

Rancang Bangun Sistem *Internet of Things* (IoT) Keamanan Rumah Menggunakan Komunikasi *Long Range* (LoRa) Pada Perumahan Cluster Dengan Notifikasi Telegram.

Muhammad Rafi Zulkifli¹, Zulhelman²

Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok, 16245, Indonesia

E-mail: muhammad.rafi.zulkifli.te22@mhs.wpnj.ac.id¹, zulhelman@elektro.pnj.ac.id²

Abstrak

Rumah merupakan tempat tinggal yang menjadi kebutuhan utama bagi setiap masyarakat. Rumah beserta barang didalamnya harus dijaga dan pelihara dari hal-hal yang tidak diinginkan seperti pencurian. Pencurian terhadap properti rumah terjadi ketika rumah dalam keadaan kosong dimana pemilik rumah harus meninggalkan rumah untuk kegiatan sehari-hari atau terlebih lagi ketika pemilik rumah harus meninggalkan rumah dalam waktu yang lama. Perancangan sistem mikrokontroler pengirim terdapat ESP32 sebagai mikrokontroler yang dapat menjalankan program. LoRa sebagai pengirim data informasi, keypad untuk memasukan password, magnetic switch dan buzzer sebagai alarm penanda. Dari hasil pengujian pengukuran LoRa dengan jarak yang berbeda-beda sesuai dengan titik pengujian. Jarak titik pengujian 1 adalah 10 m. pada pengujian 1 berhasil karena pada serial monitor sudah tampil bahwa 6 data dari pengirim berhasil di transmisikan ke LoRa sisi penerima. Pengujian 2 dilakukan dengan jarak 40 m. Pengujian 2 sudah berhasil karena notifikasi telegram menampilkan 6 data dari pengirim berhasil di transmisikan ke LoRa sisi penerima. Pengujian 3 dilakukan dengan jarak 100 m. Pengujian 3 sudah berhasil karena pada notifikasi telegram sudah tampil bahwa 6 data dari pengirim berhasil di transmisikan ke LoRa sisi penerima. Pengujian 4 dilakukan dengan jarak 500 m. Pada pengujian 4 sudah berhasil karena pada notifikasi telegram sudah tampil bahwa 6 data dari pengirim berhasil di transmisikan ke LoRa sisi penerima. Pada pengujian 5 dilakukan dengan jarak NLOS 550 m. Pada pengujian 4 sudah berhasil karena pada notifikasi telegram sudah tampil bahwa 6 data dari pengirim namun pada LoRa tidak mendapatkan paket dikarenakan obstacle.

Kata Kunci : Keamanan Rumah, ESP32, LoRa, Kunci Solenoid, Magnetic Switch, Relay, Keypad

Design and Build a Internet of Things Home Security System Using Long Range Communication (LoRa) in Cluster Residence With Telegram Notifications

Abstract

A house is a place of residence that is a primary need for every community. Houses and the items inside them must be protected and maintained from unwanted events such as theft. Theft of household property occurs when the house is empty, where the owner must leave the house for daily activities or, even more so, when the owner must leave the house for an extended period of time. The design of the microcontroller-based transmission system includes an ESP32 microcontroller capable of running programs. LoRa serves as the data transmitter, a keypad for entering passwords, a magnetic switch, and a buzzer as an alarm indicator. The results of LoRa transmission tests were measured at various distances corresponding to the test points. Test point 1 was at a distance of 10 m. Test 1 was successful because the serial monitor displayed that 6 data from the transmitter were successfully transmitted to the LoRa receiver side. Test 2 was conducted at a distance of 40 m. Test 2 was successful because the Telegram notification displayed that 6 data from the transmitter were successfully transmitted to the LoRa receiver side. Test 3 was conducted at a distance of 100 m. Test 3 was successful because the Telegram notification showed that 6 data packets from the sender were successfully transmitted to the LoRa receiver. Test 4 was conducted at a distance of 500 m. Test 4 was successful because the Telegram notification showed that 6 data packets from the sender were successfully transmitted to the LoRa receiver. Test 5 was conducted at a distance of 550 meters NLOS. Test 4 was successful because the Telegram notification showed that 6 data packets from the sender were transmitted, but the LoRa receiver did not receive the packets due to obstacles.

Keywords : Home Security, Arduino, LoRa, Solenoid Lock, Magnetic Switch, Relay, Keypad

1. Pendahuluan

Keamanan rumah merupakan kebutuhan mendasar setiap individu. Menurut Ramadhan (2022), tindak pencurian sering terjadi ketika pemilik rumah sedang tidur atau meninggalkan rumah. Upaya masyarakat seperti ronda malam atau penggunaan gembok sering kali belum cukup efektif (Haryanti & Munnik, 2017).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pembuatan sistem keamanan rumah yang dapat memberikan notifikasi *real-time* kepada pemilik. Salah satu teknologi yang sesuai adalah *Long Range* (LoRa) yang mampu menjangkau hingga 15 km di area rural dan 5 km di perkotaan dengan konsumsi daya rendah (Affandi, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem keamanan rumah berbasis IoT menggunakan komunikasi LoRa yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram, sehingga pemilik rumah dapat memperoleh informasi secara langsung terkait kondisi rumah, baik saat terjadi percobaan pencurian maupun kebakaran.

2. Dasar Teori

2.1 Long Range (LoRa)

Long range (LoRa) adalah sistem telekomunikasi nirkabel jarak jauh yang memiliki daya rendah serta *bit-rate* rendah. Dirancang sebagai solusi infrastruktur untuk menunjang *Internet of things*. LoRa adalah salah satu protokol *low power wide area network* (LPWAN). Pada proses lalu lintas data, LoRa dapat dimulai baik oleh *end-deviced* atau oleh entitas eksternal yang ingin berkomunikasi dengan *end-deviced*. Sifat *low-range* dan *low-power* dari LoRa menjadikannya cocok untuk

membangun infrastruktur *smart sensig technology* seperti pemantauan (A, Agustin, 2016).

LoRa merupakan teknologi nirkabel yang digunakan untuk membuat link komunikasi jarak jauh. Ketika banyak teknologi nirkabel lama menggunakan modulasi *frequency shift keying* (FSK) sebagai lapisan fisik karena merupakan modulasi yang sangat efisien untuk mencapai daya rendah, LoRa menggunakan modulasi *chirp spread spectrum*, yang mempertahankan karakteristik daya rendah yang sama dengan modulasi FSK, tetapi secara signifikan meningkatkan jangkauan komunikasi salah satu protokol LPWAN yaitu tipe *wireless telecommunication wide area network* yang dirancang untuk dapat melakukan komunikasi jarak jauh dengan *bit rate* yang rendah di bandingkan jaringan lainnya. Tipe jaringan ini diperuntukkan untuk penggunaan daya rendah seperti sensor yang dioperasikan pada baterai. Daya rendah, *bit rate* rendah dan penggunaannya yang membedakan jaringan ini dari *wireless WAN* yang digunakan untuk menghubungkan pengguna atau keperluan komersial, dan menggunakan lebih banyak data serta menggunakan lebih banyak daya. *Data rate* dari LPWAN berkisar dari 0.3 kbit/s hingga 50 kbit/s per *channel*.

2.2 Telegram Messenger

Telegram Messenger adalah aplikasi pesan chatting seperti Whatsapp. *Telegram Messenger* menggunakan protokol MTProto yang sudah teruji dengan tingkat keamanannya karena proses enkripsi *end-to-end* yang digunakan. Sama seperti aplikasi sejenis, *Telegram Messenger* dapat berbagi pesan, foto, video, *location tagging* antara sesama pengguna. Berbagai kelebihan yang ditawarkan yang sangat berguna pada penelitian ini seperti adanya *cloud* pada server *Telegram Messenger* yang memungkinkan untuk menyimpan data-data seperti percakapan, foto dan video (Sutikno, Handayani, Stiawan, Riyadi, & Subroto, 2016). Fitur bot yang memiliki kecerdasan artifisial merupakan fitur yang dapat terintegrasi dengan dengan berbagai layanan melalui internet. Dengan fitur bot inilah penulis akan membuat suatu sistem yang dapat terintegrasi pada sistem keamanan rumah.

2.3 RSSI

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan parameter pengukuran yang digunakan untuk mengukur kualitas penerimaan sinyal diperoleh. RSSI ini diukur pada sisi penerima pada saat sedang melakukan komunikasi dengan pengirim. Pengukuran kekuatan sinyal menggunakan unit pengukuran disebut decibel miliwatt, atau dBm. *Decibel* merupakan unit sederhana yang berhubungan antara dua pengukuran daya. Berdasarkan definisi decibel miliwatt maka $0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$. Jika nilai daya lebih besar dari 1 mW maka nilai dari dBm bernilai positif, sedangkan untuk nilai dibawah 1 mW bernilai negatif. Nilai dari RSSI bisa dibagi menjadi beberapa level seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Level RSSI	Keterangan
< -70 dBm	Sangat kuat
-70 dBm s/d -86 dBm	Sangat baik
-86 dBm s/d -100 dBm	Baik
-100 dBm s/d -110 dBm	Buruk
> -110 dBm	Sangat buruk

Tabel 1. Level sinyal RSSI

2.4 Delay

Delay adalah istilah yang merujuk pada keterlambatan atau penundaan dalam pengiriman data atau informasi dari satu titik ke titik lain. Dalam konteks jaringan komputer, *delay* mengukur waktu yang dibutuhkan data untuk melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan (Yanto, 2013). *Delay* (waktu tunda) dapat dihitung dengan mengurangi waktu kedatangan data dari waktu keberangkatan data. Rumus sederhananya adalah:

$$\text{Delay} = \text{Waktu Kedatangan} - \text{Waktu Keberangkatan}$$

Dalam konteks jaringan, *delay* juga sering disebut sebagai *latency*. *Latency* diukur dalam satuan waktu, seperti milidetik (ms).

Beberapa faktor dapat mempengaruhi besarnya *delay* dalam jaringan, antara lain:

1. **Jarak:**
Semakin jauh jarak antara sumber dan tujuan, semakin besar *delay* yang terjadi.
2. **Media Transmisi:**
Jenis media transmisi yang digunakan (seperti kabel, serat optik, atau nirkabel) dapat mempengaruhi kecepatan transmisi data
3. **Perangkat Keras:**
Perangkat keras seperti *router* dan *switch* dapat menyebabkan *delay* dalam memproses dan meneruskan paket data.
4. **Kepadatan Jaringan (Congestion):**
Jika jaringan sedang padat atau mengalami kemacetan, paket data mungkin harus menunggu dalam antrian, sehingga meningkatkan *delay*.
5. **Proses pada Perangkat:**
Proses yang terjadi pada perangkat pengirim dan penerima, seperti enkripsi, dekripsi, dan pemrosesan data, juga dapat berkontribusi pada *delay*.

3. Metode Penelitian

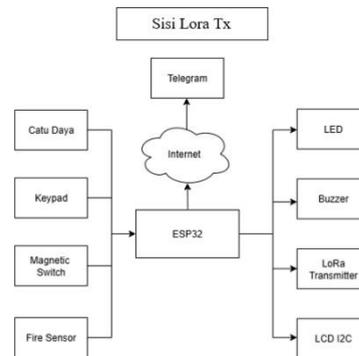
Sistem terdiri atas dua bagian utama, yaitu sisi pengirim (Tx) dan sisi penerima (Rx) yaitu

- Tx: ESP32 terhubung dengan magnetic switch, flame sensor, keypad, dan kunci solenoid. Data dikirim melalui LoRa.
- Rx: ESP32 menerima data dari LoRa, menampilkannya pada LCD, serta memicu buzzer dan LED. Sistem juga mengirimkan notifikasi ke Telegram.

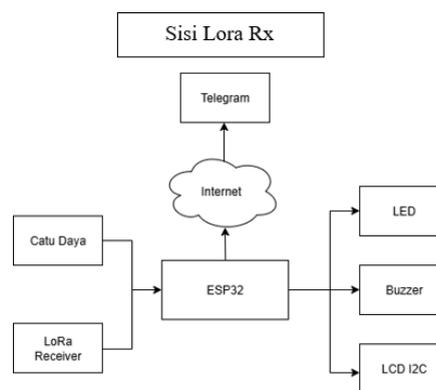
Cara kerja Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Komunikasi *Long Range* (LoRa) ini dirancang untuk dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari di perumahan *cluster*. Pada sisi pengirim terdapat mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan *magnetic switch* yang berfungsi untuk mendeteksi *keypad* dan *fire sensor*.

3.1 Rancangan Alat

Rancangan alat berupa komponen yang akan digunakan, ditunjukkan pada diagram blok. Gambar 1. menunjukkan diagram blok Rancang Bangun Sistem IoT Keamanan Rumah Menggunakan Komunikasi *Long Range* (LoRa) Dengan Notifikasi Telegram dan Gambar 2 menunjukkan diagram blok Rancang Bangun Sistem IoT Keamanan Rumah Menggunakan Komunikasi *Long Range* (LoRa) Dengan Notifikasi Telegram Pada Sisi Rx



Gambar 1. Diagram Blok Rancang Bangun Sistem IoT Keamanan Rumah Menggunakan Komunikasi *Long Range* (LoRa) Dengan Notifikasi Telegram Pada Sisi Tx



Gambar 2. Diagram Blok Rancang Bangun Sistem IoT Keamanan Rumah Menggunakan Komunikasi *Long Range* (LoRa) Dengan Notifikasi Telegram Pada Sisi Rx

Berdasarkan komponen sistem alat yang digunakan, spesifikasi komponen ditunjukkan pada Tabel 2.

Alat	Spesifikasi	Jumlah
Catu daya	<i>Adaptor Power Supply</i> 9V 2A Jack DC	2
ESP32	ESP32	2
Modul LoRa	LoRa RFM95W	2
Buzzer	5V _{DC}	2
LCD I2C 16x2 & 16x4	<i>I2C to parallel chip</i> : PCF8574T or PCF8574AT <i>Interface</i> : I2C <i>Address</i> : 0x27 <i>Pin</i> : GND, VCC, SCL, SDA <i>Backlight</i> : Hijau dengan teks hitam <i>Tegangan suplai</i> : 5V	1
LED	5V _{DC}	2
<i>Keypad</i> 3x4	<i>Dimension</i> : keypad, 6,9 x 7,6 cm; <i>cable</i> , 2,0 x 8,8 cm <i>Row</i> : 3 <i>Column</i> : 4	1
Kunci Solenoid	12V DC	1

Tabel 2. Spesifikasi Komponen

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian program Arduino IDE ini merupakan tahap untuk dapat mengetahui apakah program berjalan dengan baik atau belum. Pengujian ini menggunakan *software* Arduino IDE, program yang telah dibuat di *upload* ke ESP32. Dalam pengujian ada beberapa prosedur yang diuji yaitu :

1. Pengujian *magnetic switch* dapat dilihat pada Tabel 3 dimana pada hasil ini dapat dilihat bahwa jika input password salah maka *magnetic switch* akan aktif. Lakukan proses buka dan tutup pada *magnetic switch*. Jika pada serial monitor menampilkan pintu terbuka dan tertutup, maka *magnetic switch* berfungsi dengan baik.

Skenario	Hasil serial monitor	Hasil telegram
Password benar	20:15:22.983 -> 123456 20:15:31.695 -> PIN dimasukkan: 123456 20:15:31.695 -> PIN benar! Pintu terbuka. 20:17:56.713 -> 123456 20:18:18.923 -> PIN dimasukkan: 123456 20:18:18.923 -> PIN benar! Pintu terbuka.	
Password benar	20:18:39.070 -> 123456 20:18:47.179 -> PIN dimasukkan: 123456 20:18:47.179 -> PIN benar! Pintu terbuka.	
Password benar	20:19:03.644 -> PIN dimasukkan: 12 20:19:06.476 -> PIN SALAH - ALARM ON 20:19:06.476 -> Waktu: 29-07-2025 20:19:03	
Password salah	20:20:58.376 -> PIN dimasukkan: 125 20:21:00.199 -> Waktu: 29-07-2025 20:20:57 20:21:00.199 -> Waktu: 29-07-2025 20:20:57	
Password salah	20:22:20.769 -> PIN dimasukkan: 1479 20:22:22.597 -> PIN SALAH - ALARM ON 20:22:22.597 -> Waktu: 29-07-2025 20:22:20	

Tabel 3. Hasil Pengujian *Magnetic Switch*

2. Pengujian *flame sensor* dapat dilihat pada Tabel 4 dimana pada hasil ini dapat dilihat pengujian *flame sensor* yang dilihat dari serial monitor yang ada di aplikasi Arduino IDE. Pada hasil ini dapat dilihat bahwa jika sensor mendeteksi api maka akan muncul “api terdeteksi” pada serial monitor. Jika pada serial monitor menampilkan kebakaran, maka *flame sensor* berfungsi dengan baik.

Status	Tampilan serial monitor
Api terdeteksi	20:35:20.310 -> Nilai ADC: 0 Tegangan: 0.00 V 20:35:20.310 -> Api terdeteksi! 20:35:20.310 ->
Api terdeteksi	20:35:20.806 -> Nilai ADC: 0 Tegangan: 0.00 V 20:35:20.806 -> Api terdeteksi! 20:35:20.806 ->
Api terdeteksi	20:35:21.305 -> Nilai ADC: 0 Tegangan: 0.00 V 20:35:21.305 -> Api terdeteksi! 20:35:21.305 ->
Tidak ada api	20:35:21.803 -> Nilai ADC: 4095 Tegangan: 3.30 V 20:35:21.803 -> Tidak ada api. 20:35:21.803 ->
Tidak ada api	20:35:22.301 -> Nilai ADC: 4095 Tegangan: 3.30 V 20:35:22.301 -> Tidak ada api. 20:35:22.301 ->
Tidak ada api	20:35:22.798 -> Nilai ADC: 4095 Tegangan: 3.30 V 20:35:22.798 -> Tidak ada api. 20:35:22.798 ->

Tabel 4. Hasil Pengujian *Flame Sensor*

3. Pengujian *Push Button* dapat dilihat pada Tabel 5 dimana pada hasil ini dapat dilihat pengujian jika *push button* ditekan maka akan muncul pintu terbuka. Jika pada serial monitor menampilkan pintu terbuka, maka *push button* berfungsi dengan baik.

Status	Tampilan serial monitor
Pintu tertutup	Pintu TERRUNCI (magnetic switch aktif)
Pintu tertutup	Pintu TERRUNCI (magnetic switch aktif)
Pintu tertutup	Pintu TERRUNCI (magnetic switch aktif)
Pintu terbuka	Tombol ditekan -> PINTU TERBUKA
Pintu terbuka	Tombol ditekan -> PINTU TERBUKA
Pintu terbuka	Tombol ditekan -> PINTU TERBUKA

Tabel 5. Hasil Pengujian *Push Button*

4. Pengujian Aplikasi Telegram dapat dilihat pada Tabel 6 dimana pada hasil ini dapat dilihat bahwa jika pada serial monitor menampilkan berhasil mengirim ke telegram dan notifikasi sudah masuk di aplikasi telegram, maka aplikasi telegram berfungsi dengan baik. Nilai *delay* rata-rata secara keseluruhan untuk pengujian aplikasi telegram adalah 1.8 detik dengan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{\text{Total Delay (detik)}}{\text{total } n}$$

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{9 \text{ detik}}{5} = 1.8 \text{ detik}$$

Pada pengujian aplikasi telegram didapat jumlah rata – rata *delay* pada skenario yang dilakukan adalah 1.8 detik.

No	Skenario	Hasil serial monitor	Hasil telegram	Delay
1	Uji telegram	23:16:50.904 -> uji telegram berhasil dikirim!		1 detik
2	Tes pesan	23:17:03.139 -> tes pesan berhasil dikirim!		4 detik
3	Cek	23:17:17.448 -> cek berhasil dikirim!		1 detik
4	Fire alarm	23:17:39.548 -> fire alarm berhasil dikirim!		1 detik
5	Wrong password	23:17:46.051 -> wrong password berhasil dikirim!		2 detik

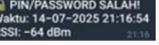
Tabel 6. Hasil Pengujian Telegram

Pada hasil Pada hasil pengujian, komunikasi LoRa ini akan dibahas mengenai hasil pengujian dan analisa komunikasi *wireless point-to-point* menggunakan LoRa sebagai pengirim dan penerima. dilakukan di wilayah cluster rumah saya di Jalan Masjid Al Barkah Mekar Sari, Cimanggis. Berikut adalah hasil pengujian LoRa dengan ketentuan jarak sebagai berikut:

1. Dengan jarak 10 meter yang ditampilkan pada tabel 7 hasil pengiriman sukses mengirim 6 paket dan menerima 6 paket. Waktu pengiriman paket yang cenderung lebih lama dibanding pengujian sebelumnya dimana hasil tercepat pengiriman paket dengan waktu 1 detik dan pengiriman terlama memakan waktu 3 detik. Rata – rata *delay* adalah 2 detik.

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{\text{Total Delay (detik)}}{\text{total n}}$$

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{12 \text{ detik}}{6} = 2 \text{ detik}$$

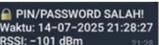
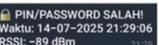
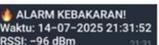
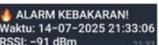
No	Paket yang dikirim dari LoRa Tx	Paket yang diterima dari LoRa Rx	Delay	RSSI
1			3 Detik	-65 dBm
2			1 Detik	-64 dBm
3			2 Detik	-66 dBm
4			2 Detik	-82 dBm
5			2 Detik	-74 dBm
6			2 Detik	-70 dBm

Tabel 7. Hasil Pengujian LoRa Dengan Jarak 10 Meter

- Dengan jarak 40 meter yang ditampilkan pada tabel 8 Didapat hasil pengiriman sukses mengirim 6 paket dan menerima 6 paket. Waktu pengiriman paket yang cenderung lebih lama dibanding pengujian sebelumnya dimana hasil tercepat pengiriman paket dengan waktu 2 detik dan pengiriman terlama memakan waktu 4 detik. Rata – rata *delay* adalah 2.16 detik,

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{\text{Total Delay (detik)}}{\text{total n}}$$

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{13 \text{ detik}}{6} = 2.16 \text{ detik}$$

No	Paket yang dikirim dari LoRa Tx	Paket yang diterima dari LoRa Rx	Delay	RSSI
1			2 Detik	-93 dBm
2			2 Detik	-101 dBm
3			1 Detik	-89 dBm
4			2 Detik	-96 dBm
5			2 Detik	-91 dBm
6			4 Detik	-91 dBm

Tabel 8. Hasil Pengujian LoRa Dengan Jarak 40 Meter

- Dengan jarak 100 Meter yang ditampilkan pada tabel 9 Didapat hasil pengiriman sukses mengirim 6 paket dan menerima 6 paket. Waktu pengiriman paket yang cenderung stabil dibanding pengujian sebelumnya dimana hasil tercepat pengiriman paket dengan waktu 1 detik dan pengiriman terlama memakan waktu 3 detik. Rata – rata *delay* adalah 1.67 detik

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{\text{Total Delay (detik)}}{\text{total n}}$$

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{10 \text{ detik}}{6} = 1.67 \text{ detik}$$

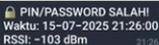
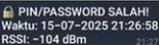
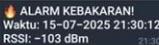
No	Paket yang dikirim dari LoRa Tx	Paket yang diterima dari LoRa Rx	Delay	RSSI
1			3 Detik	-101 dBm
2			1 Detik	-101 dBm
3			1 Detik	-101 dBm
4			2 Detik	-101 dBm
5			2 Detik	-101 dBm
6			1 Detik	-102 dBm

Tabel 9. Hasil Pengujian LoRa Dengan Jarak 100 Meter

- Dengan jarak 500 Meter yang ditampilkan pada tabel 10 Didapat hasil pengiriman sukses mengirim 6 paket dan menerima 6 paket. Waktu pengiriman paket yang cenderung lebih lama dibanding pengujian sebelumnya dimana hasil tercepat pengiriman paket dengan waktu 2 detik dan pengiriman terlama memakan waktu 4 detik. Rata – rata *delay* adalah 2.67 detik

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{\text{Total Delay (detik)}}{\text{total n}}$$

$$\text{Rata-Rata } \underline{\text{delay}} = \frac{16 \text{ detik}}{6} = 2.67 \text{ detik}$$

No	Paket yang dikirim dari LoRa Tx	Paket yang diterima dari LoRa Rx	Delay	RSSI
1			2 Detik	-102 dBm
2			3 Detik	-103 dBm
3			2 Detik	-104 dBm
4			4 Detik	-103 dBm
5			2 Detik	-103 dBm
6			3 Detik	-102 dBm

Tabel 10. Hasil Pengujian LoRa Dengan Jarak 500 Meter

Pengujian pengiriman LoRa NLOS dengan parameter komunikasi *wireless point to point* dilakukan di wilayah Komplek Kementrian RI Jalan Widya Chandra Kelurahan Senayan, Kecamatan Kebayoran baru, Jakarta Selatan. Tabel 11 menunjukkan hasil pengujian LoRa NLOS dengan jarak 550 meter :

No	Paket yang dikirim dari LoRa Tx	Paket yang diterima dari LoRa Rx	Delay	RSSI
1		-	-	-
2		-	-	-
3		-	-	-
4		-	-	-
5		-	-	-
6		-	-	-

Tabel 11. Hasil Pengujian LoRa Dengan Jarak 550 Meter

.Hasil pengujian perangkat LoRa didapatkan hasil pengukuran LoRa dengan jarak yang berbeda-beda sesuai dengan titik pengujian. Pada pengujian pertama dengan jarak 10 meter didapat hasil pengujian Dimana data yang dikirim dari LoRa Tx sebanyak 6 paket dapat diterima oleh LoRa Rx sebanyak 6 paket. Waktu pengiriman paket pada pengujian dengan jarak 10 meter mendapatkan hasil pengiriman yang cepat dengan waktu pengiriman 1 detik sebanyak 1 paket, pengiriman dengan waktu 2 detik sebanyak 4 paket dan paling lambat 3 detik sebanyak 1 paket. Nilai RSSI yang didapat sangat baik dengan nilai -64 dBm hingga -82 dBm. Pada pengujian kedua dengan jarak 40 meter didapat hasil pengujian Dimana data yang dikirim dari LoRa Tx sebanyak 6 paket dapat diterima oleh LoRa Rx sebanyak 6 paket. Waktu pengiriman paket pada pengujian dengan jarak 40 meter mendapatkan hasil pengiriman yang cepat dengan waktu pengiriman 1 detik sebanyak 1 paket, pengiriman dengan waktu 2 detik sebanyak 4 paket dan paling lambat 4 detik sebanyak 1 paket. Nilai RSSI yang didapat sangat baik dengan nilai -89 dBm hingga -96 dBm namun mengalami penurunan performa pada pengiriman paket kedua dengan nilai RSSI -101 dBm. Pada pengujian ketiga dengan jarak 100 meter didapat hasil pengujian Dimana data yang dikirim dari LoRa Tx sebanyak 6 paket dapat diterima oleh LoRa Rx sebanyak 6 paket. Waktu pengiriman paket pada pengujian dengan jarak 40 meter mendapatkan hasil pengiriman yang cepat dengan waktu pengiriman 1 detik sebanyak 3 paket, pengiriman dengan waktu 2 detik sebanyak 2 paket dan paling lambat 3 detik sebanyak 1 paket. Nilai RSSI yang didapat sangat stabil dengan nilai -101 dBm sebanyak 5 paket dan -102 dBm sebanyak 1 paket. Pada pengujian keempat dengan jarak 500 meter didapat hasil pengujian Dimana data yang dikirim dari LoRa Tx sebanyak 6 paket dapat diterima oleh LoRa Rx sebanyak 6 paket. Waktu pengiriman paket pada pengujian dengan jarak 40 meter mendapatkan hasil pengiriman yang cepat dengan waktu pengiriman 1 detik sebanyak 3 paket, pengiriman dengan waktu 2 detik sebanyak 3 paket, pengiriman 3 detik sebanyak 2 paket dan paling lambat 4 detik sebanyak 1 paket. Nilai RSSI yang didapat sangat stabil dengan nilai -102 dBm sebanyak 2 paket, nilai RSSI -103 dBm sebanyak 2 paket dan nilai RSSI -104 dBm sebanyak 1 paket. Pada pengujian kelima dengan jarak 550 meter *Non Line of Sight* (NLOS) didapat hasil pengujian Dimana data yang dikirim dari LoRa Tx sebanyak 6 paket tidak dapat diterima oleh LoRa Rx. LoRa Rx gagal menerima data dari LoRa Tx dikarenakan kondisi lingkungan tempat pengujian memiliki *obstacle* seperti rumah yang besar, pepohonan, dan Gedung perkantoran.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

- Sistem keamanan rumah berbasis LoRa berhasil dibangun menggunakan ESP32 sebagai pengolah data, *keypad* sebagai input *password*, *buzzer* sebagai alarm, dan notifikasi Telegram sebagai pemberitahuan *real-time*.
- Komunikasi LoRa berjalan baik saat sensor api mendeteksi kebakaran atau *magnetic switch* membaca kondisi pintu, dengan data ditransmisikan dari LoRa Tx ke LoRa Rx.
- Pengujian pada jarak 10 m, 40 m, 100 m, dan 500 m menunjukkan keberhasilan transmisi 6 paket dengan delay rata-rata 1,67–2,67 detik. Namun, pada jarak 550 m (NLOS) paket tidak diterima akibat hambatan lingkungan.
- Sistem mampu mengirim notifikasi Telegram terkait kondisi pintu, *password* salah, dan kebakaran. Pada pengujian NLOS, Telegram tetap mengirim pesan meskipun LoRa Rx tidak menerima paket.

Daftar Acuan

- [1] Haryati, Munik. (2017). “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan *Relay*” Jurnal Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.
- [2] Affandi, Charisma Dimas (2020) “Rancang Bangun Sistem Keamanan Gudang Penyimpanan Menggunakan Transmisi LoRa” Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika.
- [3] Ramadhan, A Surya. Dkk (2022). “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Arduino Mega 2560” Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
- [4] Agustin, J.Yi, T.Clausen, W.M.Townsley. 2016. *A Study Of Lora: Long Range & Low Power Networks For The Internet Of Things. Switzerland*, Vol. 16, No.9, Pp. 1-18.
- [5] Wag yana, Agus. (2019). “Prototipe Modul Praktik Untuk Pengembangan Aplikasi *Internet Of Things* (Iot)”. E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer, 5(3), 13-23. Jurnal Ilmiah Setrum, 240-241.
- [6] Razor, Aldy. (2020) “Software Arduino Ide” <https://www.aldyrazor.com/2020/05/software-arduino-ide.html>
- [7] Ilearning Media. (2022) “Komponen Elektronika” <https://ilarning.me/komponen-elektronika/keypad-4x4/>
- [8] Fadhlan F.I, (2018) “Purwarupa *Smart Door Lock* Menggunakan Multi Sensor Berbasis Sistem Arduino” Universitas Teknologi Yogyakarta.
- [9] Wahyudi, Muhammad Rizky. (2015). “Rancang Bangun Sistem Pengelolaan Kamar Mandi Umum Berbasis Mikrokontroler”. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [10] Ahmad Jufri. (2016) “Rancang Bangun Dan Implementasi Kunci Pintu Elektronik Menggunakan Arduino Dan Android” Program Studi Manajemen Informatika, Stt Stikma Internasional Jl. Panji Suroso 91a Malang.