

Perancangan dan Realisasi Sistem Komunikasi Data Dengan Pemanfaatan Protokol Komunikasi LoRA Pada Aplikasi *Smartphone* Di Area Sulit Koneksi Internet

Firman Akbar Maulana¹, Andry Haidar², Muhammad Yusuf Fadhlana³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : firman.akbar.tkom18@polban.ac.id

²E-mail : andry.haidar@polban.ac.id

³E-mail : muhammad.yusuf.ttel410@polban.ac.id

ABSTRAK

Sistem komunikasi data pada saat ini dibangun dengan menggunakan teknologi nirkabel dan dengan kabel, tetapi belum seluruh daerah di Indonesia merasakan teknologi tersebut yang umumnya untuk komunikasi jarak jauh ataupun untuk pendukung teknologi lainnya. Belum terjangkaunya teknologi komunikasi tersebut dikarenakan arsitektur yang dibangun cukup kompleks dengan biaya tinggi. Solusi yang ditawarkan untuk mengatasi hal tersebut adalah perealisasi sistem komunikasi data memanfaatkan teknologi *Long Range Access* (LoRA) sebagai media transmisi berdaya rendah. Hal itu diwujudkan dengan mengimplementasikannya pada *minicomputer* Raspberry Pi yang diprogram dengan Python agar dapat menjadi *server* lokal dan aplikasi *smartphone* sebagai *Graphic User Interface* (GUI) dengan *framework* Flutter. Penggunaan Flutter juga dibarengi dengan Base64 agar data gambar dan suara dapat terkirim melalui modul LoRA. Penggunaan *server* lokal ini agar komunikasi bisa dilakukan tanpa internet. Realisasi sistem komunikasi data diuji dengan menggunakan metode pengiriman sample data teks, gambar dan suara dengan jarak berbeda melalui aplikasi *smartphone*, lalu data tersebut masuk ke *server* lokal dan terkirim ke *server* penerima dengan transmisi LoRA berfrekuensi 920 MHz. Hasil pengujian menunjukkan jarak terjauh komunikasi yang dapat dilakukan adalah 2000 meter untuk daerah rendah *obstacle*, 900 meter untuk daerah ber-*obstacle* sedang dan 160 meter untuk daerah ber-*obstacle* tinggi, dengan kecepatan maksimal yaitu 57.14 Bps.

Kata Kunci

Flutter, LoRA, Raspberry Pi, sistem komunikasi data, tanpa internet

1. PENDAHULUAN

Pada masa digitalisasi seperti ini segala sesuatu dalam kehidupan sehari-hari telah dilakukan secara daring. Dengan keadaan tersebut, peran telekomunikasi menjadi sangat vital karena penyebaran informasi kini telah beranjak dari komunikasi dengan alat fisik seperti surat hingga komunikasi dengan kabel seperti telepon kabel menjadi komunikasi nirkabel seperti menggunakan pulsa untuk mengirim pesan singkat atau telepon, lalu menggunakan internet untuk berkomunikasi. Namun, masih terdapat 400 Kecamatan di Indonesia yang sulit mendapatkan akses internet [1]. Selain itu, 11% wilayah di Indonesia sulit mendapatkan sinyal seluler [2]. Hal tersebut dapat mengakibatkan penyebaran informasi semakin lambat dan ketimpangan perkembangan teknologi di daerah yang sulit sinyal. Kondisi pandemi Covid-19 juga berdampak pada sektor pendidikan, ekonomi, sosial dan bahkan hingga politik seperti pilkada serentak 2020 terganggu karena belum meratanya sinyal yang baik digunakan di Indonesia ini. Keadaan ini pun mengharuskan setiap orang untuk berkomunikasi melalui daring. Selain itu ketika terjadi suatu bencana yang mengakibatkan komunikasi melalui seluler terputus, tentunya hal ini akan menghambat proses evakuasi dan penyebaran informasi di daerah

bencana tersebut. Dengan demikian dibutuhkan suatu teknologi yang menjadi solusi dalam berkomunikasi jarak-jauh di daerah yang sulit sinyal.

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan masalah tersebut telah banyak dilakukan. Badrut dengan alat peringatan dini longsor menggunakan LoRA [3]. Azola dengan alat monitoring tinggi dan suhu air sekaligus kecepatan angin menggunakan transmisi LoRA [4]. Sastra dengan alat komunikasi data sensor intensitas, lama penyinaran dan radiasi matahari dengan menggunakan LoRA [5]. Charisma dengan sistem keamanan gudang jarak jauh dengan menggunakan LoRA [6]. Adhitya dengan alat monitoring kualitas air kolam budidaya menggunakan LoRA [7]. Haidar dengan sistem pengiriman data jarak jauh menggunakan MQTT sekaligus LoRA [8]. Penelitian-penelitian yang sudah ada banyak menggunakan LoRA untuk pengiriman data karena dapat digunakan tanpa internet. Selain penggunaan LoRA juga terdapat penelitian tentang komunikasi dengan Wifi. Ratna dengan aplikasi *messenger peer to peer* menggunakan jaringan Wifi tanpa riwayat pesan [9]. Ramadhanu dengan aplikasi *chat* dengan fitur pengiriman gambar menggunakan jaringan wifi [10].

Inovasi yang dikembangkan penulis ini diawali berdasarkan keadaan masyarakat terkini dan juga penelitian yang sudah ada. Gambaran umum pada penelitian ini adalah suatu sistem yang penggunaannya dapat melakukan pengiriman informasi berupa teks, gambar dan suara melalui aplikasi Android pada *smartphone*-nya masing-masing dengan mengolaborasi protokol komunikasi LoRA dengan Wifi. Aplikasi Android tersebut akan mengirimkan semua data terlebih dahulu kepada *server* dan selanjutnya pengguna tanpa harus khawatir tentang pulsa atau kuota internet karena alat ini tidak menggunakan pulsa atau kuota internet melainkan menggunakan komunikasi melalui protokol LoRA yang menggunakan daya rendah dan bersifat *portable* serta *flexible*.

2. METODE PENELITIAN

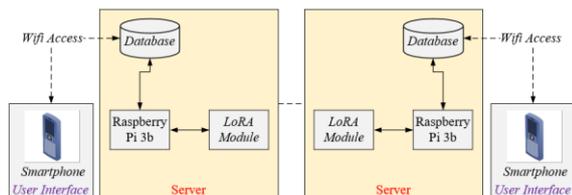
Sistem yang akan dibuat dalam penelitian ini merupakan sistem yang akan dibangun dengan 2 tahapan perealisasi yaitu perealisasi perangkat keras (*hardware*) dan pengimplementasian perangkat lunak (*software*). Namun, sebelum melakukan perealisasi akan dilakukan proses studi literatur terlebih dahulu.

2.1. Persiapan Realisasi Perangkat Keras

Pada sub bab persiapan realisasi perangkat keras ini akan dijelaskan tahapan perancangan dari setiap perangkat *hardware* yang dibangun.

2.1.1. Perancangan Diagram Blok Sistem

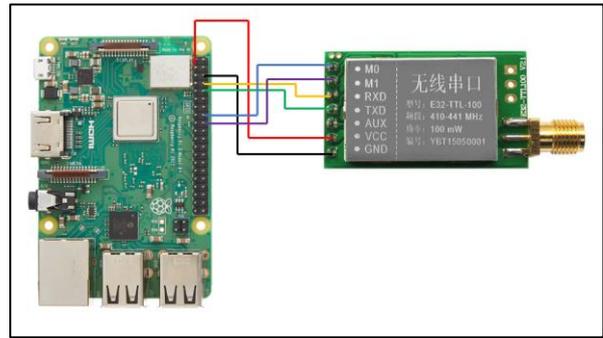
Blok diagram suatu sistem disusun untuk memberikan kemudahan dalam pemahaman perealisasi penelitian yang sedang dilakukan.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1 terdapat 2 bagian utama dari subblok yang ada yaitu *user interface* dan *server*. Subblok *user interface* merupakan aplikasi yang akan dibuat pada tahap pengimplementasian perangkat lunak, *output*-nya adalah data, lalu masuk kedalam *database*. *Smartphone* terhubung dengan Raspberry Pi 3b melalui *hotspot* wifi dengan *network* sama tanpa koneksi internet. Lalu, Raspberry Pi 3b ini berperan sebagai *server* yang sebelumnya data tersebut telah diisi oleh *smartphone* pengguna. Setelah data diterima oleh *database* maka *LoRA module transmitter* akan otomatis mendeteksi data tersebut sehingga data akan dikirimkan kepada *LoRA module receiver*. Data yang diterima oleh LoRA akan dikirimkan ke Raspberry Pi 3b sebagai *database*, sehingga data yang ada akan diterima oleh *smartphone* penerima data yang dikirimkan sebelumnya.

2.1.2. Perancangan Skema Elektronik dari Sistem



Gambar 2. Skema Elektronik Sistem

Berdasarkan Gambar 2 ini akan dibuat sebuah skema elektronik dari sistem yang akan digunakan, skema elektronik ini berlaku bagi setiap *server*. Skema elektronik ini memiliki dua komponen utama yaitu Raspberry Pi 3b dan *LoRA module* Ebyte 900 – 931 MHz. Konfigurasi *interfacing* dari masing-masing pin baik pada Raspberry Pi dan *LoRA module* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Interfacing* Pin Sistem

<i>LoRA Module</i>	Raspberry Pi 3b
VCC	3,3 V
GND	GND
TXD	GPIO15
RXD	GPIO14
M0	GPIO24 (<i>LOW</i>)
M1	GPIO23 (<i>HIGH</i>)
AUX	-

2.2. Persiapan Implementasi Perangkat Lunak

Pada tahap ini akan dijelaskan tahapan perancangan dari perangkat lunak penunjang berjalannya sistem komunikasi data ini baik dari sisi *smartphone* atau *user interface* ataupun dari sisi Raspberry Pi sebagai *server*.

2.2.1. Perancangan Format Data

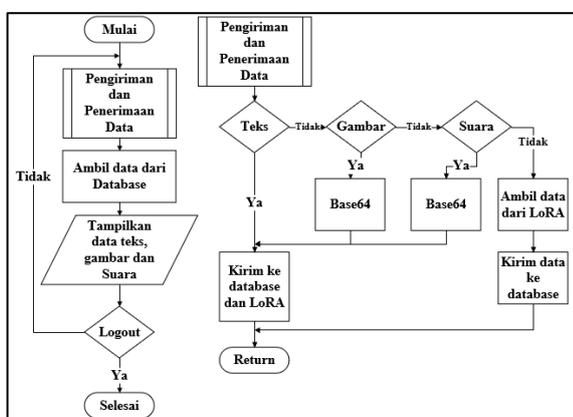
Berdasarkan kepada spesifikasi maksimal pengiriman data oleh modul LoRA per paket yaitu 58 Byte dengan memori sementara 512 Byte, format data pengiriman ini memiliki dua tipe yang pertama adalah untuk pengiriman data teks dan gambar atau suara. Untuk pengiriman data teks ini memiliki format yaitu kode unik atau *primary key* dari pesan yang dikirimkan (1-100 Byte), jenis pesan yang dikirimkan (6 Byte), data pesan yang dikirimkan (1-450 Byte) dan data *username* dari pengirim (1-16 Byte) dengan tambahan masing-masing data tersebut memiliki pemisah sebanyak empat data (4 Byte). Untuk pengiriman data gambar atau suara ini memiliki format yaitu kode unik atau *primary key* dari pesan yang dikirimkan (1-100 Byte), jenis pesan yang dikirimkan (6 Byte), data pesan yang dikirimkan (300 Byte) dan data *username* dari pengirim (1-16 Byte) dengan tambahan masing-masing data tersebut memiliki

pemisah sebanyak empat data (4 Byte) atau lebih jelasnya berada di Gambar 4. Terdapat perbedaan dari data per paket yang dikirimkan, untuk teks dengan gambar atau suara, ini karena pengiriman teks itu hanya satu paket sehingga kemungkinan *error* kecil, sedangkan untuk data gambar atau suara ini memiliki data yang besar sehingga paket yang dikirimkan pun banyak sehingga jika di-*bundle* menjadi 450 Byte per paket kemungkinan *error*-nya semakin besar.

Kode Unik	Pemisah	Jenis Pesan	Pemisah	Data Pesan	Pemisah	Pengirim	Pemisah
1-100 Byte	#	6 Byte	\$	1 – 450 Byte	%	16 Byte	@

Gambar 3. Format Data

2.2.2. Perancangan Diagram Alir Pengiriman dan Penerimaan Data



Gambar 4. Flowchart Pengiriman dan Penerimaan Data

Pada perancangan pengiriman dan penerimaan data ini memiliki peran terpenting dalam sistem yang dibangun. Proses pengiriman data ini dimulai dari pemilihan data teks, gambar dan suara. Jika data berupa teks maka langsung dikirim ke *database* dan LoRA, namun jika gambar atau suara maka akan diproses melalui Base64 yang selanjutnya dikirim ke *database* dan LoRA. Berbeda dengan kondisi sebelumnya, jika data yang dikirimkan tidak ada maka proses akan berlanjut kepada proses penerimaan data melalui LoRA dan jika terdapat data maka akan masuk ke *database*. Setelah memastikan semua selesai, maka data yang ada di *database* dapat ditampilkan pada GUI. Secara garis besar prinsipnya adalah dari pengguna masuk ke *database*, lalu dikirim oleh LoRA dan diterima oleh LoRA penerima, setelah diterima data masuk ke *database* dan dari *database* data bisa ditampilkan pada GUI penerima.

2.3. Realisasi

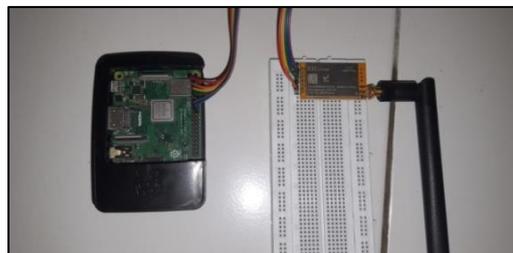
Pada tahap realisasi ini akan terdiri dari realisasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak.

2.3.1. Realisasi Perangkat Keras

Realisasi perangkat ini melalui beberapa tahap mulai dari realisasi rangkaian berdasarkan skema elektronik,

lalu perealisasi PCB, terakhir realisasi kemasan alat berupa *box*.

a. Realisasi Rangkaian



Gambar 5. Hasil Perealisasi Rangkaian

Gambar 6 merupakan hasil dari perealisasi skema elektronik Gambar 2 ke *protoboard* dengan komponen utama modul LoRA dengan Raspberry Pi 3b yang sudah terhubung dengan kabel *jumper*. Konfigurasi *interfacing* ini dilakukan sesuai dengan Tabel 1 *Interfacing Pin Sistem*.

b. Realisasi PCB



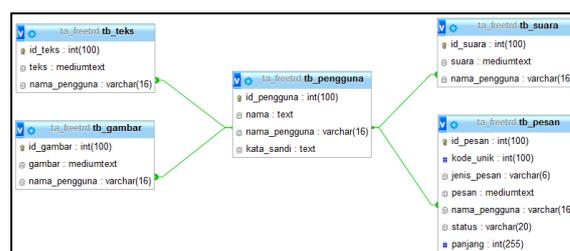
Gambar 6. Hasil Perealisasi PCB

Gambar 7 ini merupakan kelanjutan dari Gambar 6 setelah proses perealisasi pada *protoboard* tidak mengalami masalah. Perealisasi ini menggunakan PCB matriks 20x14 dengan jalur komunikasi menggunakan kabel *jumper*. Proses penggunaan PCB ini bertujuan agar rangkaian dapat kuat dan tidak mudah lepas karena sistem digunakan dengan *portable* dan *flexible*.

2.3.2. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu implementasi *database*, lalu GUI, terakhir implementasi segala program yang mendukung sistem *server* dan komunikasi LoRA.

a. Implementasi Database

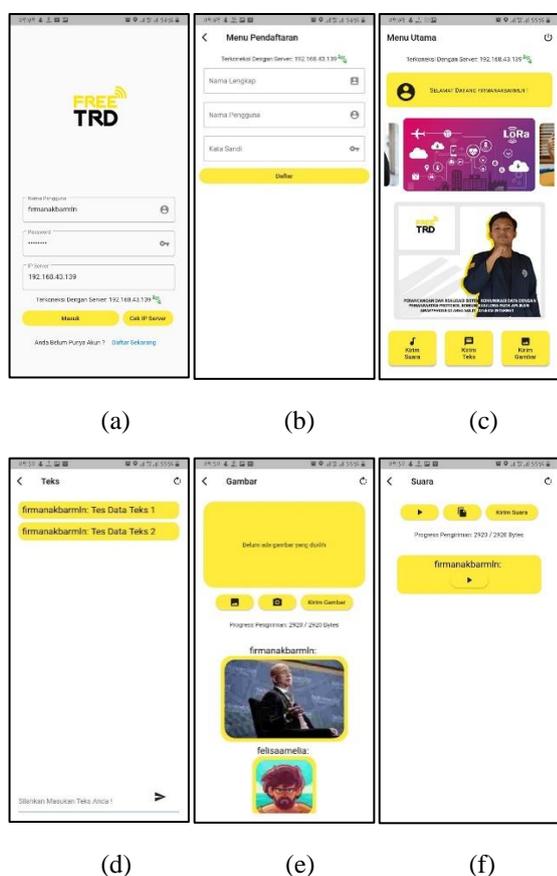


Gambar 7. Hasil Implementasi Database

Implementasi *database* ini dilakukan menggunakan *database* MySQL menggunakan perantara aplikasi XAMPP. Hasil implementasi terdapat 5 tabel yaitu *tb_gambar*, *tb_pengguna*, *tb_pesanan*, *tb_suara* dan *tb_teks*. Gambar 9 menunjukkan relasi antara 5 tabel ini.

b. Implementasi GUI

Tahapan implementasi GUI ini dilakukan menggunakan aplikasi Visual Studio Code dengan *framework* Flutter. GUI ini sesuai dengan Gambar 8 telah memiliki fitur *login* dan *register* (a), *register* (b), menu utama (c), pengiriman data teks (d), gambar (e) dan terakhir (f). Seluruh menu yang ada dalam GUI ini telah terintegrasi dengan *database* lalu melalui Wifi kepada Raspberry Pi. Data-data baru tersebut dapat terkirim atau diterima melalui transmisi LoRA yang terhubung pada Raspberry Pi.



Gambar 8. Hasil implementasi GUI

c. Implementasi Program Server Raspberry Pi

```

LoRA.py ✕
243 z = z + len(dataSuara[x:])
244
245 try:
246     sql = "UPDATE tb_pesanan SET panjang = %s WHERE id_pesanan = %s"
247     val = (z, id_pesanan)
248     cursor.execute(sql, val)
249     koneksi.commit()
250 except:
251     pass
252 time.sleep(delay)
253 print(dataSuara[x:])
254 loop = loop + 1
255 status = ser.readline()
256 status = str(status, 'UTF-8')
257 print(status)
258 try:
259     sql = "UPDATE tb_pesanan SET status = %s WHERE id_pesanan = %s"
260     val = (status, id_pesanan)
261     cursor.execute(sql, val)
262     koneksi.commit()
263 except:
264     pass
265 else:
266     time.sleep(delay)
267 time.sleep(delay)
268 koneksi.close()
269
Shell ✕
~/LoRA.py
Penerima dan Pengirim Siap
Penerima dan Pengirim Siap
Penerima dan Pengirim Siap
    
```

Gambar 9. Hasil Implementasi Program

Secara keseluruhan program pada server ini dibangun menggunakan aplikasi Thonny Python IDE. Terdapat kurang lebih 269 line program berdasarkan *flowchart* Gambar 4. Pada bagian Shell Gambar 9 terdapat keterangan “Penerima dan Pengirim Siap” mengartikan posisi *server* siap menerima dan mengirim data, keadaan selanjutnya jika terdapat data yang diterima atau dikirim keterangan pada Shell akan berubah menjadi data yang diterima dan dikirimkan tersebut. Program python ini juga terintegrasi dengan beberapa file program lainnya berformat php sebagai penghubung Python dengan MySQL.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan akan dimulai dari tahapan pengujian, dilanjutkan dengan merekap data pengujian dan terakhir menganalisa data-data hasil pengujian tersebut sekaligus membahasnya.

3.1. Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan memerhatikan parameter yang akan diuji, lalu menjelaskan juga gambaran situasi pengujian dan Terakhir adalah gambaran pelaksanaan pengujian dengan meliputi tahapan-tahapan pengujian parameter yang diuji.

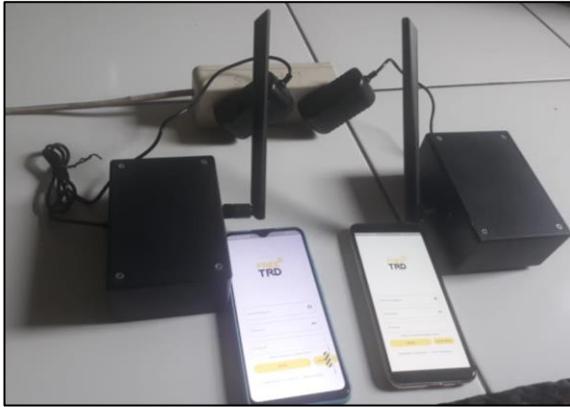
3.1.1. Parameter yang Diuji

Parameter yang diuji diperlukan sebagai tolak ukur untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari alat atau sistem yang dibuat. Berikut ini adalah parameter pengujian pada sistem komunikasi data menggunakan protokol komunikasi LoRA yang direalisasikan.

1. Pengujian fungsionalitas yang meliputi pengujian bisa atau tidaknya alat atau sistem melakukan pengiriman dan penerimaan data teks, gambar dan suara. Selain itu juga pada pengujian fungsionalitas alat ini dilakukan pengujian terhadap *software* aplikasi smartphone yang dibuat yaitu Freetrdr.

- Pengujian kehandalan yang meliputi pengujian jarak jangkauan dan kecepatan pengiriman dan penerimaan data teks, gambar dan suara pada alat atau sistem.

3.1.2. Gambaran Situasi dan Pelaksanaan Pengujian



Gambar 10. Setup Pengujian Sistem

Sesuai parameter uji, dilakukan pengujian fungsionalitas alat dengan menggunakan setup seperti pada Gambar 10 dan data hasil pengujian memastikan fungsi dari aplikasi hingga setiap komponen elektronik dapat bekerja sesuai target. Sedangkan pada pengujian kehandalan alat akan terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu pengujian kehandalan alat di daerah *obstacle* rendah, sedang dan tinggi. Dengan keterangan sebagai berikut.

- Rendah : *obstacle* memiliki tinggi < 1 , lokasi pengujian di Pesawahan Cikijing, Rancaekek, Jawa Barat.
- Sedang : *obstacle* memiliki tinggi 3 s/d 4 meter dengan pohon yang ada hanya per 50 s/d 100 meter dan tanpa halangan bangunan, lokasi pengujian di Kawasan Industri Djarum Super, Rancaekek, Jawa Barat.
- Tinggi : *obstacle* memiliki tinggi diatas 4 meter dengan *obstacle* tinggi seperti pepohonan dan bangunan yang berjajar dan jarak antar *obstacle* dibawah 10 meter. Lokasi pengujian di Komplek Sarijadi, Sukasari, Jawa Barat.

3.2. Data-Data Hasil Pengujian

Data-data hasil pengujian ini meliputi fungsionalitas dan kehandalan dari sistem atau alat yang dibangun.

3.2.1. Hasil Pengujian Fungsionalitas Alat/Sistem

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsionalitas GUI

No	Pengujian	Target	Hasil
1	Menu <i>login</i>	Dapat <i>login</i> dan koneksi ke <i>server</i>	Tercapai
2	Menu <i>register</i>	Dapat melakukan registrasi	Tercapai
3	Menu utama	Tombol berfungsi untuk pindah halaman	Tercapai
4	Menu kirim teks	Dapat melakukan pengiriman dan penerimaan teks	Tercapai
5	Menu kirim gambar	Dapat melakukan pengiriman sekaligus <i>pick</i> dan <i>capture photo</i> dan penerimaan gambar	Tercapai
6	Menu kirim suara	Dapat melakukan pengiriman dan penerimaan suara	Tercapai

3.2.2. Hasil Pengujian Kehandalan Alat/Sistem

Pengujian kehandalan alat/sistem ini menggunakan banyak sample, untuk teks yaitu 100 s/d 450 Byte, sedangkan gambar yaitu 4000-24000 Byte, dan suara yaitu 12000 s/d 21000 Byte. Dengan keterangan hijau data terkirim, kuning komunikasi terkadang *error* dan merah komunikasi gagal.

Tabel 3. Tabel Pengujian *Obstacle* Rendah

Jarak (m)	Jenis Data		
	Teks	Gambar	Suara
200	57.14 Bps	41.95 Bps	42.1 Bps
400	57.14 Bps	41.95 Bps	42.02 Bps
600	57.14 Bps	41.95 Bps	42.02 Bps
800	57.14 Bps	41.95 Bps	42.02 Bps
1000	57.14 Bps	41.95 Bps	42.02 Bps
1200	50 Bps		
1400	50 Bps		
1600	50 Bps		
1800	44.44 Bps		
2000	40 Bps		

Tabel 4. Tabel Pengujian *Obstacle* Sedang

Jarak (m)	Jenis Data		
	Teks	Gambar	Suara
100	57.14 Bps	41.72 Bps	42.1 Bps
200	57.14 Bps	41.72 Bps	42.1 Bps
300	57.14 Bps	41.72 Bps	42.1 Bps
400	57.14 Bps	41.72 Bps	42.1 Bps
500	57.14 Bps	41.72 Bps	42.1 Bps
600	57.14 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
700	57.14 Bps		
800	57.14 Bps		
900	40 Bps		
1000			

Tabel 5. Tabel Pengujian *Obstacle* Tinggi

Jarak (m)	Jenis Data		
	Teks	Gambar	Suara
20	57.14 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
40	57.14 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
60	50 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
80	57.14 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
100	57.14 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
120	57.14 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
140	50 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
160	50 Bps	41.72 Bps	42.02 Bps
180			
200			

3.3. Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan akan dilakukan berdasarkan dua parameter uji yaitu fungsionalitas dan kehandalan sistem.

3.3.1. Fungsionalitas Alat/Sistem

Pengujian pertama fungsionalitas alat/sistem yaitu pengujian terhadap fungsionalitas dari aplikasi *smartphone* sebagai GUI dan berdasarkan kepada enam pengujian yang dilakukan sudah sesuai 100% dengan target yang sudah direncanakan sebelumnya. Mulai dari menu pendaftaran hingga seluruh proses pengiriman data baik teks, gambar dan suara sudah berjalan dengan baik. Selain pengujian terhadap aplikasi yang dibangun, dilakukan juga pengujian terhadap *server* yang digunakan setelah terintegrasi dengan aplikasi *smartphone*. Pengujian terhadap *server* juga telah mencapai target yang diinginkan yaitu masing-masing telah berhasil dikirimkan sebanyak 10 sample data teks, gambar dan suara oleh kedua sisi pengirim dan penerima atau dengan kata lain *server* juga telah berfungsi 100% sesuai dengan target yang diterapkan sebelumnya dan memastikan seluruh program perangkat lunak berhasil diimplementasikan.

3.3.2. Kehandalan Alat/Sistem

Berdasarkan kepada data pengujian kehandalan alat/sistem memiliki 2 variabel yang ditentukan yaitu jarak dan kecepatan maksimum. Spesifikasi LoRA yang digunakan ini sebenarnya berjarak maksimum 4 km, namun realitanya ini hanya 2 km. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor seperti suplai tegangan alat hanya 2,4 Ampere padahal seharusnya 3 Ampere, *obstacle* yang ada seperti yang dibuktikan terhadap pengujian kehandalan alat dimana jarak maksimum didapat untuk daerah *obstacle* rendah, ketika semakin tinggi *obstacle*nya semakin dekat jarak jangkauannya dan juga faktor-faktor alam atau noise lainnya. Jika ditinjau dari persamaan jari-jari fresnel zone (Persamaan 1) didapatkan dalam jarak 1 km (*obstacle* sedang) seharusnya tidak ada *obstacle* yang tingginya kurang lebih 9 meter dari tinggi antenna, namun realita ketika pengujian antenna hanya 1.5 meter dan terdapat *obstacle* tertinggi yaitu 4 meter sehingga mengakibatkan gagal melakukan komunikasi. Persamaan inipun memiliki pengaruh di pengujian *obstacle* rendah, sedang hingga tinggi.

$$R = 17,32 \sqrt{\frac{1 \text{ Km}}{4 \times 0,920 \text{ GHz}}} = 9,028 \text{ meter} \quad (1)$$

Sedangkan untuk variabel kecepatan ini dipengaruhi oleh panjang data yang dikirim dengan waktu untuk pengiriman data tersebut. Berdasarkan format datapun pengiriman data teks akan selalu lebih cepat dibanding gambar atau suara jika melihat Bps ini karena satu pengiriman data teks adalah 450 Byte, sedangkan gambar dan suara ini hanya 300 Byte.

Terdapat kasus khusus data terkirim 2-3 kali ketika pengujian ini karena sistem dari pengiriman dan penerimaan datanya adalah ketika data terkirim terdapat respon dari penerima, ketika data terkirim 2-3 kali artinya respon penerima lambat sehingga pengirim mengirim kembali data tersebut karena komunikasi sebelumnya dianggap gagal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan realisasi dari perangkat *hardware* dan *software* hingga membentuk sebuah sistem serta pengujian yang dilakukan dari penelitian ini maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe alat yang dibuat menggunakan modul LoRA Ebyte 915 – 931 MHz dan mini komputer Raspberry Pi 3b dan 3b+. Berdasarkan pengujian terhadap fungsionalitas alat seluruh fungsi alat dapat berjalan 100% dengan menggunakan sample 10 data pada masing-masing kategori pengujian yaitu data teks, gambar dan suara.
2. Sistem diuji dengan memperhatikan dua variabel yaitu jarak maksimum dan kecepatan pengiriman data prototipe alat.
 - Untuk *obstacle* rendah jarak maksimum yang didapat 2000 meter dengan kecepatan maksimum 57.14 Bps.

- Untuk *obstacle* sedang jarak maksimum yang didapat 900 meter dengan kecepatan maksimum 57.14 Bps.
 - Untuk *obstacle* tinggi jarak maksimum yang didapat 160 meter dengan kecepatan maksimum 57.14 Bps.
3. Aplikasi smartphone yang diimplementasikan sudah dapat melakukan pendaftaran akun, login akun, mengirimkan dan menerima sekaligus menampilkan data teks, gambar dan suara, terintegrasi dengan *server* atau prototipe alat yang dibuat.

Berbasis Android Menggunakan Jaringan Wifi Direct," in *Universitas Potensi Utama*, Malang, 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Usmin, "Tak Ada Jaringan Internet, 400 Kecamatan Sulit Akses Data Pemilih Pilkada," *Berita Satu*, 15 Juli 2020. [Online]. Available: <https://www.beritasatu.com/nasional/655811/tak-ada-jaringan-internet-400-kecamatan-sulit-akses-data-pemilih-pilkada>. [Accessed 30 Januari 2021].
- [2] Daon, "11 Persen Wilayah Indonesia Belum Terjangkau Sinyal Seluler," *Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia*, 26 Juli 2018. [Online]. Available: https://kominfo.go.id/content/detail/13604/11-persen-wilayah-indonesia-belum-terjangkau-sinyal-seluler/0/sorotan_media. [Accessed 30 Januari 2021].
- [3] B. Tamam, "Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Tanah Longsor Menggunakan Transmisi LoRa," in *Universitas Dinamika*, Surabaya, 2020.
- [4] A. Zubizarreta, "Pembuatan Alat Open Pan Evaporimeter Secara Wireless Dengan LoRa Berbasis Arduino di BMKG Darmaga," in *Institut Pertanian Bogor*, Bogor, 2020.
- [5] S. N. Alamsyah, "Pembuatan Alat Pemantau Intensitas Cahaya, Lama Penyinaran, dan Radiasi Matahari dengan LoRa di BMKG Darmaga," in *Institut Pertanian Bogor*, Bogor, 2020.
- [6] C. D. Affandi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Gudang Penyimpanan Menggunakan Transmisi LoRa," in *Universitas Dinamika*, Surabaya, 2020.
- [7] A. Bhawiyuga and W. Yahya, "Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol LoRa," Malang, 2019.
- [8] H. Arijuddin, A. Bhawiguya and K. Amron , "Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikais LoRA dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network," in *Universitas Brawijaya*, Malang, 2019.
- [9] R. Sagita and R. Puspasari, "Perancangan Aplikasi Messenger Peer to Peer Berbasis Wifi Direct Pada Smartphone Android," in *Universitas Potensi Utama*, Medan, 2020.
- [10] R. Ramadanu , "Perancangan Aplikasi Chat Dengan Dukungan Pick Image dan Take Photo