

RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN PINTU BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Nurlinah¹, Heliawati Hamrul² dan Musyrifah³,

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Program Studi Informatika, Universitas Sulawesi Barat, Majene, Indonesia

¹Email: nurlinahnurdin25@gmail.com

²Email: heliawatyhamrul87@gmail.com

³Email: musyrifah@unsulbar.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan *internet of things* (IoT) merupakan salah satu faktor yang berpengaruh di era industri 4.0 menuju era industri selanjutnya, dengan adanya teknologi ini manusia dapat berkomunikasi dengan alat elektronik yang terhubung mikrokontroler dari jarak jauh menggunakan koneksi internet. Pintu merupakan tempat masuk atau keluar untuk memulai aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu keamanan pintu merupakan hal utama dalam merancang keamanan ruangan dengan baik. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan, yaitu metode yang bertujuan untuk menghasilkan atau mengembangkan produk tertentu. Terdapat beberapa tahapan dalam penelitian yaitu (1) tinjauan pustaka (2) analisis kebutuhan alat dan bahan (3) perancangan skema Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) (4) perancangan sistem dengan Arduino Nano dan (5) pengujian dan analisis sistem. Dapat disimpulkan dari hasil pengujian bahwa alat pengaman pintu dapat bekerja sesuai dengan desain yang dibuat, mengingat hasil dari Arduino Uno yang dapat terhubung dengan *Radio Frequency Identification* (RFID) dan membaca identitas kartu tanda penduduk elektronik (ID e-KTP) dan *passive infrared* atau sensor PIR untuk mendeteksi adanya pergerakan dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram.

Kata kunci: Arduino Uno, e-KTP, *Internet of Things*, RFID, Sensor PIR

ABSTRACT

The development of the internet of things (IoT) is one of the influencing factors in the industrial era 4.0 towards the next industrial era, where with this technology humans can communicate with electronic devices connected to microcontrollers remotely using an internet connection. The door is a place to enter or exit to start daily activities. Therefore, door security is the main thing in designing a good room security. This research uses research and development methods, namely methods that aim to produce or develop certain products. There are several stages in the research, namely (1) literature review (2) analysis of tool and material requirements (3) Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) schema design (4) system design with Arduino Nano and (5) system testing and analysis. It can be concluded from the test results that the door safety device can work according to the design made, considering the results of the Arduino Uno which can be connected to Radio Frequency Identification (RFID) and read e-KTP ID and passive infra-red or PIR sensors to detect movement and send notification to Telegram.

Keywords: Arduino Uno, e-KTP; Internet of Things, RFID, PIR sensor

1. PENDAHULUAN

Proses inovasi dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang telah diriset terbukti membawa dampak bagi penemuan inovatif. Setiap inovasi yang dibuat memberikan manfaat positif bagi kehidupan manusia, serta memberikan kemudahan dalam melakukan aktifitas sehari-hari. Teknologi berperan penting di era modern pada saat ini, di mana teknologi menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari. Salah satu bidang yang seiring berjalan dengan kemajuan teknologi yaitu di bidang sistem keamanan.

Perkembangan *internet of things* (IoT) menjadi salah satu faktor yang berpengaruh di era industri 4.0 menuju era industri berikutnya. Pada saat ini keamanan pintu sering kali dilupakan karena dianggap kurang penting. Pintu adalah tempat masuk atau keluar untuk memulai aktivitas sehari-hari. Keamanan pada pintu sangat diperlukan, baik itu pintu brankas, pintu rumah, pintu kamar, pintu lemari ataupun yang memiliki ruang di dalamnya. Sejak dulu orang-orang menggunakan sistem pengaman dengan jenis kunci manual sehingga banyak tindak kejahatan yang terjadi dan meresahkan banyak orang [1]. Oleh karena itu keamanan pintu merupakan hal utama dalam merancang keamanan ruangan dengan baik. Sistem pengamanan pintu secara konvensional dan manual seperti menggunakan kunci sangat rentan akan

kejahatan. Kunci konvensional sangat mudah untuk dibobol atau diretas. Kunci pintu mekanik yang sering dipakai dalam rumah sangat mudah hilang sehingga mengakibatkan pemilik rumah bingung. Untuk itu dibutuhkan sebuah sistem keamanan yang lebih bersifat privasi dengan memanfaatkan IoT sebagai penunjang untuk mengamankan pintu. Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan penelitian mengenai pengamanan pintu rumah dengan kemampuan adanya notifikasi melalui Telegram kepada pemilik rumah jika ada orang yang masuk rumah melalui pintu tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh [2] mengembangkan pengaman pintu otomatis menggunakan e-KTP dengan mikrokontroler Atmega 328. Alat yang dihasilkan pada penelitian ini adalah pengaman pintu otomatis menggunakan e-KTP dengan jarak pembacaan maksimal 1,8 cm dengan sensor RFID MFRC522 yang memiliki frekuensi 13,56 MHz. *Solenoid* dapat membuka pintu ketika e-KTP didekatkan atau ditempelkan dan dibaca oleh sensor RFID dan nomor ID e-KTP yang terdaftar dapat diakses oleh mikrokontroler pada jarak 1,8 cm [2].

Penelitian [3] mengembangkan sistem keamanan *central lock* mobil menggunakan identifikasi e-KTP. Sistem pengaman *central lock* mobil dengan menggunakan identifikasi e-KTP dibuat dan dioperasikan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai kendali rangkaian. Pembacaan ID e-KTP menggunakan sensor RFID dengan jarak efektif kurang dari 12 mm. Ketika terdapat penghalang akrilik dan penghalang kaca jarak maksimum pembacaan menjadi kurang dari 9 mm dan jika terdapat penghalang plat maka ID tidak bisa terbaca. Adanya penghalang membuat pembacaan kartu e-KTP akan berkurang.

Berdasarkan hal ini maka penulis membuat suatu sistem pengaman pintu berbasis IoT dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pusat pengendalian pengaman pintu dan NodeMCU ESP328 sebagai mikrokontroler pembantu. Rangkaian tersebut digabungkan dan membentuk sebuah sistem yang dapat mengetahui informasi keadaan rumah yang dikirim melalui aplikasi Telegram.

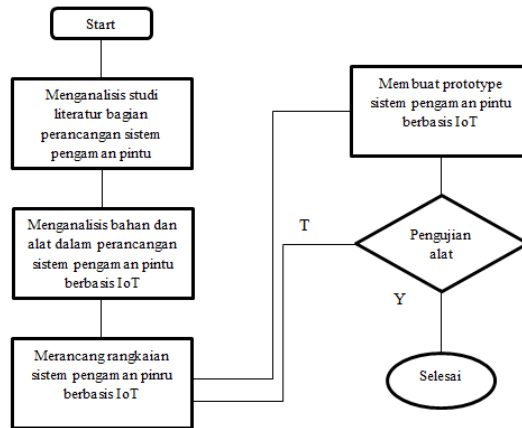
2. MATERI DAN METODE

Tinjauan Pustaka

- a. *Internet of Things (IoT)*
IoT adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus, berikut kemampuan *remote control*, berbagi data, dan sebagainya, termasuk pada benda-benda di dunia fisik. Bahan pangan, elektronik, peralatan apa saja, koleksi, termasuk benda hidup, yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor tertanam dan selalu “on”[4]. Konsep IoT sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT: barang fisik yang dilengkapi modul IoT, perangkat koneksi ke internet seperti modem dan *router wireless speed* dan *cloud data center* tempat untuk menyimpan aplikasi beserta *database* [5].
- b. *Solenoid door lock*
Solenoid door lock adalah salah satu *solenoid* yang difungsikan khusus sebagai pengunci pintu elektronik. *Solenoid* ini mempunyai dua sistem kerja, yaitu *Normaly Close (NC)* dan *Normaly Open (NO)* [6] dan untuk cara kerja dari *solenoid NO* adalah kebalikannya dari *solenoid NC* [7].
- c. *Radio Frequency Identification (RFID)*
RFID adalah sebuah modul elektronika yang berfungsi untuk menggambarkan suatu teknologi yang mengirimkan data identitas dalam bentuk nomor seri yang unik dari suatu benda/kartu yang memiliki *chip* tanpa harus menggunakan kabel. Teknologi RFID menggunakan sistem identifikasi dengan gelombang radio [8].
- d. *Telegram Bot*
Kelebihan dari aplikasi Telegram adalah adanya landasan untuk menggunakan *application programming interface (API)* untuk masyarakat luas. Salah satu API yang disediakan adalah fitur *bot*. *Bot* Telegram adalah *bot* yang saat ini mulai populer dipergunakan [9].
- e. *NodeMCU ESP8266*
NodeMCU ESP8266 adalah *chip* terintegrasi yang dirancang untuk menghubungkan mikrokontroler dengan internet melalui Wi-Fi. NodeMCU ESP8266 menawarkan solusi jaringan Wi-Fi yang lengkap dan mandiri, yang memungkinkan untuk menjadi *host* ataupun sebagai *Wi-Fi client* [10].
- f. *Sensor passive infrared (PIR)*
Sensor PIR adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar infra merah dari suatu obyek. Sesuai dengan namanya sensor PIR bersifat pasif, yang berarti sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi dapat menerima radiasi sinar infra merah dari luar.

Jenis dan Desain Penelitian

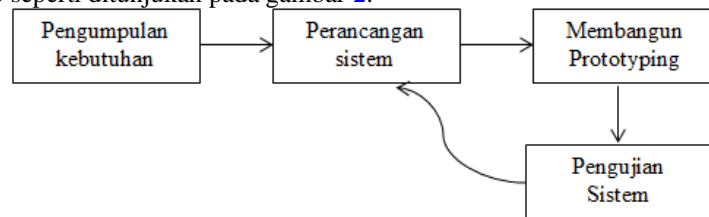
Penelitian ini menggunakan metode *Research and development* (R&D). Pada proses pengembangan, penelitian ini menggunakan model *prototype*. Tahapan penelitian ini meliputi persiapan studi literatur, penentuan tujuan penelitian dan batasan penelitian, kemudian dilakukan analisis kebutuhan pembangunan sistem serta proses identifikasi sistem yang akan dibangun. Tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahap Penelitian

Metode Pengembangan Sistem

Model Pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan *prototype*. model pengembangan *prototype* merupakan metode pembuatan sistem yang dilakukan secara terstruktur dan bertahap seperti ditunjukkan pada gambar 2.



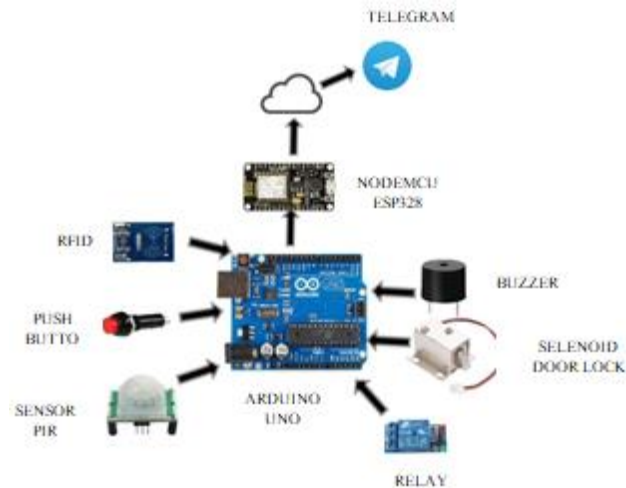
Gambar 2. Model Penelitian

Metode Pengumpulan Data

- a. Observasi
Kegiatan observasi berupa pengamatan secara langsung di lokasi penelitian terhadap objek yang akan diteliti serta pengumpulan data atau informasi sebanyak mungkin yang berhubungan dengan masalah yang diteliti.
- b. Studi Literatur
Rancang bangun sistem pengamanan pintu dan berbasis IoT membutuhkan sumber-sumber referensi sebagai bahan acuan dan pertimbangan. Referensi didapatkan dari sumber langsung dan tak langsung. Data dari sumber langsung berupa hasil diskusi atau konsultasi dengan dosen, sedangkan dari sumber tak langsung berupa tulisan laporan penelitian-penelitian, buku, internet serta referensi-referensi lain yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan alat.

Rancangan Sistem Secara Umum

Penelitian dimulai dengan melakukan analisis kebutuhan alat dan bahan. Selanjutnya dilakukan pembuatan dan pengujian logika program. Setelah program sistem sudah benar maka program akan dimasukkan kedalam mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266 yang dapat terhubung dengan konektivitas *Wi-Fi*. Arduino Uno yang terhubung ke NodeMCU disambungkan dengan RFID dan *relay* dengan *personal identification number* (PIN) tertentu. RFID diletakkan di depan pintu untuk membaca ID e-KTP dan *buzzer* diletakkan di samping RFID. Jika ID e-KTP tidak terdaftar maka *buzzer* akan berbunyi tetapi ketika ID e-KTP diterima maka *buzzer* tidak akan berbunyi. Sensor PIR juga diletakkan di depan pintu untuk mendeteksi gerakan yang terjadi. Sensor ini akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram ketika ada yang coba masuk ke dalam rumah. *Relay* disambungkan dengan *solenoid door lock* untuk mengontrol membuka/menutup pintu. *Push button* diletakkan di dalam pintu sebagai pembuka pintu pada sisi dalam. Diagram rancangan sistem ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Rancangan Sistem

Metode analisis Data

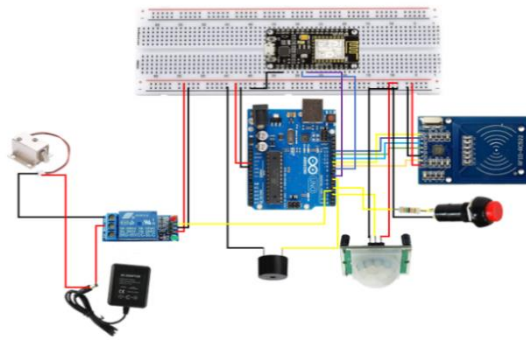
Metode analisa data pada penelitian ini bertujuan untuk menguraikan dan memecahkan suatu masalah berdasarkan data yang diperoleh. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode analisis data deskriptif kualitatif merupakan proses penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan Pembuatan Sistem

1. Perancangan Perangkat Input

Perancangan perangkat alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor pir yang terhubung pada NodeMcu melalui pin D6 Dan D7 yang digunakan untuk mendeteksi gerakan yang terjadi pada pintu. *Push button* digunakan untuk membuka pintu dari dalam, RFID digunakan sebagai pembaca ID e-KTP dan Arduino Uno sebagai pusat kontrol perangkat pada sistem yang dibangun. Gambar 4 menunjukkan rangkaian alat yang dibangun.



Gambar 4. Rangkaian Alat

2. Perancangan Perangkat Output

Relay digunakan sebagai *output* akan dihungkan ke *solenoid door lock* untuk membuka dan menutup pintu. Ketika ID e-KTP ditolak maka *buzzer* akan berbunyi dan ketika diterima maka *solenoid* akan membuka pintu. Aplikasi Telegram digunakan sebagai media informasi dari sensor PIR.

3. Realisasi Rangkaian Prototype

Kotak persegi yang terbuat dari tripleks yang berukuran 32 cm x 37 cm digunakan sebagai alas perancangan rangkaian *prototype* pengaman pintu, penyimpanan modul RFID dan sensor pir. *Buzzer* ditempatkan di samping pintu rumah sedangkan *solenoid door lock* dan *push button* di bagian belakang pintu rumah. Adapun rangkaian *prototype* seperti pada gambar 5.

4. Perancangan Perangkat Lunak

Proses perancangan perangkat lunak pada program menggunakan bahasa C. Program dibuat agar sensor dan komponen lainnya saling terhubung sehingga komunikasi data yang dilakukan berakhir pada notifikasi aplikasi Telegram yang diterima dari sensor pir jika mendeteksi

adanya pergerakan. Untuk dapat menggunakan aplikasi Telegram, pengguna mendapatkan alamat Application Programming Interface atau API dan IDBot.

Langkah pertama untuk mencari IDBot dilakukan dengan mengetik perintah `/getid` pada aplikasi Telegram. Perintah ini akan memberikan IDBot Telegram yang akan digunakan. Setelah IDBot dan alamat API diketahui, pengguna memasukkan pada program sehingga alat dapat terhubung dengan Telegram. Gambar 6 menunjukkan program Arduino Telegram.



Gambar 5. Rangkaian *Prototype* Keseluruhan

```
rfid | Arduino 1.8.14 Hourly Build 2020/10/09 12:33
File Edit Sketch Tools Help

rfid

#include <Wire.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

const char* ssid = "Acoblack";
const char* password = "apasandinya";

#define BOTtoken "5213666341:AAEz1qtuLxZAAeBBw2M_8TlhFYXFMdyDhfs"
#define CHAT_ID "1435442228"
```

Gambar 6. Program Arduino Telegram

Pengujian Sistem

Pengujian pada sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem tersebut sudah sesuai dengan yang diharapkan. proses pengujian dilakukan untuk mengetahui kemungkinan yang akan terjadi dari setiap proses. Metode pengujian dalam penelitian ini menggunakan pengujian *black box*.

1. Pengujian Jarak Baca RFID Reader

Pengujian RFID dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan respon RFID dalam pembacaan ID e-KTP dengan menempelkan e-KTP pada *reader*. Proses pengujian dilakukan 5 kali berdasarkan tabel 1 untuk mengetahui apakah RFID berjalan dengan baik. Pengujian RFID *reader* dilakukan dengan 2 tahap yaitu:

a. Pengujian Jarak RFID Reader

Pengujian dilakukan dengan menggunakan penggaris dengan sensor RFID *reader* berada dalam kotak triplek. Pengukuran jarak kemampuan pembacaan dari sensor RFID jangkauan jarak e-KTP dengan RFID *reader* bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh jarak RFID *reader* dapat membaca ID pada e-KTP. Hasil pengukurannya dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan tabel 1 dapat disimpulkan bahwa RFID *reader* dapat membaca dengan baik ID e-KTP dalam jarak ± 2 cm. Sedangkan pengujian pada jarak $\pm 2,5$ cm RFID *reader* tidak dapat membaca secara stabil atau beraturan.

b. Pengujian RFID menggunakan Penghalang

Pengujian pada tabel 2 menunjukkan bahwa percobaan pembaca kartu *tag* RFID dengan benda yang memiliki tingkat ketebalan tidak ada yang berhasil. Masalah ini timbul karena jarak pembaca RFID hanya sampai 2 cm, oleh karena itu barang yang memiliki tingkat ketebalan lebih dari 2 cm tidak dapat tembus membaca RFID *reader*. RFID *reader* dapat membaca ID e-KTP pada benda seperti plastik, karton, kain, triplek dan kertas.

2. Pengujian sensor PIR

Pengujian dilakukan dengan mengukur jarak seberapa jauh sensor PIR dapat bekerja secara maksimal untuk mendeteksi suatu gerakan. Pada tabel 3 peneliti melakukan percobaan sebanyak lima kali dengan jarak jangkauan 1 sampai 10 meter untuk menguji sensitivitas pada

sensor PIR. Pengujian ini menggunakan manusia sebagai objek. Adapun hasil pengujian yang didapatkan yaitu sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan pada manusia dengan jarak maksimal 6 m dari sensor. Apabila terdeteksi adanya pergerakan manusia maka secara otomatis sensor PIR akan mengirim notifikasi melalui aplikasi Telegram.

Tabel 1. Jarak Baca RFID-RC522

No	ID e-KTP	Jarak (cm)	Percobaan ke-				
			1	2	3	4	5
1		0	B	B	B	B	B
2		0.5	B	B	B	B	B
3		1	B	B	B	B	B
4	e-KTP	1.5	B	B	B	B	B
5		2	B	B	B	B	B
6		2.5	G	G	G	G	G
7		3	G	G	G	G	G

Keterangan: B: Berhasil, G: Gagal

Tabel 2. Pengujian RFID tag dengan Media Penghalang

No	Media	Percobaan ke-				
		1	2	3	4	5
1	Kertas	B	B	B	B	B
2	Kain	B	B	B	B	B
3	Triplek	B	B	B	B	B
4	Kain	B	B	B	B	B
5	Buku	G	G	G	G	G
6	Karton	G	G	G	G	G

Keterangan: B: Berhasil, G: Gagal

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak Jangkauan pada Sensor PIR

Jarak Jangkauan (meter)	Percobaan					Presentase Keberhasilan
	1	2	3	4	5	
1	B	B	B	B	B	100 %
2	B	B	B	B	B	100 %
3	B	B	B	B	B	100 %
4	B	B	B	B	B	100 %
5	B	B	B	B	B	100 %
6	B	B	B	B	B	100 %
7	B	B	B	B	G	90 %
8	B	G	G	B	G	40%
9	G	G	G	G	G	0 %
10	G	G	G	G	G	0 %

Keterangan: B: Berhasil, G: Gagal

3. Hasil dari Telegram *Messenger*

Pengujian aplikasi Telegram *messenger* telah berhasil. Ketika sensor PIR mendeteksi sesuatu yang lewat maka sistem akan mengirimkan pesan kepada Telegram *messenger* dengan menggunakan jaringan Wi-Fi. Gambar 7 menunjukkan hasil pengiriman pesan kepada pemilik rumah dengan menggunakan aplikasi Telegram.



Gambar 7. Hasil Deteksi dengan Telegram *messenger*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil temuan penulis dalam melakukan selama 7 bulan lamanya melakukan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa sistem pengamanan pintu berbasis IoT berfungsi dengan baik dan sistem dapat mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Hasil implementasi dari sistem ini dapat dilihat dari berhasilnya Arduino membaca tiga sensor dan menjalankan dua aktuator yakni *relay* yang terhubung ke *solenoid door lock* dan sebuah *buzzer* serta NodeMcu yang berhasil mengirim notifikasi ke Telegram.

Saran

Pembuatan sistem pengamanan pintu berbasis IoT dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan fitur yang bisa mengontrol pintu dari jarak jauh dengan *Smartphone*. Pada perancangan pengamanan pintu dapat ditambahkan fitur untuk akses memasuki rumah dengan menambah sidik jari atau pengenalan wajah. Rancang bangun pengamanan pintu dapat diimplementasikan secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Husniyah, M. Ulum, K. A. Wibisono, and R. Alfita, "Rancang Bangun Sistem Pengaman Pintu Menggunakan RFID dan Fingerprint," pp. 1–8, 2021.
- [2] E. Saputro, "Rancang Bangun Pengaman Pintu Otomatis Menggunakan E-KTP Berbasis Mikrokontroler Atmega328," *Skripsi Tek. Elektro Unnes*, vol. 8, no. 1, pp. 1–4, 2016.
- [3] M. J. Mega Putra Yogia Santoso, Koesmariyanto, "Perancangan sistem keamanan central lock mobil menggunakan identifikasi E-KTP," *J. JARTEL*, pp. 404–410, 2019.
- [4] F. Susanto, M. N. Rifai, and A. Fanisa, "Internet of Things Pada Sistem Keamanan Ruangan, Studi Kasus Ruang Server Perguruan Tinggi Raharja," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed. 2017*, pp. 1–6, 2017, [Online]. Available: <http://ojs.amikom.ac.id/index.php/semnasteknomedia/article/download/1809/1531>
- [5] D. Nur and R. Khair, "Otomatisasi Alat Penghitung Jumlah Spare Part berbasis Internet of Things (IOT) pada CV . Wira Teknik," pp. 123–128, 2021.
- [6] A. Uno, P. T. Xyz, R. S. K, and G. Sembada, "Jurnal E-KOMTEK (Elektro-Komputer-Teknik) Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis," vol. 4, no. 1, pp. 62–74, 2020.
- [7] M. Dona, A. C. Louk, and J. L. Tanesib, "Otomatisasi Sistem Buka-Tutup Atap Rumah Teleskop Dan Pengontrol Kelembaban Udara Menggunakan Raspberry Pi 3," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 3, pp. 163–169, 2018, doi: [10.35508/fisa.v3i3.622](https://doi.org/10.35508/fisa.v3i3.622).
- [8] S. Aminah, H. Hambali, and R. F. Lubis, "Perancangan Alat Absensi Mahasiswa Berdasarkan Mata Kuliah Menggunakan E-KTP Berbasis NODEMCU," *JUTSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 1, no. 1, pp. 103–110, 2021, doi: [10.33330/jutsi.v1i1.1054](https://doi.org/10.33330/jutsi.v1i1.1054).
- [9] G. C. Lenardo, Herianto, and Y. Irawan, "Pemanfaatan Bot Telegram sebagai Media Informasi Akademik di STMIK Hang Tuah Pekanbaru," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 1, no. 4, pp. 351–357, 2020, doi: [10.35746/jtim.v1i4.59](https://doi.org/10.35746/jtim.v1i4.59).
- [10] M. R. Hidayat, C. Christiono, and B. S. Sapudin, "PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IoT DENGAN NodeMCU ESP8266 MENGGUNAKAN SENSOR PIR HC-SR501 DAN SENSOR SMOKE DETECTOR," *Kilat*, vol. 7, no. 2, pp. 139–148, 2018, doi: [10.33322/kilat.v7i2.357](https://doi.org/10.33322/kilat.v7i2.357).