



Perancangan Sistem Keamanan Ruangan Benda Bernilai Historis Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266

(Designing an IoT-Based Security System for Preserving Historical Artifact Rooms using NodeMCU ESP8266)

Akbaresa Deyta Artana¹, Edwin Wakak Megow², Firmansyah³

^{1,2,3} Program Studi Elektronika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: akbaresakarbol@gmail.com, edwinwakakmegow@aau.ac.id, firmansyah@aau.ac.id

Abstract— Security is a crucial aspect that must be taken seriously when managing historical artifact collections. This research addresses the urgency of protecting high-value historical artifacts using Internet of Things (IoT) technology by designing a security system based on the NodeMCU ESP8266. The aim is to create an effective security system for detecting and safeguarding historical artifacts from potentially damaging actions. Through testing, the system has demonstrated its effectiveness in transmitting data regarding violations, preventing operational errors, and sending notifications to security via the Telegram app. Factors such as Wi-Fi signal quality and the distance between the NodeMCU ESP8266 devices and security equipment are critical in maintaining smooth data transmission. Additionally, light settings and output voltage also affect the success of violation detection within the security system. The research indicates that this study has successfully developed a responsive and effective security solution, making a significant contribution to enhancing the protection of rooms containing valuable historical artifacts.

Keywords— Security, Internet of Things, NodeMCU ESP8266.

Abstrak— Keamanan menjadi aspek penting yang harus diperhatikan secara serius dalam mengelola koleksi benda bersejarah. Penelitian ini merespons urgensi untuk mengamankan koleksi benda bersejarah yang memiliki nilai historis yang tinggi dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) melalui perancangan sistem keamanan berbasis NodeMCU ESP8266 yang bertujuan untuk menciptakan sistem keamanan yang efektif dalam mendeteksi dan melindungi koleksi benda bersejarah dari tindakan yang dapat merusak. Melalui pengujian, sistem berhasil menunjukkan efektivitasnya dalam mengirimkan data sesuai pelanggaran, mencegah kesalahan operasional, dan memberikan notifikasi kepada keamanan melalui aplikasi Telegram. Faktor kualitas sumber Wi-Fi dan jarak antara perangkat NodeMCU ESP8266 dan perangkat keamanan menjadi krusial dalam menjaga kelancaran transmisi data secara aktual. Selain itu, pengaturan cahaya dan tegangan keluaran juga mempengaruhi keberhasilan pendeteksian pelanggaran pada sistem keamanan. Dari penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa penelitian ini berhasil menciptakan solusi keamanan yang responsif dan efektif, memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan perlindungan terhadap ruangan benda yang bernilai historis.

Kata Kunci— Keamanan, Internet of Things, NodeMCU ESP8266.

*Akbaresa Deyta Artana
E-mail: akbaresakarbol@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era yang semakin modern mempengaruhi pesatnya perkembangan teknologi di bidang pertahanan, khususnya dalam hal pertahanan dan penguasaan ruang angkasa. Fenomena ini merupakan momentum yang disambut baik oleh pimpinan TNI Angkatan Udara dengan gagasan untuk membangun satuan ruang angkasa. Kondisi ini melatarbelakangi penelitian ini sebagai upaya untuk merancang sistem keamanan yang efektif untuk melindungi benda-benda bernilai historis melalui perancangan sistem keamanan ruangan benda bernilai historis. Kemampuan untuk menjaga keamanan benda-benda tersebut dan dapat terkoneksi dengan internet menjadi salah satu hal yang diperoleh dengan adanya sistem ini. Penelitian ini juga berguna sebagai solusi dalam mencegah kerusakan dan kehilangan integritas dari benda-benda bersejarah yang bernilai historis. Melalui metode analisis kebutuhan, desain, dan evaluasi sistem, diharapkan penelitian ini dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan mengenai cara terbaik melindungi benda-benda historis. Penelitian ini dilakukan untuk merancang sistem keamanan ruangan benda bernilai historis, dengan fokus pada perancangan sistem yang efektif untuk melindungi aset-aset berharga.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem keamanan yang optimal dan menjawab pertanyaan tentang strategi perlindungan benda-benda historis yang paling efektif. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kesimpulan mengenai strategi perlindungan terbaik untuk keamanan benda-benda bersejarah yang dimiliki TNI Angkatan Udara. Hasilnya akan memberikan saran dan rekomendasi berupa solusi berdasarkan pengujian sistem, sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan perlindungan dan pelestarian aset-aset berharga secara umum.

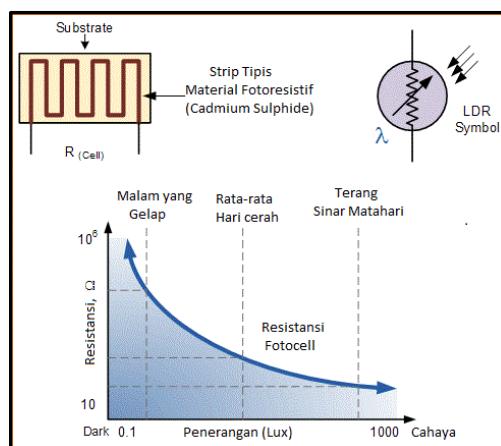
Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa sistem keamanan yang dirancang untuk melindungi benda-benda bersejarah memberikan manfaat signifikan dalam pelestarian aset. Dery Irawan dalam penelitian "Rancang Bangun Alat Security System Pada Objek Kain Tapis di Museum Lampung Berbasis Teknologi *Internet of Things* (IoT)" membahas tentang perancangan sistem keamanan pada salah satu objek yang berada di Museum Lampung. Sistem keamanan berbasis *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk ruangan yang menyimpan benda bernilai historis. Teknologi IoT memungkinkan integrasi perangkat pintar yang dapat memantau dan mengamati kondisi ruangan secara real-time, serta memberikan notifikasi dan respons cepat terhadap potensi ancaman. Dengan menggunakan sistem berbasis IoT, Keamanan ruangan dapat memastikan perlindungan yang lebih baik dan responsif terhadap risiko kerusakan, pencurian, atau pelanggaran, sehingga menjaga keberlangsungan dan integritas benda-benda bernilai historis untuk generasi mendatang.

II. LANDASAN TEORI

Penelitian ini akan membahas tentang dasar-dasar teori dalam perancangan sistem keamanan ruangan benda bernilai historis berbasis IoT. Pembuatan sistem keamanan ini menggunakan gabungan dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Dery Irawan yang berjudul "Rancang Bangun Alat *Security System* pada Objek Kain Tapis di Museum Lampung Berbasis *Internet of Things* (IoT)". Dimana penelitian tersebut membahas tentang perancangan sistem keamanan pada salah satu objek yang berada di Museum Lampung dengan menggunakan mekanisme sensor PIR dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 [1].

Selain itu, dalam penelitian ini ditambahkan fitur tambahan yaitu modul DFPlayer Mini MP3 yang terinspirasi dari penelitian yang dilakukan oleh Tiara A Erika dan Elfizon yang berjudul "Sistem Keamanan Berlapis Pada Pintu Menggunakan RFID, Fingerprint, dan Keypad dengan Output Suara Berbasis Internet Of Things ESP32". Dimana dalam penelitian tersebut output dari sistem keamanan berupa suara yang berasal dari file yang diputarkan oleh Modul DFPlayer MP3. Input dari sistem berasal dari gabungan tiga lapis keamanan. Dimana untuk membuka pintu harus melewati RFID dengan menggunakan ID Card, lalu sensor sidik jari (*fingerprint*) dan memasukkan password melalui keypad yang tersambung dengan sistem. Dan output yang dihasilkan berupa aktifnya DFPlayer MP3 dengan memutar suara yang terdapat di dalam file MP3 [2].

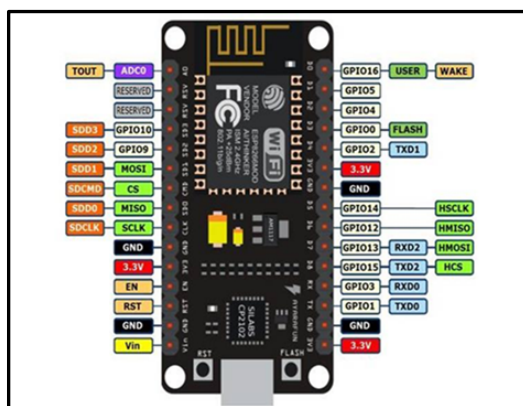
A. Sensor LDR (*Light Dependent Sensor*)



Gambar 1. Grafik Resistansi Sensor LDR dan Cahaya

Sensor LDR merupakan singkatan dari Sensor *Light Dependent Resistor* atau sering dikenal dengan istilah photoresistor atau celah pencahayaan. Sensor LDR adalah jenis sensor optoelektronik yang berubah resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Sensor LDR bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi bahan semikonduktor tergantung pada cahaya yang diterimanya. Ketika cahaya terpapar pada permukaan Sensor LDR, jumlah elektron dalam bahan semikonduktor tersebut akan meningkat, yang pada gilirannya mengurangi hambatan listriknya. Sebaliknya, dalam kegelapan atau saat intensitas cahaya rendah, jumlah elektron dalam bahan semikonduktor berkurang, sehingga hambatan listriknya meningkat.

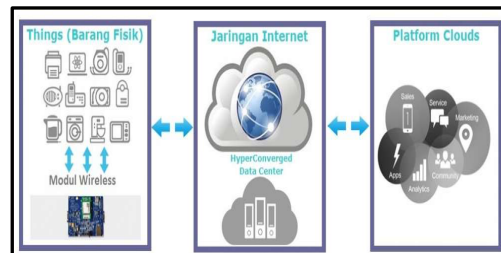
B. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266



Gambar 2. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 adalah platform pengembangan *open-source* yang populer berdasarkan chip mikrokontroler ESP8266. Ini dirancang untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT) dan *prototyping*, yang memungkinkan pengembang untuk dengan mudah membuat proyek dan aplikasi yang mendukung Wi-Fi [3].

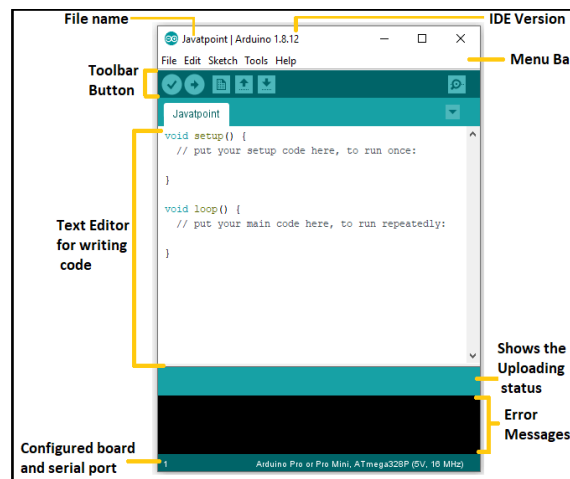
C. Internet of Things (IoT)



Gambar 3. Konsep *Internet of Things*.

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang memungkinkan manusia untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen [4].

D. Arduino IDE



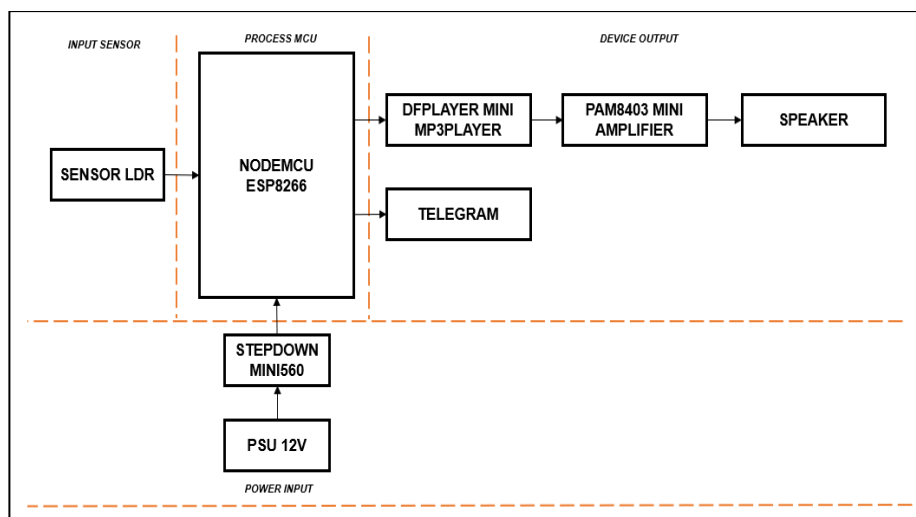
Gambar 4. Tampilan Software Arduino IDE.

Software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) diciptakan oleh Casey Reas dan Ben Fry dengan dukungan programmer lain. Mereka mengembangkan Arduino dengan *bootloader* dan software yang *user friendly* sehingga menghasilkan *board* mikrokontroler yang bersifat *open-source* yang dapat dipelajari dan dikembangkan oleh pihak mana pun. IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan platform yang diperuntukan untuk membuat perintah atau *source code*, melakukan pengecekan kesalahan, upload program, serta menguji hasil kerja sistem arduino melalui serial monitor menggunakan bahasa pemrograman C++.

III. METODE PENELITIAN

A. Blok Diagram Sistem

Diagram blok sistem adalah gambaran sistem alat secara umum dan keseluruhan yang digambarkan dalam bentuk susunan blok-blok yang saling terkonfigurasi satu sama lain.



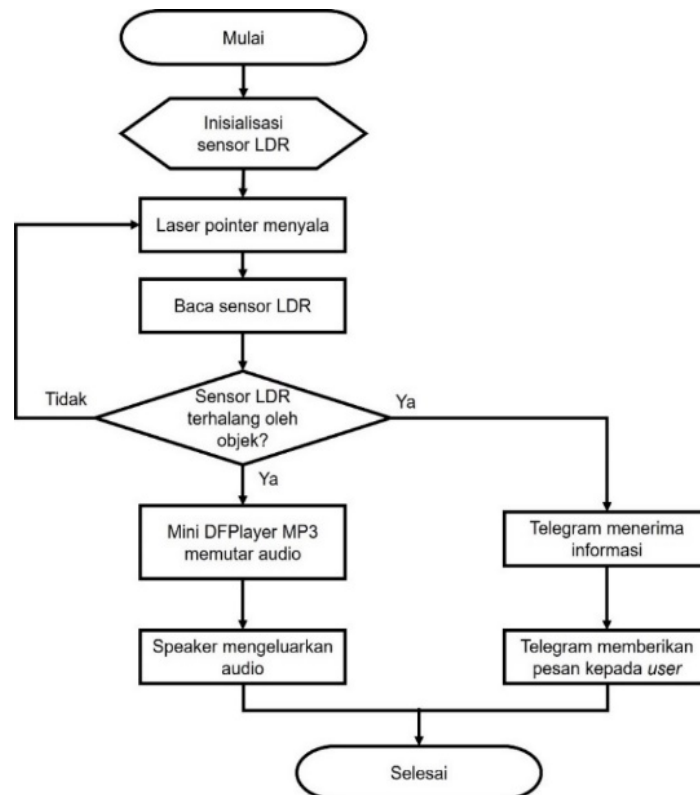
Gambar 5. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan susunan diagram blok, maka terdapat empat bagian blok utama yaitu blok power input, input sensor, process MCU, dan device output. Blok power input terdiri dari power supply unit 12 Volt dan rangkaian step-down Mini560. Blok input sensor terdiri dari sensor LDR (Light Dependent Resistor). Blok process MCU terdiri dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Blok device output terdiri rangkaian DFPlayer Mini MP3 dan Amplifier PAM8403 untuk mengendalikan pemutaran audio serta speaker untuk mengeluarkan output berupa suara. Secara umum kinerja alat secara keseluruhan dimulai cara kerja sistem dimulai dengan proses inialisasi sensor LDR yaitu tahap inialisasi port analog pada sensor LDR (*Light Dependent Resistor*).

Pada tahap inialisasi akan dilakukan konfigurasi antara input/output yang diterima pada sensor Light Dependent Resistor dengan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Selanjutnya Laser akan terus menyala dan mengenai sensor Light Dependent Resistor yang akan dibaca oleh Mikrokontroler sebagai keadaan siaga atau keadaan on. Mikrokontroler akan terus menerima besaran tahanan dari sensor Light Dependent Resistor sampai dengan cahaya laser tertutupi oleh objek. Apabila cahaya laser tertutupi oleh objek, maka sensor Light Dependent Resistor akan merespon dengan tegangan yang naik. Hal ini akan terbaca oleh Mikrokontroler dan DFPlayer Mini MP3 akan memutar file audio yang tersimpan di dalam SD Card. Dan speaker akan mengeluarkan audio yang sebelumnya diputar oleh DFPlayer Mini MP3. Lalu Mikrokontroler akan mengirimkan pesan kepada Bot Telegram. Dimana nantinya Bot yang ada pada Telegram akan memberi pesan kepada user dalam hal ini penjaga. Sehingga akan muncul notifikasi atau pesan telegram pada smartphone milik penjaga yang menginformasikan bahwa terjadi pelanggaran.

B. Penulisan flowchart

Diagram alir atau sering disebut dengan Flowchart merupakan alur dari jalannya suatu proses dalam hal ini adalah cara kerja alat yang nantinya akan digunakan untuk membuat algoritma program. Flowchart memudahkan penulis dalam membuat konsep alur jalannya di program yang akan dibuat pada software Arduino IDE.



Gambar 6. Flowchart Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini membahas tentang hasil dan pengujian sistem perancangan alat. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui sistem kerja rangkaian dan kondisi komponen yang akan diuji. Dengan adanya pengujian alat ini dapat diketahui apabila ada komponen yang rusak atau tidak bekerja sesuai dengan fungsinya akan diketahui lebih awal dan dapat dengan mudah untuk diperbaiki, sedangkan pengambilan data secara keseluruhan bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran standar nilai komponen yang terdapat pada *datasheet*.

A. Pengujian Distribusi Tegangan Perangkat Keras.

Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari power supply unit menuju ke stepdown Mini560, mikrokontroler dan rangkaian input/output. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada tiap komponen menggunakan multimeter digital.

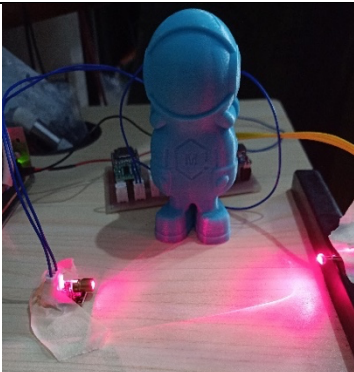
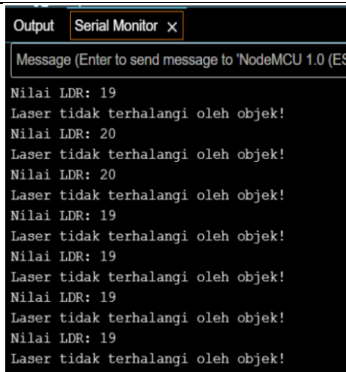
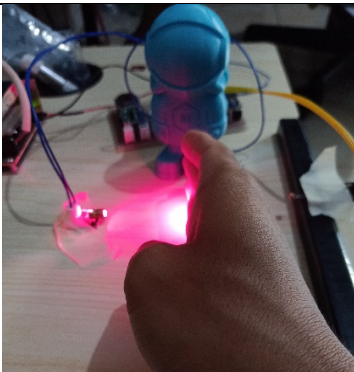
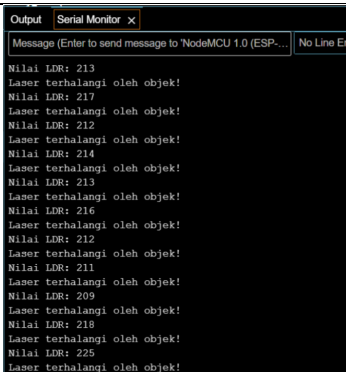
TABEL 1. HASIL PENGUJIAN DISTRIBUSI TEGANGAN PERANGKAT KERAS

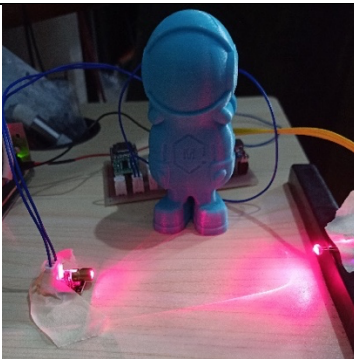
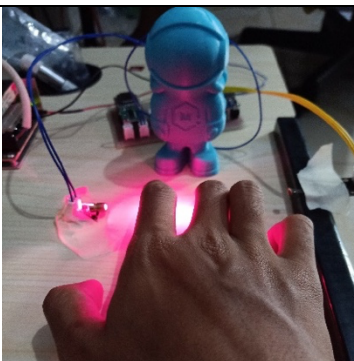
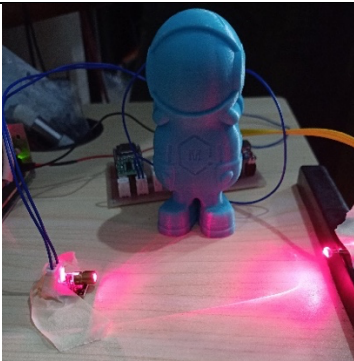
NO	VOUT PSU	VOUT STEPDOWN	VIN SENSOR LDR	VOUT NODEMCU	VIN DFPLAYER	VIN KY-008	VIN AMPLIFIER
1	11,97	5,12	3,271	3,273	5,12	5,11	5,11
2	11,97	5,13	3,270	3,273	5,11	5,12	5,11
3	11,97	5,12	3,271	3,272	5,12	5,11	5,12

B. Pengujian Kinerja NodeMCU ESP8266 dengan Sensor LDR dan Laser KY-008

Pengujian ini merupakan pengujian yang dilakukan guna menguji kemampuan komunikasi antara rangkaian Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan Laser KY-008 dan Sensor LDR. Pengujian dilakukan dengan menggunakan program untuk mengetahui besaran resistansi pada pembacaan sensor LDR dalam kondisi terkena sinar laser dan tidak.

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN SENSOR LDR.

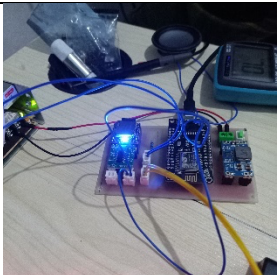
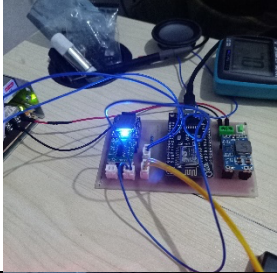
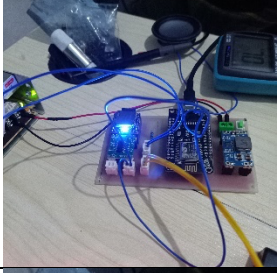
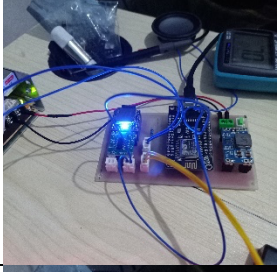
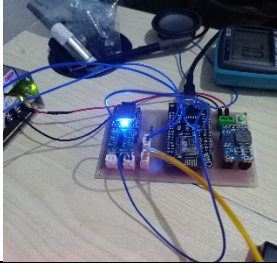
NO	SUBJEK PENGUJIAN	NILAI SENSOR LDR	HASIL UJI PADA SERIAL MONITOR	KESIMPULAN
1		19	 <pre>Output Serial Monitor x Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP- Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 20 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 20 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek!</pre>	Berhasil
2		212	 <pre>Output Serial Monitor x Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP-... No Line Er Nilai LDR: 213 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 217 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 212 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 214 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 213 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 216 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 212 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 211 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 209 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 218 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 225 Laser terhalangi oleh objek!</pre>	Berhasil

3		20	Output Serial Monitor x Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ES <pre> Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 20 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 20 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! </pre>	Berhasil
4		225	Output Serial Monitor x Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP-... No Line Ends <pre> Nilai LDR: 213 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 217 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 212 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 214 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 213 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 216 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 212 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 211 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 209 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 218 Laser terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 225 Laser terhalangi oleh objek! </pre>	Berhasil
5		19	Output Serial Monitor x Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ES <pre> Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 20 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 20 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! Nilai LDR: 19 Laser tidak terhalangi oleh objek! </pre>	Berhasil

C. Pengujian Kinerja NodeMCU ESP8266 dengan DFPlayer Mini MP3 dan Amplifier PAM8403.

Pengujian ini merupakan pengujian yang dilakukan guna menguji kemampuan komunikasi antara rangkaian Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan modul DFPlayer Mini MP3 dan Amplifier PAM8403. Pengujian dilakukan dengan menggunakan program untuk mengetahui apakah rangkaian DFPlayer Mini MP3 dan Amplifier PAM8403 dapat memproses pemutaran audio sesuai dengan perintah dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

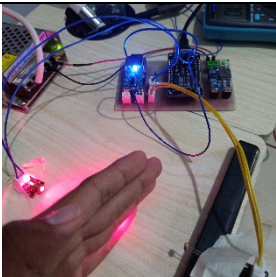
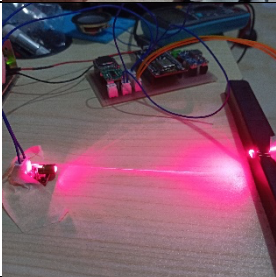
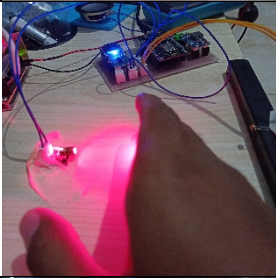
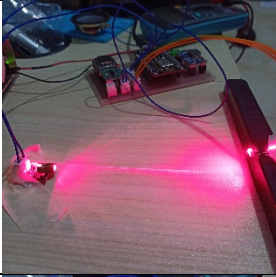
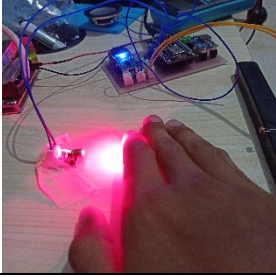
TABEL 3. HASIL PENGUJIAN SUARA.

NO	SUBJEK PENGUJIAN	INDIKATOR PENCAPAIAN	HASIL UJI	KESIMPULAN
1		Speaker menghasilkan output berupa suara	Speaker mengeluarkan suara dengan kalimat "Mohon Jangan Disentuh"	Berhasil
2		Speaker menghasilkan output berupa suara	Speaker mengeluarkan suara dengan kalimat "Mohon Jangan Disentuh"	Berhasil
3		Speaker menghasilkan output berupa suara	Speaker mengeluarkan suara dengan kalimat "Mohon Jangan Disentuh"	Berhasil
4		Speaker menghasilkan output berupa suara	Speaker mengeluarkan suara dengan kalimat "Mohon Jangan Disentuh"	Berhasil
5		Speaker menghasilkan output berupa suara	Speaker mengeluarkan suara dengan kalimat "Mohon Jangan Disentuh"	Berhasil

D. Pengujian dan Analisis Keseluruhan Sistem Perangkat Keras

Pengujian ini merupakan pengujian yang dilakukan guna menguji kinerja seluruh rangkaian sistem alat. Dimana pengujian ini menguji komunikasi antara rangkaian Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan komponen lain dalam mengatur kinerja dari keseluruhan sistem perangkat keras (hardware).

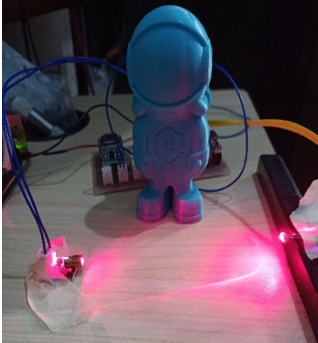
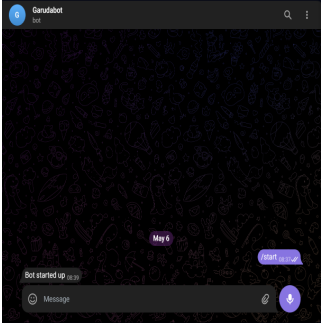
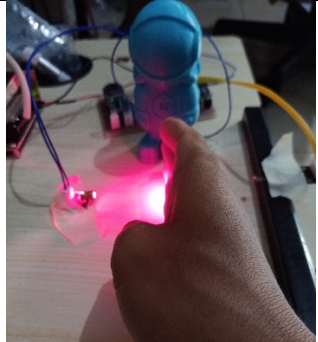
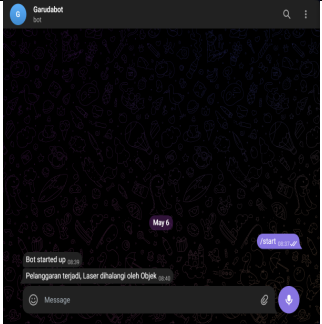
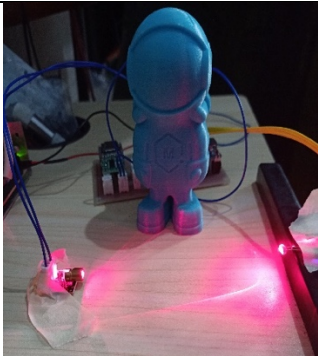
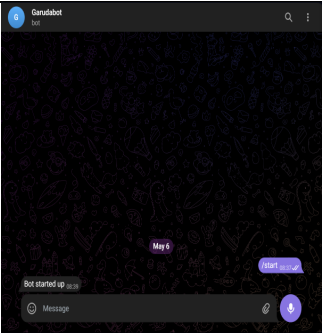
TABEL 4. HASIL PENGUJIAN KESELURUHAN RANGKAIAN SISTEM ALAT.

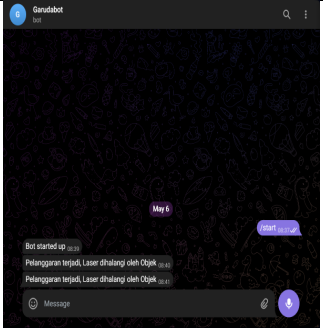
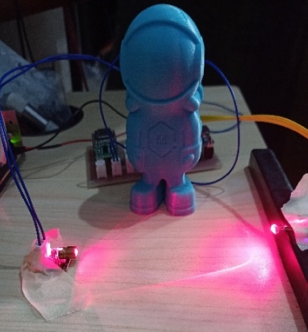
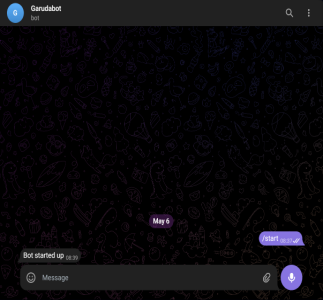
NO	SUBJEK PENGUJIAN	HASIL UJI SUARA	HASIL UJI TELEGRAM	KESIMPULAN
1		Speaker mengeluarkan suara "Mohon Jangan Disentuh"	Telegram Menerima Notifikasi	Berhasil
2		Speaker Diam	Telegram Tidak Menerima Notifikasi	Berhasil
3		Speaker mengeluarkan suara "Mohon Jangan Disentuh"	Telegram Menerima Notifikasi	Berhasil
4		Speaker Diam	Telegram Tidak Menerima Notifikasi	Berhasil
5		Speaker mengeluarkan suara "Mohon Jangan Disentuh"	Telegram Menerima Notifikasi	Berhasil

E. Pengujian dan Analisis Perangkat Lunak.

Pengujian ini merupakan pengujian yang dilakukan guna menguji kinerja komunikasi antara rangkaian Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan aplikasi Telegram. Metode uji yang digunakan menggunakan metode uji Black Box. Dimana pengujian dilakukan tanpa memperhatikan struktur internal atau detail implementasi dari program yang diuji.

TABEL 5. HASIL PENGUJIAN GARUDABOT.

NO	SUBJEK PENGUJIAN	INDIKATOR PENCAPAIAN	HASIL UJI	KESIMPULAN
1		Tidak Terjadi Pelanggaran		Berhasil
2		Terjadi Pelanggaran		Berhasil
3		Tidak Terjadi Pelanggaran		Berhasil

4		Terjadi Pelanggaran		Berhasil
5		Tidak Terjadi Pelanggaran		Berhasil

Dalam proses pengiriman pesan dari NodeMCU ESP8266 ke Bot telegram. Dapat dipengaruhi banyak faktor salah satunya adalah jarak NodeMCU ESP8266 dengan sumber Wi-Fi. Berikut hasil pengujian alat berdasarkan jarak alat dengan sumber Wi-Fi yang ditampilkan dalam Tabel 6.

TABEL 6. HASIL PENGUJIAN DURASI PENGIRIMAN PESAN

NO	JARAK SUMBER WI-FI	DURASI PENGIRIMAN PESAN
1	1 Meter	6.13 Detik
2	5 Meter	7.76 Detik
3	10 Meter	8.57 Detik
4	15 Meter	8.83 Detik
5	20 Meter	9.03 Detik

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem keamanan dapat bekerja secara efektif berdasarkan hasil pengujian alat dan pengiriman data dari sistem. Dimana setiap data yang diperoleh sesuai dengan pelanggaran yang terjadi sehingga tidak terjadi kekeliruan pada sistem. Selain itu, pengiriman notifikasi sistem keamanan dapat berjalan dengan baik melalui pengiriman data dari NodeMCU ESP8266 ke DFPlayer Mini MP3 dan aplikasi Telegram. Namun dalam pengujian yang dilakukan faktor cahaya dan koneksi internet menjadi faktor yang menentukan keberhasilan dan keefektifan pendeteksian objek pada sistem keamanan.

Perlu ada penelitian lanjutan yang dilakukan untuk mengembangkan sistem menjadi lebih sempurna dan berguna bagi Akademi Angkatan Udara di kemudian hari. Diperlukan penambahan kamera untuk pengambilan wajah pelaku pelanggaran, sehingga apabila terjadi pelanggaran, wajah pelaku pelanggaran dapat diambil dan dijadikan bukti. Selain itu, penambahan heatsink kecil sangat dianjurkan karena proses yang dilakukan secara terus menerus dapat menyebabkan sistem mengalami overheat dan dapat menyebabkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 mengalami kerusakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penyusunan jurnal ini. Apresiasi khusus kami sampaikan kepada tim peneliti dan peserta seminar nasional sains teknologi dan inovasi Indonesia 2024, yang telah memberikan platform untuk mempresentasikan hasil penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Irawan, Dery. (2023). Rancang Bangun Alat Security System Pada Objek Kain Tapis di Museum Lampung Berbasis Teknologi Internet of Things (IoT). Bandar Lampung. Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung.
- [2] Angelina, Tiara Erika dan Elfizon. (2023). Sistem Keamanan Berlapis Pada Pintu Menggunakan RFID, Fingerprint, dan Keypad dengan Output Suara Berbasis Internet Of Things ESP32. Jurnal Teknik Elektro Indonesia Vol. 4, No. 1, pp. 226-234..
- [3] Pangestu, A., Ziky, A. I., Damayanti, D., dan Bakri, M. (2020). Sistem Rumah Cerdas Berbasis IoT dengan Mikrokontroler NodeMCU Dan Aplikasi Telegram. Jurnal JTikom.1(1): 8—14.
- [4] Desmira, Aribowo, D., Priyogi, G., dan Islam, S. (2022). Aplikasi Sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum. Jurnal PROSISKO. 9(1): 2597—9922.
- [5] Dewi, N. H. L., Rohmah, M.F., dan Zahara, S. (2019). Prototype Smart Home dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT). Bachelor Thesis. Universitas Islam Majapahit Mojokerto.
- [6] Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IOT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry PI Berbasis Mobile. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Vol. 4, No. 1, pp. 19-26.
- [7] Hartanto, O. dan Haryanti, M. (2018). Sistem Pemantau Rumah Jarak Jauh dengan Komunikasi Wireless. Jurnal Teknologi Industri. 7(-).
- [8] Hartono, Rudi, Ade Hendri H., dan Ritzkal. (2020). Sistem Perancangan Audio Smart Room Menggunakan Arduino Ethernet Shield R3 Berbasis TCP/IP. Jurnal INOVA-TIF Vol: 3 No. 1: 28.
- [9] I. P. B. E. Permadi, A. B. Gumelar, dan A. Widodo. (2019). Sistem Pengunci Multi Pintu dengan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, vol. 17, no. 1, p. 47.
- [10] Kurniawan, M.I., Sunarya, U., Tulloh, R. (2018). Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger. Jurnal ELKOMIKA. 6(1): 1—15.

-
- [11] Manullang, A. B. P., Saragih, Y., dan Hidayat, R. (2021). Implementasi Nodemcu ESP8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Informatika)*. 4(2).
 - [12] Purnomo, H. (2017). Rangkaian Elektrik: Analisis Keadaan Mantab. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
 - [13] Prasetyo, D. (2021). Fisika teknik. Dalam Diktat kuliah Taruna Akademi Angkatan Udara (hal. 27). Yogyakarta: Departemen Elektronika.
 - [14] Wahyudi. (2015). Analisis Hasil Belajar Mahasiswa Pada Pokok Bahasan Hukum Ohm dan Kirchoff dalam Matakuliah Elektronika Dasar I. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi* (ISSN. 2407-6902), 131.
 - [15] Wicaksono dan Hidayat. (2017). Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino. Informatika Bandung. Bandung.
-