

Rancang Bangun Alat Pengaman Gudang Menggunakan Komunikasi LoRa Gateway

Milenia Marsyela*)¹, Ichwan Yelfianhar²

^{1,2} Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*)Corresponding author, mileniamarsyela@gmail.com

Abstrak

Tugas akhir ini dirancang untuk alat pengaman gudang dengan menggunakan komunikasi LoRa gateway. Tujuan dari perancangan ini yaitu untuk meningkatkan keamanan pada gudang upaya meminimalisir tindakan pencurian serta dampak dari pencurian. Dalam perancangan tugas akhir ini terdapat dua bagian sangat penting sebagai jalur komunikasi utama yaitu node sensor dan gateway. Pada bagian node sensor terdapat beberapa komponen yang terdiri dari Sensor Magnet, Arduino Uno, Buzzer dan LoRa. Sensor magnet bertugas untuk mendeteksi keadaan pintu terbuka atau tertutup. Arduino bertugas sebagai otak untuk menjalankan kode program. Buzzer berfungsi sebagai alarm peringatan saat pintu gudang terbuka. Pentransmisi data antara node dengan gateway menggunakan komunikasi LoRa. Pada bagian gateway terdapat LoRa dan Esp32, Esp32 bertugas untuk mengolah data yang diterima serta menjembatani transmisi LoRa untuk terhubung dengan server blynk dengan menggunakan jaringan internet. Setelah itu data dari node sensor ditampilkan pada aplikasi blynk dan menerima laporan keadaan gudang dari jarak jauh serta buzzer pada gudang akan berbunyi. Pada aplikasi blynk bisa memberi perintah menghidupkan dan mematikan sistem alat dan alarm dari jarak jauh. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, setiap komponen dapat berfungsi dengan. Pengujian pada kondisi LoS dan NLoS, transceiver dapat berkomunikasi melalui LoRa dan sampai ke aplikasi blynk dengan tepat sesuai dengan rancangan awal alat. Untuk pengujian LoRa dengan kondisi LoS memiliki batas kemampuan pengiriman pada jarak dibawah 600 m dan NLoS dibawah jarak 200 m.

Abstract

This final project is designed to help secure warehouses using LoRa communication gateways. The purpose of this design is to improve the security in the warehouses, the efforts to minimise theft and the impact of theft. In the design of this final project, there are two very important parts as the main communication lines, namely the sensor node and the gateway. The sensor node has several components including magnetic sensors, Arduino Uno, buzzer and LoRa. The magnetic sensor is responsible for detecting whether the door is open or closed. The Arduino acts as the brain to execute the program code. The buzzer acts as a warning alarm when the warehouse door is opened. Data transfer between node and gateway using LoRa communication. In the gateway section there are LoRa and Esp32. The Esp32 is responsible for processing the received data and bridging the LoRa transmissions to connect to the blynk server via the Internet network. After that, the data from the sensor node is displayed in the blynk application. The blynk application receives a report about the status of the warehouse and the buzzer in the warehouse sounds. The device and alarm system can be remotely turned on and off using the blynk application. On the basis of the test results, each component can be in good working order. When testing in LoS and NLoS conditions, the transceiver is able to communicate via LoRa and reach the blynk application exactly in accordance with the original design of the tool. LoRa testing under LoS conditions has a performance limit at distances below 600m and NLoS at distances below 200m.

INFO.

Info. Artikel:

No. 552

Received. October, 28, 2023

Revised. November 02, 2023

Accepted. November 06, 2023

Page. 1068 – 1080

Kata kunci:

- ✓ LoRa
- ✓ Arduino
- ✓ Esp32
- ✓ Pengaman
- ✓ Sensor Magnet
- ✓ Blynk

PENDAHULUAN

Dengan tingginya kejahatan di Indonesia meningkatkan kekhawatiran masyarakat terhadap keamanan dalam kehidupan sehari-hari. Kejahatan masih menjadi ancaman terbesar bagi rasa aman manusia untuk berkehidupan dalam perubahan-perubahan yang terjadi pada nilai-nilai kemasyarakatan [1]. Sehingga baik pemerintah maupun masyarakat itu sendiri harus saling berkerja sama untuk mengurangi jumlah kejahatan di Indonesia. Sekarang ini kejahatan yang paling marak dan mengancam keamanan masyarakat di Indonesia, salah satunya kejahatan pencurian. Menurut Laporan Kepolisian Republik Indonesia (Polri), ada 327.817 kasus kejahatan yang terjadi di Indonesia selama periode Januari-September 2023. Jumlah tersebut meningkat 37,17% dibanding Januari-September tahun lalu (*cumulative-to-cumulative/ctc*) yang sebanyak 238.978 kasus. Sebagian besar pencurian terjadi di Indonesia pada periode Januari hingga September 2023 adalah pencurian dengan pemberatan (*curat*), yakni sebanyak 131,316 kasus. Urutan kedua yaitu pencurian biasa sebanyak 95.640 kasus [2].

Pencurian dengan pemberatan dan pencurian biasa sering kali terjadi pada kehidupan sehari-hari masyarakat seperti pencurian barang pada rumah, toko, gudang dan sebagainya. Salah satu tempat yang rawan terjadinya tindak pencurian adalah gudang karena menyimpan banyak barang didalamnya. Gudang adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan barang dengan tugas utama untuk memastikan keamanan. Beberapa kejadian tak terduga di gudang seperti pembobolan, pencurian serta kejadian yang tidak diinginkan lainnya berdampak pada kerugian dan keamanan gudang [3]. Pencurian yang menyebar di masyarakat dikarenakan beberapa faktor seperti, kurangnya pengawasan dan kelalaian pemilik juga beresiko terhadap pencurian pada gudang. Meskipun sudah memiliki kunci dan memasang cctv, karena keterbatasan dan kurang optimal dalam penjagaan dapat menjadi celah pelaku pencurian. Sehingga untuk mendukung keamanan gudang, diperlukan komunikasi antara pemilik gudang yang akan menerima informasi dari gudang yang ditinggalkan atau tidak dalam pengawasan [4].

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan diatas, diperlukannya alat yang lebih baik dalam pengamanan gudang. Sehingga solusi dari masalah ini, peneliti membuat alat pengaman gudang menggunakan komunikasi LoRa *gateway*. Tujuan dari alat yang dibuat oleh penulis adalah untuk menciptakan sistem keamanan gudang yang terintegrasi dengan internet, sehingga bisa memantau gudang dari jarak jauh dengan harapan dapat mengurangi kejahatan pencurian gudang dan mampu menangkap pelaku pencurian gudang. Serta alat ini bisa diijalankan dan di pantau melalui *smartphone* pemilik untuk memantau kondisi keamanan gudang dan memungkinkan mendeteksi maling lebih awal. Hal tersebut upaya menghindari dan meminimalisir dampak dari pencurian.

Berikut ini beberapa penelitian yang terkait dengan judul penulis untuk mendukung dan pengembangan alat ini:

1. Rancang Bangun Sistem Keamanan Gudang Penyimpanan Menggunakan Transmisi LoRa oleh Charisma Dimas Affandi, 2021.
2. Rancang Bangun Sistem Monitoring Keamanan Laboratorium Menggunakan Komunikasi Long Range (LORA) Berbasis Android oleh M. Bayu Aliffiyah, Irma Salamah dan Mohammad Fadhli, 2021.
3. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah di Perumahan Cluster Menggunakan Komunikasi Long Range (Lora) oleh Toto Supriyanto, Dhiyaud Dien Rais dan Muhammad Rafi Zulkifli, 2023.

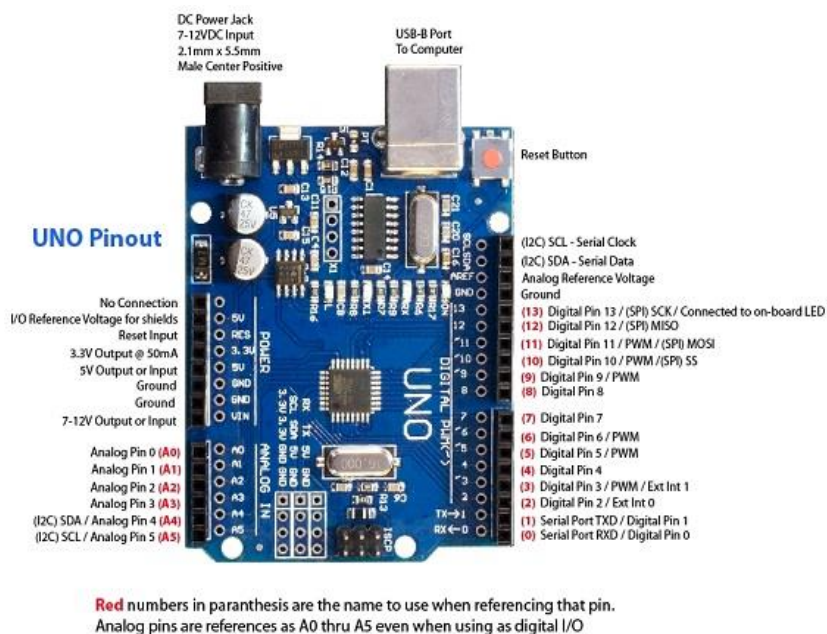
Berdasarkan penelitian dan artikel yang dicantumkan diatas, penulis mengangkat judul ini dengan perbedaan dari segi komponen yang digunakan. Mulai dari segi mikrokontroler, dimana alat ini menggunakan Arduino Uno untuk bagian node sensor dan Esp32 pada bagian *gateway*. Esp32 memiliki fitur wifi untuk langsung terhubung dengan internet tanpa komponen tambahan. Selain itu perbedaannya juga terdapat pada sistem dan cara kerja yang dijalankan dengan menggunakan dua sensor untuk pintu dan jendela serta memungkinkan memantau dan mengontrol alat dari jarak jauh. Perbedaan lainnya juga terletak pada jenis perangkat output dan *interface* dengan pengguna. Blynk memiliki tampilan sederhana sehingga lebih nyaman dan mudah digunakan masyarakat untuk memantau dan mengontrol alat dari jarak jauh melalui *smartphone* [5]-[7].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen (*experiment research*) untuk perancangan alat pengaman gudang menggunakan LoRa *gateway*. Alat ini menggunakan teknologi wireless Esp32 dan

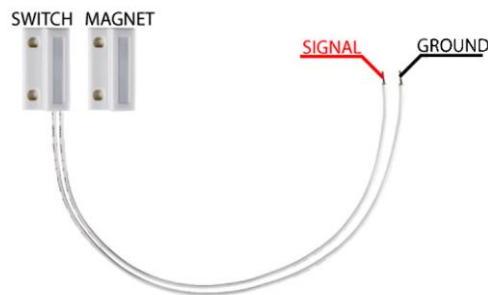
LoRa untuk keperluan mentransmisikan data atau menerima perintah secara jarak jauh. Transmisi dari penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu node sensor dan *gateway*. Komponen *hardware* node sensor terdiri dari Arduino Uno, sensor magnet, buzzer dan LoRa. Sedangkan bagian *gateway* terdiri dari Esp32 dan LoRa. Untuk perancangan *software* menggunakan Arduino IDE. Alat pengaman gudang ini dibuat dalam bentuk dua kotak masing-masing berukuran 5x10 cm yang dilapisi dengan akrilik dengan tebal 5 mm, sehingga menjaga komponen agar terhindar dari percikan api atau air. Dan juga masing-masing akrilik diberi lubang untuk jalur antenna ke bagian luar dan lubang konektor daya untuk terhubung ke supply.

Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino uno pada bagian node sensor untuk memproses data, Lalu data ditransmisikan melalui LoRa. Arduino uno yang digunakan yaitu tipe R3 dengan chip atmega 328. Untuk mendukung mikrokontroler; hanya perlu menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power tersebut dengan adaptor AC-DC untuk memulai menggunakannya [8]. Tegangan input Arduino uno R3 yaitu 7-12 V, jika kurang dan lebih dari tegangan tersebut maka port tidak stabil dan regulator cepat panas.



Gambar 1. Arduino Uno R3

Arduino uno R3 menerima data dari sensor magnet MC-38 yang bekerja dengan mendeteksi pergerakan. Sensor MC-38 dapat digunakan sebagai sistem keamanan pintu atau jendela. Sehingga ketika seseorang membuka pintu atau jendela gudang tanpa izin dari pemilik gudang maka sensor magnet menghasilkan output. Sensor ini terdiri dari dua bagian terpisah yang salah satunya dihubungkan dengan Arduino Uno. Sensor ini menghasilkan sinyal ketika terpisah dari satu sama lain yang kemudian diumpungkan ke Arduino uno untuk melakukan tindakan yang diinginkan sesuai kebutuhan. Kedua bagian yang terpisah terdiri dari magnet dan sakelar dengan kabel sinyal yang tersambung. Magnet dipasang pada pintu atau panel akses, sedangkan sakelar dipasang pada kusen [9]. Sensor ini dipasang kencang dengan sekrup sehingga ketika jendela ditutup, kedua bagian sensor tertutup dengan rapat dan meningkatkan keakuratan dalam mendeteksi. Sensor ini tidak memerlukan catu daya tambahan karena terhubung langsung ke mikrokontroler yang juga dapat memberi supply daya.



Gambar 2. Sensor magnet MC-38

Spesifikasi sensor magnet MC-38:

1. Jarak operasi antara kedua bagian sensor kurang dari 18mm.
2. Sensor magnet mc-38 berukuran 27 x 14 x 7,6 mm
3. Tegangan maksimal yang diterima adalah 12 V. Sensor memerlukan arus listrik sebesar 300 mA agar dapat beroperasi.

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer dihubungkan dengan Arduino Uno pada pin D2 yang digunakan sebagai peringatan ketika sensor mendeteksi gudang dalam bahaya dan menakuti pelaku pencurian dalam melakukan aksi. Buzzer ini dapat menghambat tindakan pencurian karena suara yang bising. Sederhananya buzzer mempunyai 2 buah kaki yaitu *positive* dan *negative*. Buzzer ini memiliki input tegangan terukur 12V DC dan memiliki tegangan operasi 3-24V [10]. Untuk menggunakannya secara sederhana bisa memberi tegangan *positive* dan *negative* 3 – 24 V.



Gambar 3. Buzzer 3-24V

Spesifikasi :

1. Tegangan operasi: 3V ~ 24V
2. Min. output suara : 95dB pada jarak 10cm
3. Diameter 29 mm, jarak lubang baut 40 mm, tinggi 15 mm

LoRa RFM95W digunakan sebagai media transmisi antara bagian node sensor dan *gateway*. LoRa mengirimkan data dalam bentuk sinyal melalui frekuensi gelombang radio. Untuk mengaktifkan fungsi, LoRa RFM95W dihubungkan dengan Arduino uno R3 dan Esp32 Devkit v1 untuk mendapatkan supply daya sebesar 3.3 - 5v. LoRa juga rendah dalam penggunaan daya sehingga tidak memakan daya listrik yang begitu besar. Modulasi yang dihasilkan pada LoRa menggunakan modulasi FM. LoRa RFM95W memiliki frekuensi 915 MHz yang dilengkapi dengan antenna 2,4 Ghz dan daya sinyal 3dbi.

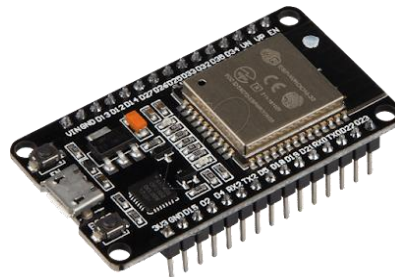


Gambar 4. LoRa RFM95W

Spesifikasi :

1. Frekuensi : 868/915 MHz
2. Antenna : 2,4 Ghz, 3 dBi
3. Tegangan input : 3.3-5v

Esp32 Devkit v1 merupakan salah satu mikrokontroler yang bertugas sebagai pengolah data dan *gateway*. Esp32 disebut *gateway* karena menjembatani penerimaan data antara LoRa dengan server aplikasi blynk. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul Wi-Fi dalam chip sehingga mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things* untuk komunikasi jarak jauh. Untuk berkomunikasi dengan Internet, Esp32 harus dihubungkan ke jaringan Wi-Fi lokal dan dikonfigurasi sebagai mode stasiun, serta menerima SSID jaringan dan nama jaringan Wi-fi [11]. Dengan memanfaatkan modul Wi-fi Esp32 dan jaringan internet, memungkinkan untuk terhubung ke server blynk, sehingga mendapatkan informasi dari jarak jauh yang ditampilkan aplikasi blynk melalui *smartphone*.



Gambar 5. Esp32 Devkit v1

Penelitian ini menggunakan menggunakan LoRa dan IoT untuk media transmisi yang disebut LoRaWAN. LoRaWAN termasuk metode LoRa dalam mengirim data. LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*) adalah protokol komunikasi dan arsitektur sistem untuk jaringan ketika layar Fisik pada LoRa menggunakan jalur komunikasi jarak jauh. Protokol komunikasi LoRaWAN dapat digunakan untuk implementasi konsep IoT (*Internet of Things*) [12]. Dengan adanya LoRaWAN sehingga menciptakan *gateway* untuk transmisi data dari node sensor ke aplikasi blynk.

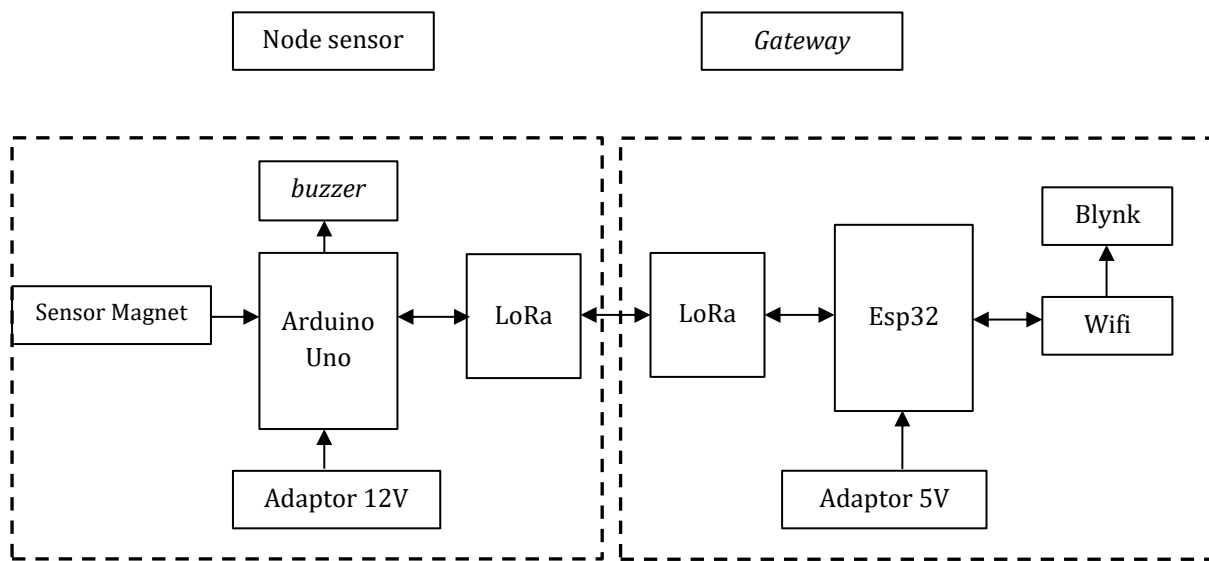
Blynk mendukung berbagai macam *hardware* yang digunakan pada proyek *Internet of Things*. Blynk adalah dashboard digital dengan fasilitas antarmuka grafis dalam pembuatan projectnya. Penambahan komponen pada Blynk Apps dengan cara *Drag* dan *Drop* sehingga memudahkan dalam penambahan komponen *input* atau *output* tanpa perlu kemampuan pemrograman android maupun ios[13]. Untuk membangun IoT yaitu dari komunikasi komponen platform blynk seperti aplikasi Aplikasi, server dan perpustakaan. Semua komponen tersebut akan berkomunikasi satu sama lain, sehingga akan berfungsi penuh untuk dikontrol dari mana saja melalui jenis konektivitas yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Blynk dapat mengontrol perangkat keras dari aplikasi blynk yang berjalan pada *smartphone* pemilik melalui server pribadi blynk [14].

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

1. Blok diagram

Blok diagram dibuat untuk memudahkan dalam proses menganalisa serta dengan pembuatan blok diagram juga dapat menjelaskan secara keseluruhan sistem kerja alat yang

dibuat. Pada blok diagram ini dibagi menjadi dua bagian yaitu node sensor dan *gateway*. Gambar 6 menunjukkan blok diagram node sensor dan *gateway*.



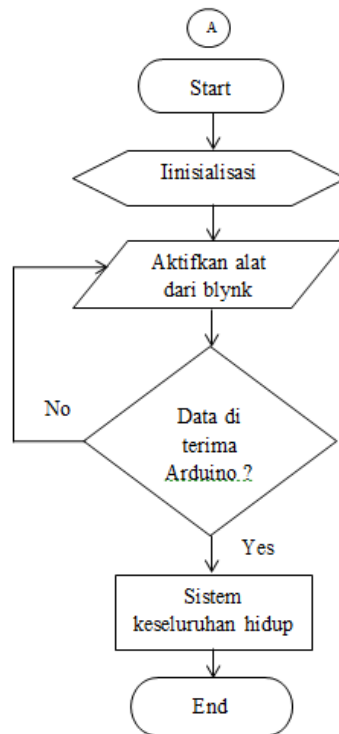
Gambar 6. Blok diagram node sensor dan *gateway*

Berikut ini fungsi-fungsi dari blok diagram diatas :

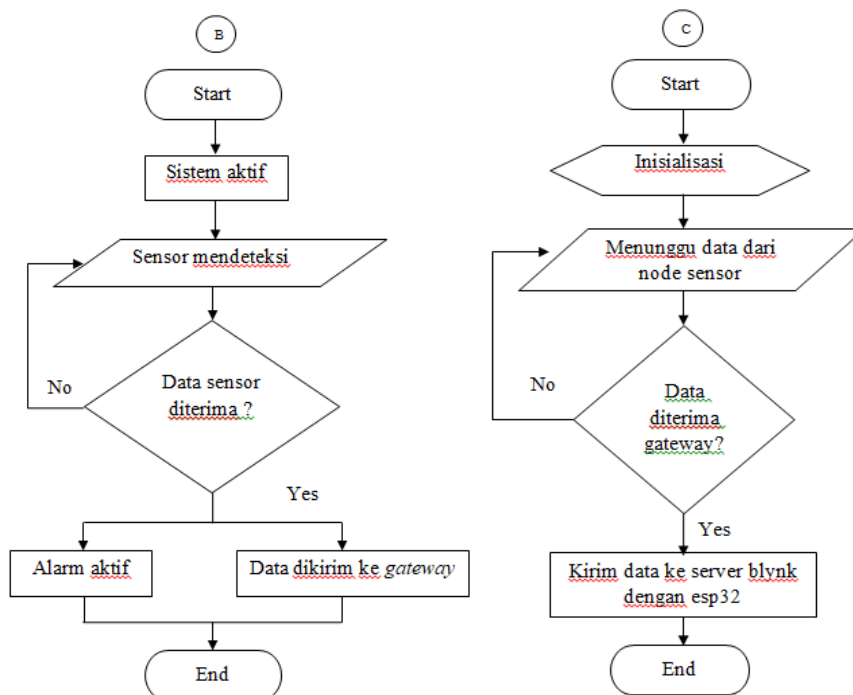
- a. Node sensor
 - a) Adaptor menyalurkan tegangan ke Arduino Uno, Buzzer, Sensor magnet, dan LoRa
 - b) Sensor magnet digunakan untuk mendeteksi pergerakan pintu dalam keadaan *open* atau *close*. Dimana hasil dari pembacaan sensor tersebut akan ditampilkan pada aplikasi blynk.
 - c) Semua komponen yang terdapat pada bagian node diproses oleh Arduino Uno. Data yang diterima Arduino Uno diteruskan ke *gateway* melalui komunikasi LoRa.
 - d) Buzzer sebagai peringatan ketika pintu gudang terbuka.
 - e) LoRa bertugas untuk mentransmisikan data ke LoRa *gateway*.
- b. *Gateway*
 - a) Adaptor berfungsi menyalurkan tegangan yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi Esp32 dan LoRa.
 - b) LoRa menerima data dari node sensor yang kemudian diolah Esp32. Terdapat fitur wifi pada Esp32 yang digunakan untuk terhubung ke server blynk sehingga data dari node sensor dapat ditampilkan ke aplikasi blynk pada *smartphone* pengguna selama koneksi internet tersedia.

2. Flowchart

Flowchart atau diagram alir adalah suatu diagram yang menggambarkan suatu proses[15]. Dengan perancangan langkah-langkah suatu program untuk gambaran kerangka berfikir dari urutan program yang dibuat sebagai analisis program pada tugas akhir ini. Pada gambar 7 menunjukkan *flowchart* sistem on & off dan gambar 8(a) menunjukkan node sensor. Gambar 8(b) menunjukkan *gateway* dari alat pengaman gudang menggunakan LoRa *gateway*.



Gambar 7. Flowchart sistem on & off



Gambar 8. Flowchart sistem untuk (a) node sensor, (b) gateway

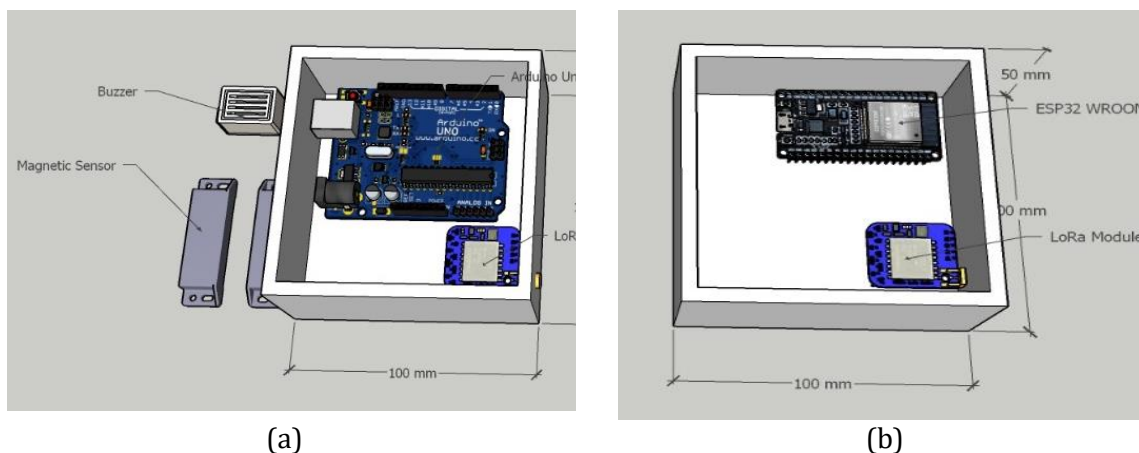
Alat ini diaktifkan dengan menekan tombol ON pada aplikasi blynk, otomatis akan memberi perintah ke *gateway* melalui jaringan internet, lalu diteruskan oleh LoRa *gateway* ke LoRa pada node sensor, sehingga perintah tersebut akan diterima oleh Arduino uno. Sensor magnet MC-38 mulai mendeteksi pergerakan pintu. Jika sensor berhasil mendeteksi pintu, data akan dikirimkan ke Arduino uno. Kemudian ditransmisikan melalui LoRa node ke LoRa bagian *gateway*. Setelah sampai pada LoRa

gateway, data diproses dan dikirim oleh Esp32 ke server aplikasi blynk dengan menggunakan jaringan internet dan pemilik akan menerima notifikasi yang ditampilkan pada *smartphone* pemilik gudang.

Untuk alarm sendiri akan berbunyi setelah menerima data langsung dari node sensor, dikarenakan alarm terhubung langsung dengan Arduino uno, sehingga alarm akan aktif jika Arduino uno menerima data sensor serta alarm akan berhenti mengeluarkan suara saat Arduino uno menerima perintah OFF dari aplikasi blynk. ketika tombol OFF ditekan, maka sistem keseluruhan alat akan mati. Untuk mematikan sistem alat, sama seperti saat menghidupkan dengan menekan tombol ON pada aplikasi blynk.

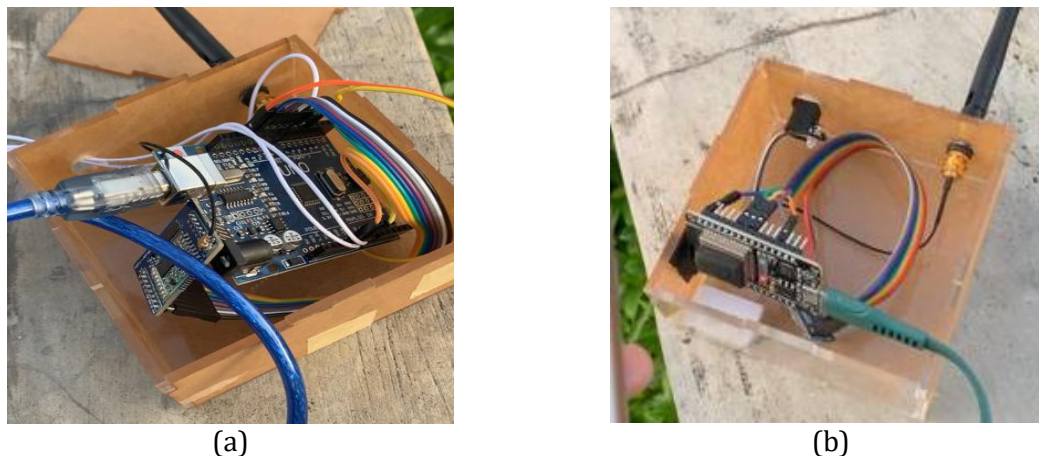
3. Perancangan Mekanikal

Alat ini terdiri dari dua kotak yang dilapisi akrilik dengan tinggi 5 cm dan lebar 10 cm yang terdapat komponen-komponen elektronik didalamnya. Dua kotak tersebut terdiri dari, node sensor dan gateway. Gambar 9(a) menunjukkan node sensor dan Gambar 8(b) menunjukkan gateway dari rancangan mekanik dari alat pengaman gudang menggunakan LoRa gateway.



Gambar 9. Rancangan mekanik untuk (a) node sensor, (b) gateway

4. Perancangan Hardware



Gambar 10. Rancangan Hardware untuk (a) node sensor, (b) gateway

5. Perancangan software

Penelitian ini menggunakan *software* arduino IDE menggunakan bahasa C/C++ untuk pemrograman pada mikrokontroler Arduino Uno dan Esp32. Aplikasi blynk sebagai antarmuka yang menampilkan output dan kontrol alat. Untuk menjalankan fungsi blynk membutuhkan koneksi internet yang stabil.


```

LoraArduinoSide | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
LoraArduinoSide
#include <ArduinoJson.h>
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

int counter = 0, readSensor1 = 0, readSensor2 = 0, tombol = 0, relayBuzzer = 5, Sensor1 = 7, S
unsigned long lastMillis, interval = 500, intervalBuzzer = 1000, lastBuzzer;
String receivedPacket;
bool buzzer = false, statusBuzzer = false;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(relayBuzzer, OUTPUT);
  pinMode(Sensor1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(Sensor2, INPUT_PULLUP);
  LoRa.setPins(10, 9, 8);
  while (!Serial);

  Serial.println("LoRa Send and Receiver Arduino Uno");

  if (!LoRa.begin(915E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }
}

LoraESP32Side | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
LoraESP32Side
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ArduinoJson.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <LoRa.h>
#include <SPI.h>
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <Wire.h>

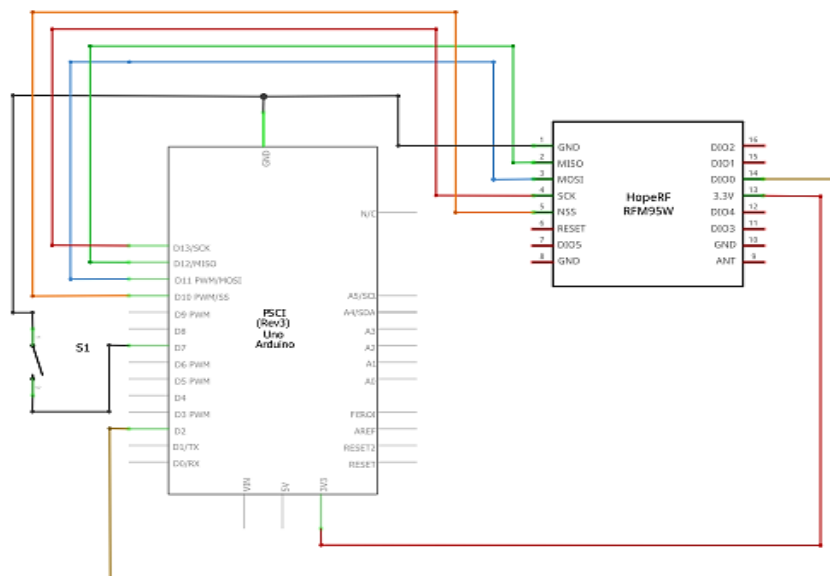
#define ss 5
#define rst 14
#define dio0 2

/*
VIN => VIN
GND => GND
DO => D2
SCK => D18
MISO => D19
MOSI => D32
    
```

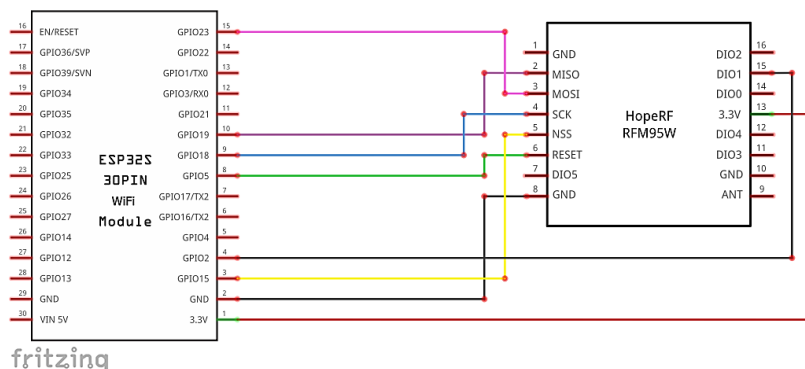
Gambar 11. Tampilan software arduino IDE

6. Rangkaian Keseluruhan Alat

Pada penelitian ini terdapat dua bagian rangkaian perangkat keras yang sudah dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu node sensor dan gateway.



Gambar 12. Rangkaian node sensor



Gambar 13. Rangkaian gateway

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional bertujuan untuk melihat kesesuaian dari fungsi-fungsi awal rancangan sistem yang dibuat.

Tabel 1. Pengujian fungsi-fungsi dari sistem alat

No.	Fungsi	Hasil Pengujian
1.	Sensor dapat mengambil data	Berhasil
2.	Sensor dapat mengirimkan data ke Gateway	Berhasil
3.	Gateway dapat menerima data dari sensor	Berhasil
4.	Server dapat menerima data dari Gateway	Berhasil
5.	Gateway dapat menerima data dari server blynk	Berhasil
6.	Arduino Uno dapat menerima data dari Gateway	Berhasil

Hasil pengujian pada tabel 1 merupakan pengujian keberhasilan setiap bagian komponen yang terhubung dan komunikasi antar sistem pada alat.

2. Kinerja Sensor magnet MC-38

Sensor magnet MC-38 dipasang pada pintu dan jendela, sensor ini bekerja di picu dengan perubahan magnetik. Ketika pintu atau jendela terbuka, sensor mendeteksi bahwa adanya perubahan medan magnet, lalu akan menghasilkan *output*. Sensor dipasangkan pada pintu dan jendela dan dikencangkan dengan sekrup agar sensor bekerja dengan maksimal.

Setelah melakukan pengujian, sensor magnet bekerja dengan baik. Ketika dipisahkan atau terbuka, sensor berhasil mendeteksi dengan jarak operasi kurang dari 18 mm. Jarak operasi tersebut sesuai dengan spesifikasi sensor magnet MC-38 yang mendeteksi kurang dari 18 mm. Sensor ini juga cukup akurat saat mendeteksi pergerakan. Sehingga jarang mengalami error saat pendeteksian berlangsung. Hal tersebut dikarenakan pemasangan sensor yang rapat pada pintu dan jendela.

3. Pengujian pada kondisi LoS (*Line of sight*)

Tabel 2. Hasil pengujian pada kondisi LoS untuk nilai RSSI dan delay pengiriman data

No.	Jarak (m)	RSSI (dBm)	Delay (s)
1	10	-86	0,5
2	30	-92	0,5
3	50	-110	1
4	100	-110	5
5	200	-118	7
6	400	-123	10
7	600	-130	19

Berdasarkan tabel diatas hasil pengujian pada kondisi LoS untuk nilai RSSI dan delay pengiriman data, menunjukkan delay minimum yang didapat terjadi pada jarak 10 dan 30 meter dengan waktu 0.5 detik. sedangkan pengiriman data pada jarak 600 meter memakan waktu sebesar 19 detik untuk pengiriman sampai ke tujuan. Dari tabel 2 hasil pengujian pada kondisi LoS, mendapatkan rata-rata untuk nilai RSSI yaitu -109.8 dBm dan rata-rata delay pengiriman data yang diperoleh yaitu 6.14 detik. Tabel 3. 27.6% data hilang

Tabel 3. Paket data hilang pada kondisi LoS

No.	Jarak (m)	Paket yang dikirim	Paket yang diterima	Packet Loss	Kategorisasi
1	10	15	15	0	Sangat bagus
2	30	15	15	0	Sangat bagus
3	50	15	15	0	Sangat bagus
4	100	15	13	13.3 %	Bagus
5	200	15	12	20 %	Bagus
6	400	15	5	66.6 %	Buruk
7	600	15	1	93.3 %	Buruk

Paket data yang hilang adalah banyaknya data yang gagal saat pengiriman. Pengujian ini dilakukan dalam 15 kali percobaan pada variasi jarak berbeda. Untuk paket data yang hilang dihitung dengan rumus :

$$\text{Paket data hilang} = \frac{(\text{jumlah data dikirim} - \text{data berhasil terkirim}) \times 100\%}{\text{total data dikirim}} \quad (1)$$

Berdasarkan tabel 3 paket data hilang pada kondisi LoS, percobaan dimulai dari jarak 10 meter sampai 600 meter. Semua data yang dikirim untuk jarak 10, 30 dan 50 meter berhasil terkirim tanpa adanya paket data yang hilang. Untuk jarak 100 dan 200 meter terdapat data yang hilang dengan persentase error 13.3% dan 20%, namun persentase paket diterima masih dominan dibanding paket yang hilang, sehingga masuk dalam kategori yang bagus. Sedangkan jarak 400 dan 600 meter termasuk dalam kategori buruk karena tingkat keberhasilan pengiriman data yang sangat rendah. Dari 15 paket yang dikirim dari jarak 400 m hanya 5 data yang diterima, sehingga data yang hilang lebih banyak dari pada data yang diterima.

4. Pengujian pada kondisi NLoS (*Non Line of sight*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai RSSI dan delay dari pengiriman data dari node sensor ke gateway pada kondisi NLoS atau daerah yang terdapat penghalang.

Tabel 4. Hasil pengujian pada kondisi NLoS untuk nilai RSSI dan delay pengiriman data

No.	Jarak (m)	RSSI (dBm)	Delay (s)
1	10	-92	1.5
2	30	-111	4.5
3	50	-113	4
4	100	-117	9
5	200	-120	14

Dari tabel 4 hasil pengujian pada kondisi NLoS, nilai minimum terjadi pada jarak 10 meter untuk nilai RSSI mendapatkan kekuatan sinyal sebesar -92 dBm dengan delay 1 detik. Sedangkan pada jarak 200 meter, menghasilkan kekuatan sinyal paling rendah yaitu -120 dBm dengan maksimum delay 20 detik untuk pengiriman data sampai ke tujuan.

Tabel 5. Hasil pengujian paket data hilang pada kondisi NLoS

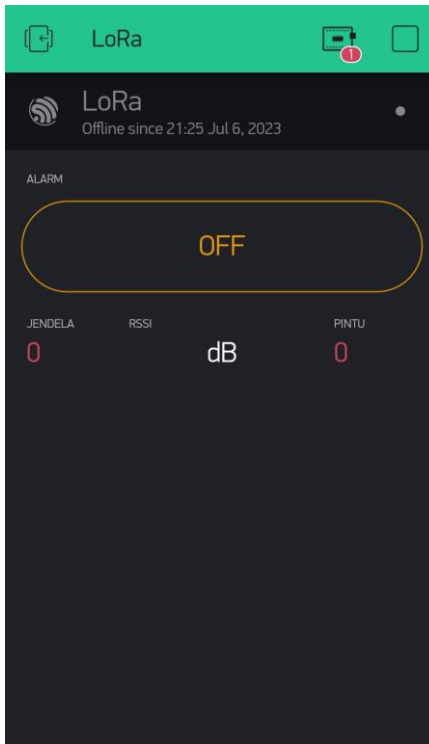
No.	Jarak (m)	Paket yang dikirim	Paket yang diterima	Paket hilang	Kategorisasi
1	10	15	14	6.6 %	Bagus
2	30	15	12	20 %	Cukup bagus
3	50	15	10	33.3 %	Cukup bagus
4	100	15	5	66.6 %	Buruk
5	200	15	2	88.6 %	Buruk

Pada tabel 5. menunjukkan hasil pengujian paket data hilang pada kondisi NLoS. Data yang paling banyak diterima yaitu pada jarak 10 meter dengan hanya 1 paket yang gagal terkirim dari 15 percobaan pengiriman data, sehingga persentase data yang gagal atau hilang hanya 6.6 %. Artinya pengiriman data pada jarak tersebut termasuk kategori bagus. Sedangkan untuk pengiriman data pada jarak 100 dan 200 meter termasuk dalam kategori buruk karena paket data yang hilang sebesar 66% dan 88.6 %. Sehingga data yang hilang lebih dominan dibandingkan data yang diterima.

Berdasarkan hasil pengujian pada kondisi LoS dan NLoS, Jarak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besarnya nilai RSSI (dBm), delay dan banyaknya paket yang hilang. Semakin jauh jarak antara node ke *gateway* maka RSSI (dBm) yang dihasilkan semakin besar dan kemungkinan paket hilang semakin besar. Paket data yang hilang tidak hanya terpengaruh oleh jarak, paket hilang juga bisa terjadi jika terdapat penghalang atau hambatan antara node sensor dengan *gateway*. Sehingga daya terima akan menjadi lebih kecil dibandingkan hanya dipengaruhi jarak.

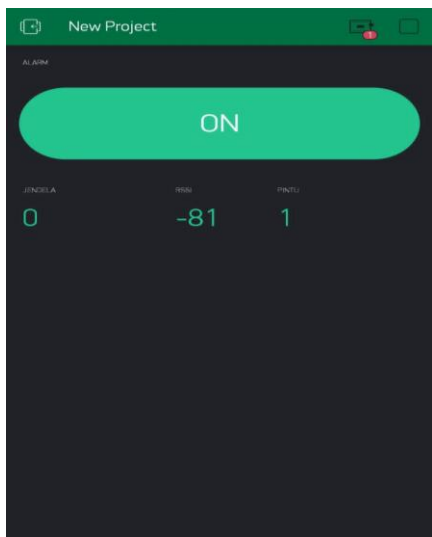
5. Pengujian aplikasi blynk

Blynk digunakan sebagai interface untuk menampilkan hasil pembacaan sensor. Pengujian blynk dilakukan untuk mengetahui alat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan awal sistem. Sehingga bisa bekerja dengan baik sebagai interface untuk menampilkan informasi pembacaan sensor dan pengontrolan alat.

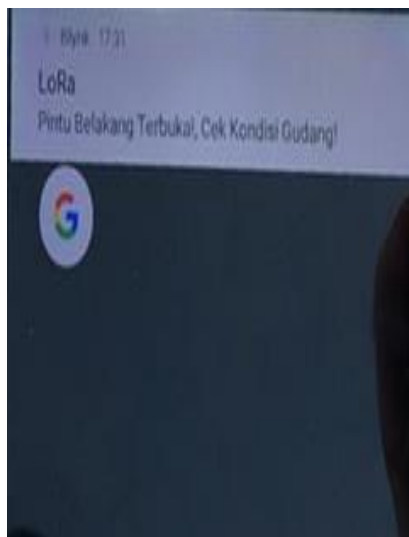


Gambar 14. Tampilan blynk saat offline

Gambar 12. Merupakan tampilan blynk yang belum terhubung dengan Esp32. Status *offline* menandakan *device* belum terhubung dengan Esp32. Untuk melihat sistem terhubung dengan mengklik gambar modul di bagian atas. Maka akan muncul status connect offline atau online.



(a)



(b)

Gambar 15. Tampilan blynk saat (a) terhubung, (b) notifikasi

Gambar 13. Memperlihatkan blynk sudah terhubung dengan Esp32 dan dapat menerima data dengan tampilan notifikasi dari hasil pembacaan sensor.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem pada alat pengaman gudang menggunakan LoRa *gateway* dapat bekerja sesuai fungsi dengan rancangan awal. Dimana sensor magnet pada gudang dapat bekerja sesuai fungsi. Pengujian alat pada kondisi LoS, Mampu jangkauan terjauh untuk pengiriman data menempuh jarak tidak lebih dari 600 m. Sedangkan pada kondisi NLoS batas kemampuan jarak tidak lebih dari 200 m. Ini disebabkan banyaknya penghalang, kondisi perumahan yang mengganggu komunikasi *transceiver*. Serta Semakin jauh jarak antara node ke *gateway* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan *obstacle*. Koneksi internet yang tidak stabil juga memengaruhi penerimaan informasi dari aplikasi blynk. Dikarenakan tampilan perangkat output blynk harus terhubung ke internet, maka untuk menjalankan alat ini harus menggunakan jaringan internet yang stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Putra, G. S. Martha, M. Fikram dan R. J. Yuhan, "Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tingkat Kriminalitas di Indonesia Tahun 2018," *Indonesian Journal of Applied Statistics*, vol. 2, no. 3, pp. 123-131, 2021, doi: 10.13057/ijas.v3i2.41917.
- [2] Pusiknas Bareskrim Polri, "Data Kejahatan," [Online]. https://pusiknas.polri.go.id/data_kejahatan. [Diakses : 9 Oktober 2023].
- [3] A. Čolaković, S. Čaušević, A. Kosovac dan E. Muharemović, "A Review of Enabling Technologies and Solutions for IoT Based Smart Warehouse Monitoring System," pp. 630-637, 2020, doi:10.1007/978-3-030-46817-0_73.
- [4] C. D. Affandi, P. Susanto, Musayyanah dan Y. Triwidayastuti, "Security System Using Lora Transmission : Applications in Warehouse," *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, vol. 2, no. 6, pp. 1099-1116, 2021, doi: 10.54732/jeeecs.v6i2.204.
- [5] Affandi, C. D, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Gudang Penyimpanan Menggunakan Transmisi LoRa," 2021
- [6] M. B. Aliffiyah, I. Salamah dan M. Fadhli, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Keamanan Laboratorium Menggunakan Komunikasi Long Range (LORA) Berbasis Android," *PATRIA ARTHA Technological Journal*, vol. 2, no. 5, pp. 126-133, 2021.
- [7] T. Supriyanto, D. D. Rais dan M. R. Zulkifli, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah di Perumahan Cluster Menggunakan Komunikasi Long Range (LoRa)," *SNTE*, vol. 1, no. 8, pp. 27-29, 2023.
- [8] W. Budiharto, *Menguasai Pemrograman Arduino dan Robotik*, Yogyakarta: Andi Offset, 2020.
- [9] Z. L. Oo, T. W. Lai dan A. Moe, "Iot Based Low-cost Physical Protection and Alarm System for Gamma Irradiation Facility," *Conference on Science and Technology Development*, pp. 1-6, 2019.
- [10] A. Gunawan, . I. Nawangsih dan . S. B. Rahardjo, "MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database Penerapan Sistem Elektronik Keamanan Lingkungan Berbasis Internet of Things Menggunakan Modul LoRa Garuda," *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, vol. 1, no. 8, pp. 92-106, doi: 10.26760/mindjournal.v8i1.92-106, 2023.
- [11] G. T. Vo, "The demonstration device for remote light control via the Internet by using MQTT protocol and Dual-Chip ESP32," *Thu Dau Mot University Journal of Science*, vol. 3, no. 4, pp. 118-129, doi: 10.37550/tdmu.EJS/2022.03.313, 2022.
- [12] H. Muchtar, H. Isyanto dan i. Prasetyo, "esain Pembuatan Alat Pemantauan Temperatur dan Kelembaban dengan Menggunakan Teknologi LoRa," *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, vol. 2, no. 5, pp. 145-150, doi: 10.24853/resistor.5.2.145-150, 2022.
- [13] J. Ambarita, R. A. P dan A. S. Wibowo, "Rancang Bangun Prototipe Smarthome Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Blynk dengan Modul ESP8266," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 2, no. 6, pp. 3006-3013, 2019.
- [14] P. Seneviratne, *Hands-On Internet of Things with Blynk: Build on the power of Blynk to configure smart devices and build exciting IoT projects*, Packt Publishing Ltd, 2018.
- [15] A. Kadir, *Logika Pemrograman Python*, Jakarta: Elex Media Komputindo, 2019.