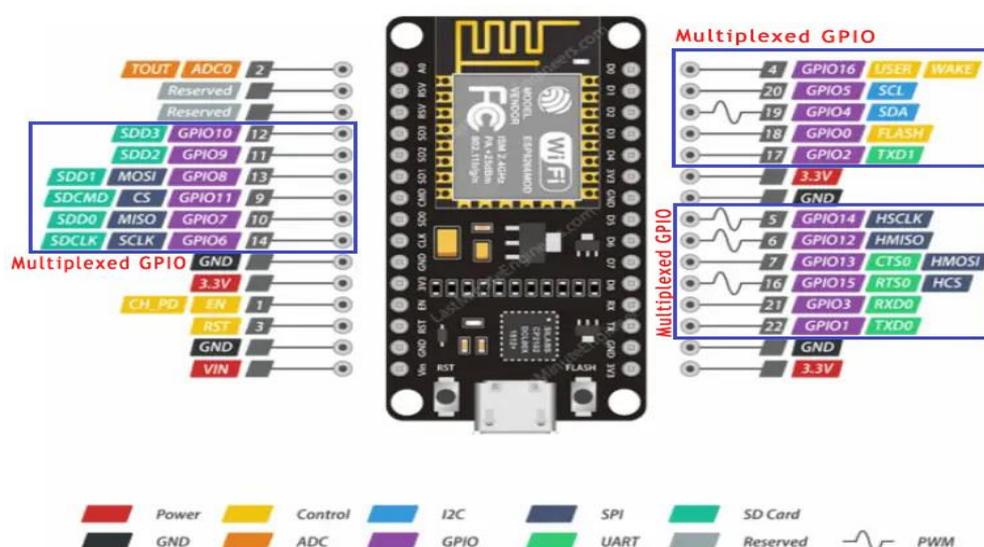
Dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU

Spesifikasi	Versi NodeMCU	
	Versi 0.9	Versi 1.0
Vendor Pembuat	Amica	Amica
Tipe ESP8266	ESP12	ESP-12
USB port	Micro USB	Micro USB
GPIO Pin	11	13
ADC	1 pin (10 bit)	1 pin (10 bit)
USB to Serial Converter	CH340G	CP2102
Power Input	5 Vdc	5 Vdc
Ukuran Model	47 ×31 mm	47 ×24 mm

NodeMCU dikembangkan oleh vendor *Amica* dan mikrokontroler ini juga dapat diprogram melalui Arduino IDE dengan *library* ESP8266, sehingga dapat mudah diprogram dengan bahasa pemrograman arduino digunakan untuk proyek IoT. Pada Tabel 2.1 bahwa ESP-12E memiliki ADC 10 bit dengan hanya 1 input oleh karena dibutuhkan *multiplexer* untuk membaca masukan analog lebih dari satu. Input analog pada ESP-12E ini memiliki tegangan maksimal 3.3 volt. Sedangkan pada konverter dari PC ke ESP-12E menggunakan IC CP2102 dan tegangan kerjanya 5 VDC [11].

Blok diagram NodeMCU dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Blok Diagram NodeMCU ESP-12E

Berdasarkan pada Gambar 2.3 memiliki keterangan sebagai berikut:

- a. RST : *Reset*
- b. EN : *Chip Enable (Active High)*
- c. Cs : *Chip selection*
- d. MISO : *Main Input Slave Output*
- e. MOSI : *Main Output Slave Input*
- f. SCLK : *Clock*
- g. GND : *Ground.*

2.4 Sensor

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses saat suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. Untuk mengendalikan sebuah sistem deteksi dan monitoring kondisi keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa*, maka sistem tersebut harus dilengkapi sensor yang ditujukan sebagai informasi data yang selanjutnya akan diolah oleh *controller* agar sistem tersebut dapat melakukan tugas sesuai yang diinginkan. Sensor yang digunakan adalah sensor PIR HC-SR501 dan sensor suhu DHT11 yang diletakkan di titik yang dibutuhkan pada sistem keamanan koleksi agar sensor tersebut peka dalam mendeteksi adanya gerakan, suhu dan kelembaban [12].

2.4.1 Sensor PIR HC-SR501.

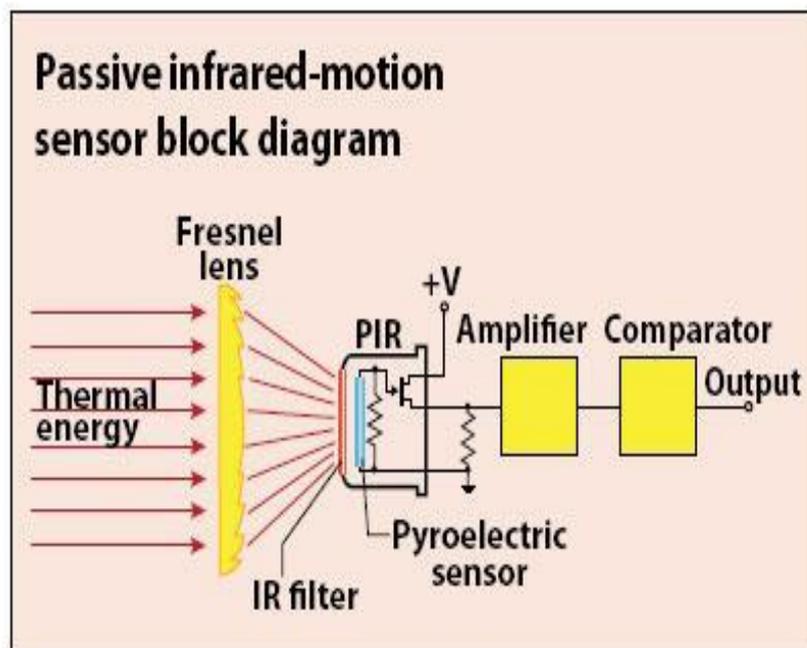
Sensor *Passive infrared* (PIR) adalah sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi gerakan yang bekerja dengan cara mendeteksi adanya perubahan suhu sekarang dan sebelumnya. Sensor gerak menggunakan modul PIR sangat simpel dan mudah diaplikasikan karena Modul PIR hanya membutuhkan tegangan input DC 5V cukup efektif untuk mendeteksi gerakan hingga jarak 7 meter. Ketika tidak

mendeteksi gerakan, keluaran modul adalah *LOW*. Ketika mendeteksi adanya gerakan, maka keluaran akan berubah menjadi *HIGH*. Adapun lebar pulsa *HIGH* adalah $\pm 0,5$ detik. Sensitivitas Modul PIR yang mampu mendeteksi adanya gerakan pada jarak 7 meter memungkinkan untuk membuat suatu alat pendeteksi gerak dengan keberhasilan lebih besar [13].



Gambar 2.4 Modul sensor PIR HC-SR501

Sensor PIR (*Passive Infrared*) merupakan komponen pasif yang berperan sebagai penerima radiasi infra merah dari luar dan tidak menghasilkan sinar infra merah itu sendiri.



Gambar 2.5 Bagian-bagian dari sensor *Passive Infrared*.

Bagian dari sensor *Passive Infrared* adalah sebagai berikut :

1. *Fresnel Lens*: untuk memfokuskan sinar terang, tetapi juga karena intensitas cahaya yang relatif konstan di seluruh lebar berkas cahaya
2. *IR Filter*: *IR Filter* di modul sensor PIR ini mampu menyaring panjang gelombang sinar *infrared* pasif antara 8 sampai 14 mikrometer sehingga panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia yang berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer ini saja yang dapat dideteksi oleh sensor.
3. *Pyroelectric sensor*: Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh kira-kira 32°C, yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh *Pyroelectric sensor* yang merupakan inti dari sensor PIR.
4. *Amplifier*: Sebuah sirkuit amplifier yang ada menguatkan arus yang masuk pada material *pyroelectric*.
5. *Komparator*: Setelah dikuatkan oleh amplifier kemudian arus dibandingkan oleh *komparator* sehingga menghasilkan *output*

Dengan spesifikasi sensor PIR HC-SR501 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor PIR HC-SR501

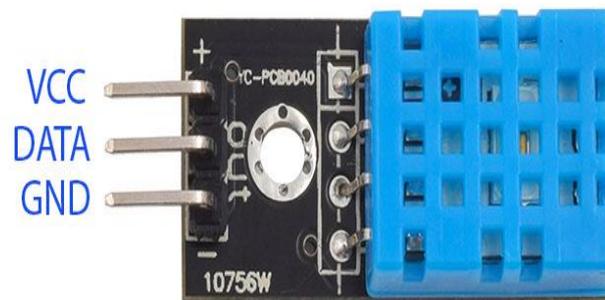
Spesifikasi	Keterangan
Jarak pendeteksian	+/- 7 m
Tegangan kerja	3.3 VDC-5 VDC
Dimensi	32.2 mm x 24.3 mm x 25.4 mm.
<i>Delay time</i>	adjustable (.3->5 min)
<i>Lock time</i>	0.2 sec
<i>Power consumption</i>	65mA

Berdasarkan spesifikasi di atas maka sensor PIR HC-SR501 dipilih untuk diaplikasikan pada alat sistem keamanan ini karena spesifikasi yang sesuai dengan mikrokontroler yang digunakan, dan memiliki nilai *error* yang cukup rendah. Sensor PIR merupakan sensor yang sangat efektif digunakan sebagai *human detector*.

2.4.2 Sensor DHT11.

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban . Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik karena digandeng dengan kemampuan mikrokontroler ATmega8. Produk dengan kualitas terbaik, respon pembacaan yang cepat, dan kemampuan *anti-interference*, dengan harga yang terjangkau [14].

DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. koefisien kalibrasi ini disimpan dalam OTP program memori, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu suhu atau kelembaban , maka module ini membaca koefisien sensor tersebut. Ukurannya yang kecil, dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban . Bentuk dan kaki-kaki DHT11 dapat dilihat pada Gambar 2.6 sebagai berikut:



Gambar 2.6 Sensor DHT11

Dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor DHT11

Spesifikasi	Keterangan
Rentang jarak pengukuran suhu	0–50°C
Rentang jarak pengukuran kelembaban	20% - 90% RH
Catu daya sensor	3 volt – 5 volt
Arus daya operasi	0.5 mA – 2.5 mA
Periode sampel	2 detik
Resolusi transmisi data serial	16 bit

Berdasarkan spesifikasi di atas maka sensor DHT11 dipilih untuk diaplikasikan pada alat sistem keamanan ini karena spesifikasi yang sesuai dengan mikrokontroler yang digunakan, memiliki batas pengukuran yang sesuai dengan yang dibutuhkan pada alat penelitian, tingkat keakuratan yang akurat serta sifat sensor yang dapat mendeteksi suhu sekaligus kelembaban pada ruangan sekitar koleksi.

2.5 ESP 32 CAM

ESP32-CAM adalah Modul Versi Kamera dengan kualitas baik dan *include* kamera OV2640. Dilengkapi koneksi *WiFi + Bluetooth* yang *low* konsumsi serta slot *MicroSD*. Sehingga membuat pengguna dapat membuat sistem yang berkonsep *Internet of Things* contohnya CCTV online yang dapat diprogram menggunakan Arduino IDE [16].



Gambar 2.7 ESP 32 CAM

Pada *board* ini juga dilengkapi dengan slot *microSD* sehingga data gambar yang diambil melalui kamera sudah dapat langsung tersimpan dalam *microSD*. Selain itu ESP32 Cam ini juga dengan konektivitas *WiFi* 802.11b/g/n serta *Bluetooth* BLE dan pada *board* ini sudah tersedia GPIO yang dapat dihubungkan ke berbagai *device* lain.

2.6 Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan

source program, kompilasi, *upload* hasil kompilasi dan uji coba secara *terminal serial* Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *bootloader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library* C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah [17].

IDE Arduino dapat dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut:



Gambar 2.8 Arduino IDE

2.7 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke komputer. *Internet of Things (IoT)* adalah struktur objek orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke computer [18].

IoT menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar digabungkan menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan beberapa macam topologi jaringan, *Radio Frequency Identification* (RFID), *wireless sensor network* dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan. *Internet of Things*(IoT) juga bisa mencakup teknologi-teknologi sensor lainnya, seperti teknologi nirkabel maupun kode QR yang sering kita temukan di sekitar kita, contoh penerapannya dalam benda yang ada didunia nyata adalah untuk pengolahan bahan pangan, elektronik, dan berbagai mesin atau teknologi lainnya yang semuanya tersambung ke jaringan lokal maupun global lewat sensor yang tertanam dan selalu menyala aktif.

2.8 *Thinger.IO*

Thinger.IO adalah platform *open source* untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang mendukung REST-API (*Representational State Transfer-Applications Programming Interface*) untuk mengendalikan perangkat akhir, menghemat *bandwidth* saat transmisi data, penemuan otomatis API, yang memungkinkan untuk menghubungkan dan mengelola perangkat IoT.



Gambar 2.9 *Thinger.IO*

Perangkat ini menghubungkan hampir semua mikrokontroler ke *platform cloud thiger.io* dengan aplikasi *Wi-Fi, Ethernet, GSM, GPRS* dan sebagainya. Pengontrolan mikro seperti *ESP8266, ESP32, CC3200, Raspberry Pi, Intel, Edison Board, Link It One Board*, dan juga *Arduino* dengan pelindung *Wi-Fi, Ethernet shield*, dan lain-lain yang dapat dihubungkan ke *platform cloud open source*. Platform ini menyediakan beberapa layanan seperti, menampilkan statistik

untuk koneksi perangkat, transmisi data, menampilkan dashboard waktu nyata untuk perangkat yang terhubung, memungkinkan komunikasi pihak ketiga [19].

2.9 Google Drive

Google Drive merupakan salah satu layanan penyimpanan (*storage*) yang dimiliki oleh *Google*. Aplikasi ini berasal dari *Google Docs* yang memiliki kapasitas penyimpanan secara gratis sebesar 15 *Gigabyte* (GB). *Google Drive* dapat mudah diakses dimanapun, kapanpun dan menggunakan perangkat apapun untuk menyimpan file dalam bentuk foto, video, dokumen teks, *spreadsheet* dan presentasi. *Google Drive* memiliki keunggulan lain seperti dapat mengenali objek secara otomatis dalam proses pengindeksan objek baik orang atau tempat berupa konten pada jenis file yang umum (.txt, .html, .xml dan lainnya). Selain itu, *Google Drive* menggunakan teknologi OCR (*Optical Character Recognition*) untuk mengidentifikasi teks dalam bentuk gambar atau file dalam format.pdf [20].



Gambar 2.10 *Google Drive*

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat penelitian dilaksanakan sejak bulan November 2022 sampai dengan Februari 2023 bertempat di UPTD Museum Negeri Lampung “Ruwa Jurai”, Kecamatan Rajabasa Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Perangkat Keras

1. NodeMCU ESP8266	1 Buah
2. Sensor PIR HC-SR501	1 Buah
3. Sensor DHT11	1 Buah
4. ESP 32 CAM	1 Buah
5. Led	3 Buah
6. Base PlateBoard NodeMCU	1 Buah
7. DF Player Mini	1 Buah
8. Adaptor Power LG	1 Buah
9. Laptop	1 Buah

3.2.2 Perangkat Lunak

1. Arduino IDE
2. *Thingier.IO*
3. *Google Drive*

3.3 Spesifikasi Alat

Alat dan bahan dalam penelitian ini memiliki fungsi dan kegunaan yaitu sebagai berikut

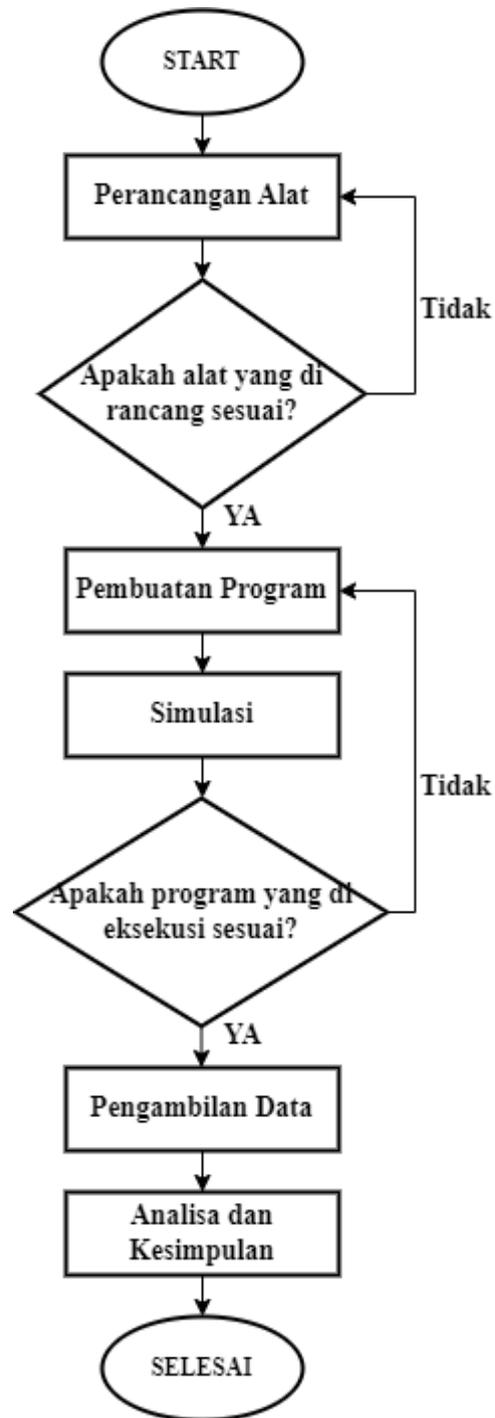
Tabel 3.2 Spesifikasi alat sistem keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa*

Komponen	Kegunaan
NodeMCU ESP 8266	Sebagai modul <i>wifi</i> dan kontrol sistem.
Sensor PIR HC-SR501	Sebagai sensor pendeteksi gerakan mengganggu koleksi <i>Arca Bodhisatwa</i> .
Sensor DHT11	Sebagai sensor untuk memonitoring suhu dan kelembaban pada ruangan koleksi <i>Arca Bodhisatwa</i> .
ESP 32 CAM	Sebagai sistem keamanan tambahan terhadap koleksi <i>Arca Bodhisatwa</i> .
<i>DF Player Mini</i>	Sebagai peringatan agar pengunjung tidak mengganggu koleksi <i>Arca Bodhisatwa</i> .
Base PlateBoard NodeMCU	Sebagai modul ekspansi NodeMCU ESP 8266
Adaptor Power LG	Sebagai sumber tegangan alat.
LED	Sebagai indikator peringatan agar penjaga museum dapat menaikkan/menurunkan suhu pada ruangan koleksi <i>Arca Bodhisatwa</i> .
Arduino IDE	Sebagai <i>software</i> untuk memprogram mikrokontroler sesuai <i>set point</i> yang telah ditentukan.
<i>Google Drive</i>	Sebagai media penyimpanan hasil gambar dari ESP 32 CAM
<i>Thingier.IO</i>	Sebagai <i>platform</i> IoT yang akan menampilkan data sensor PIR dan sensor DHT11.

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yaitu dengan mempelajari dan mengumpulkan literatur mengenai alat sistem keamanan koleksi berbasis sensor PIR dan sensor DHT11 yang menjadi referensi diantaranya buku, jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu. Apabila perancangan alat sesuai maka dilanjutkan dengan pembuatan program dan membuat simulasi. Jika pembuatan program dan simulasi telah sesuai, maka penelitian dilanjutkan dengan pengambilan data kemudian melakukan analisa dan menarik kesimpulan, jika hasil eksekusi tidak sesuai dengan yang diinginkan maka kembali lagi melakukan perbaikan pada program.

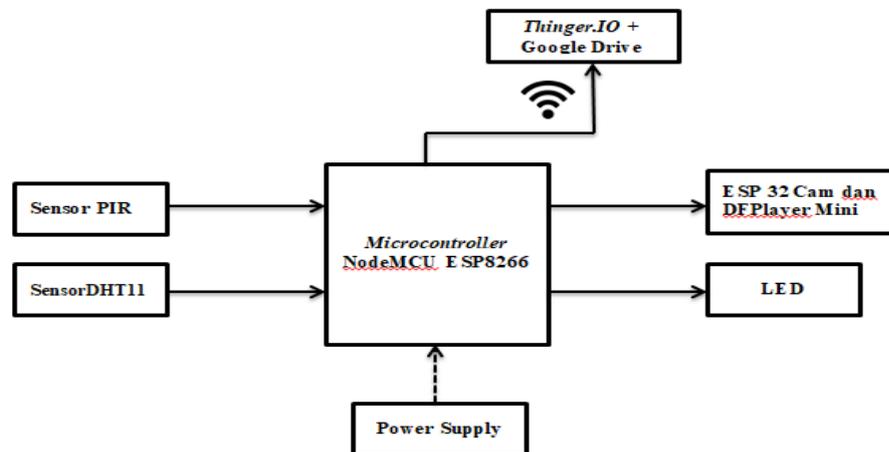
Diagram alir penelitian dituliskan seperti pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan tahapan yang dilakukan dalam sistem untuk memberikan gambaran mengenai alat yang dapat direpresentasikan dalam diagram blok seperti pada Gambar 3.2 sebagai berikut:

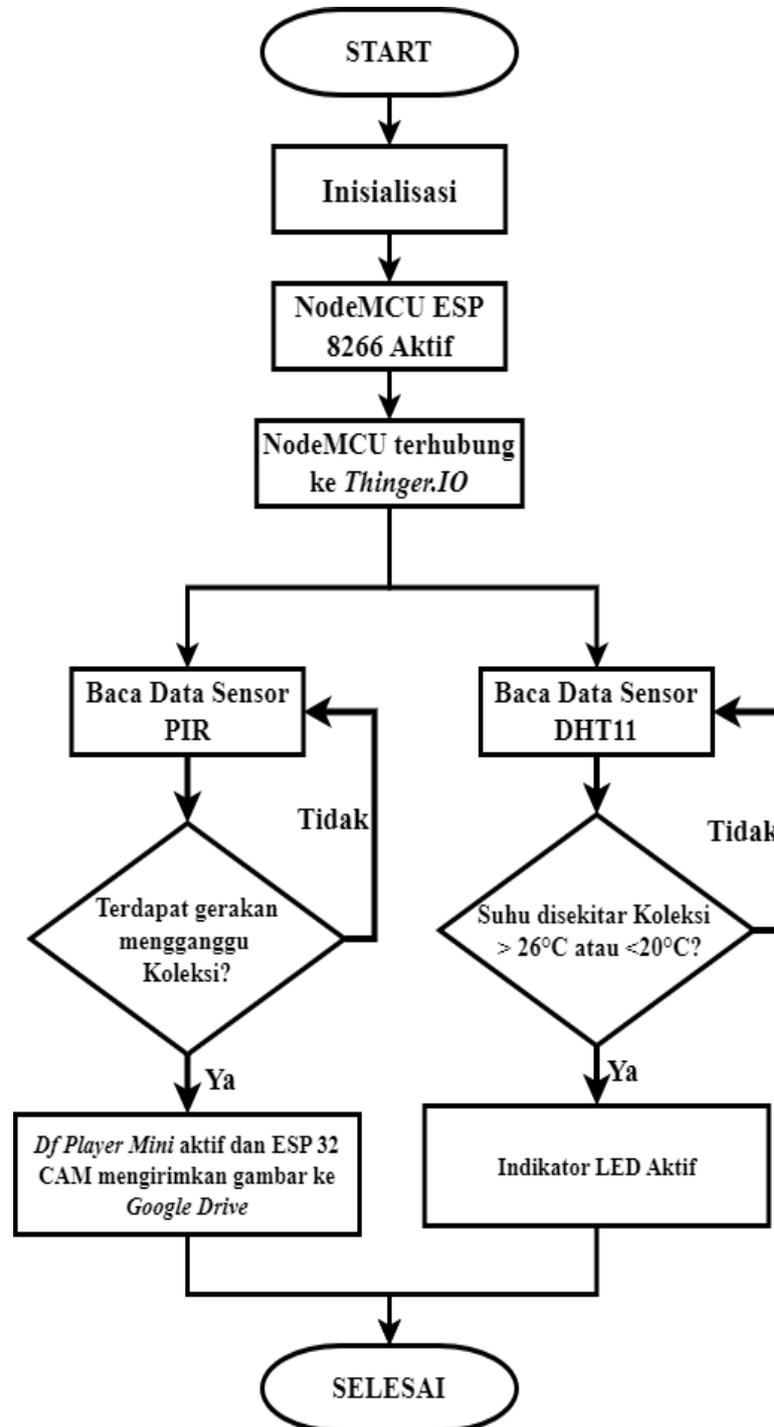


Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan alat.

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat dilihat perancangan alat dimulai setelah semua komponen tersedia. Sistem kerja alat ini berawal dari pengukuran yang dilakukan oleh sensor PIR HC-SR501 dan sensor suhu DHT11. Hasil pengukuran sensor dikirim menuju NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk dilakukan eksekusi sesuai dengan *set point* yang telah ditetapkan pada NodeMCU. Jika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan mengganggu koleksi *Arca Bodhisatwa*, maka NodeMCU akan memerintahkan *Df Player Mini* untuk aktif dengan memberikan suara peringatan agar tidak menyentuh koleksi. Alat ini juga dilengkapi dengan ESP 32 CAM yang akan mengirimkan gambar pengganggu koleksi ke penyimpanan *Google Drive* Museum Lampung. LED merupakan indikator peringatan bahwa suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT11 melebihi batas suhu ruangan yang telah ditetapkan yaitu berada pada rentang 20°C sampai 26°C. Hasil pengukuran sensor pada alat juga dapat dimonitoring melalui *platform Thingier.IO* yang tersambung melalui *internet* dan dapat dipantau meskipun dari jarak jauh. *Power supply* berfungsi sebagai sumber tegangan dari alat sistem keamanan ini.

3.4.2 Diagram Alir Sistem.

Adapun diagram penelitian alat sistem keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem

Secara umum sistem kerja dari alat ini dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang akan membaca data dari sensor PIR dan sensor DHT11. Pada saat sensor PIR membaca adanya radiasi pancaran sinar infra merah maka NodeMCU akan mengirimkan perintah agar *DF Player Mini* aktif dengan menampilkan suara dan ESP 32 CAM akan mengirimkan gambar ke penyimpanan *Google Drive* Museum Lampung. Selanjutnya, sensor DHT11 akan membaca suhu dan kelembaban pada ruangan koleksi, Jika suhu yang terbaca oleh sensor DHT11 diluar rentang 20°C sampai 26°C maka NodeMCU akan mengirimkan perintah agar LED aktif hingga suhu berada pada rentang tersebut. Hasil dari pembacaan sensor PIR dan DHT11 dapat dilakukan monitoring secara *Real Time* melalui *Thinger.IO*

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian ini yaitu:

1. Telah terealisasi alat sistem keamanan koleksi *Arca Bodhisatwa* berbasis sensor PIR HC-SR501 dan sensor DHT11 menggunakan NodeMCU ESP8266. Alat sistem keamanan ini telah bekerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%. Sensor PIR dapat mendeteksi gerakan dengan sudut deteksi hingga $\angle 65^\circ$ dan tegangan *output* 3,35 volt DC dengan *delay* rata-rata 1,82 detik. Sensor DHT11 dapat memonitoring suhu dan kelembaban dengan nilai akurasi suhu 98,7% dan kelembaban 99,3%.
2. Pengaplikasian sensor PIR HC-SR501 dan DHT11 pada alat sistem keamanan ini sudah bekerja secara otomatis sesuai *set point* yang telah ditetapkan pada program Arduino IDE sehingga alat ini berguna dalam menjaga koleksi *Arca Bodhisatwa* dan tetap melestarikan keberadaan koleksi berharga tersebut.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diajukan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat membuat suatu aplikasi android yang khusus untuk mengkoneksikan alat penelitian yang dapat diakses melalui android.
2. Menggunakan sensor ultrasonik untuk dapat mengetahui jarak pengganggu koleksi terhadap objek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supriyanto, Gunadi “*Panduan Museum Negeri Lampung = Guide book of Lampung museum*” Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi Lampung. 2017.
- [2] Tsabit, Azinar Ahmad “*Strategi Pemanfaatan Museum Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Zaman Prasejarah*” Jurnal Paramita, Vol.20, No.1, 2010.
- [3] Tjahyono, Harry “*Pengamanan Museum (Museum Security)*” Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata. Proyek pengembangan kebudayaan.2011.
- [4] Sadirin, Hubertus “*Diktat Perkuliahan Konservasi Bangunan dan Situs*” Program Studi Arkeologi, Program Pascasarjana Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya Universitas Indonesia, Depok 2017.
- [5] Nasir, Muhamad dan Muhammad Izan Qurniawan “*Prototype Sistem Monitoring Keamanan Rumah Menggunakan Multisensor Berbasis Website*” Jurnal SNIT Politeknik Negeri Bengkalis, Vol.3, No.1, 2021.
- [6] Riyadi, Bayu dan Hendriyawan Achmad “*Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Piranti Raspberry Pi 3 Menggunakan Internet of Things*” Jurnal UTY Universitas Teknologi Yogyakarta, Vol.7, No.1, 138-142, 2019.
- [7] Andrianto, Heri dan Gandha Intan Saputra “*Smart Home System Based on IoT and SMS*” Jurnal TELKA, Vol.6, No.1, 2020.
- [8] Zhakty Adhiluhung, Muhammad Agung Nugroho “*Simulasi Kontrol Dan Monitoring Rumah Pintar Dengan Teknologi Internet of Things*” Jurnal JOISM, Vol.4, No.1, 2022.
- [9] Kurniawan, Hendrik “*Penerapan Internet of Things (IoT) Pada sistem keamanan tambak dan monitoring pakan udang otomatis*” Jurnal INFOTEX, Vol.5, No.2, 2022.
- [10] Septian ,Rudy dan Sofyan Mufti Prasetyo “*Sistem Keamanan Menggunakan Kamera dan Sensor Gerak Berbasis Internet of Things*” OKTAL Jurnal Ilmu Komputer dan Sains, Vol.1, No.9, 2022.

- [11] NodeMCU. 2018. *Data Sheet NodeMCU ESP-12 E*. <https://nodemcu.readthedocs.io/en/master/> Diakses pada 20 Nov 2022.
- [12] Gunawan, Titin Fatimah “*Implementasi Sistem Pengaturan Suhu Ruang Server Menggunakan Sensor DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler*” Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika, Vol.4, No.1, Hal. 101-110, Juni 2020.
- [13] Desmira, Didik Aribowo dan Widhi Dwi Nugroho “*Penerapan Sensor Passive Infrared (Pir) Pada Pintu Otomatis Di Pt Lg Electronic Indonesia*” Jurnal PROSISKO, Vol.7, No.1, Maret 2020.
- [14] Aditya, Muhammad Yan Eka dan Hari Wibawanto “*Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8*” Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang, Vol.5, No.1, 2013.
- [15] Muslimin, Selamat. “*Efektivitas Sudut Baca Sensor Pir Terhadap Jarak Objek Sebagai Pengendali Beban Lampu Pada Ruang Kelas*” Jurnal TECHNOLOGIC, Vol.10, No.1, 2019.
- [16] Dewantoro. D. W. “*Rancang Bangun Lengan Robot Pemilah Barang Berdasarkan Berat Dengan Pemanfaatan Internet of Things (IoT) Sebagai Kontrol Dan Monitoring Jarak Jauh*”. Jurnal ITN Malang, Vol.15, No.2, 2020.
- [17] Setiadi, Hermawan dan Munadi “*Desain Model Smarthome System Berbasis Mikrokontroler*”. Jurnal Teknik Mesin Undip, Vol.3, No.2, 2017.
- [18] Junaidi, Apri. “*Internet of Things, Sejarah, Teknologi dan penerapannya*” JITTER Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, Vol.1, No.3, 62-64, 2015.
- [19] Siti Ahadiyah, Muharnis, Agustiawan “*Implementasi Sensor Pir Pada Peralatan Elektronik Berbasis Microcontroller*” Jurnal INOVTEK POLBENG, VOL.07, No. 1, Juni 2017.
- [20] Siti Rokhmanila, Deni Setiawan “*Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor Pir Dan Aplikasi Telegram*” EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control), Vol.3, No.2, Hal 166 – 176, 2020.