

**PERANCANGAN DAN REALISASI PERANGKAT KOMUNIKASI  
DARURAT BENCANA MENGGUNAKAN RADIO DAN GPS BERBASIS  
ARDUINO**  
*DESIGN AND REALIZATION OF ARDUINO-BASED EMERGENCY  
COMMUNICATION DEVICES USING RADIO AND GPS*

Muhammad Kemal Huda Fasha<sup>1</sup>, Dharu Arseno<sup>2</sup>, Edwar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Telkom, Bandung

kemalfasha@student.telkomuniversity.ac.id<sup>1</sup>, darseno@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>,  
edwarm@telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>

---

**Abstrak**

Indonesia merupakan suatu negara kepulauan yang dikelilingi oleh perairan dan beberapa jalur gunung aktif serta terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik dunia. Hal ini menyebabkan Indonesia memiliki potensi yang sangat tinggi terhadap ancaman berbagai jenis bencana alam. Informasi terkait kejadian awal bencana biasanya dapat diperoleh melalui berbagai sumber seperti internet, media massa, instansi/lembaga yang terkait, laporan-laporan dari masyarakat, serta informasi lain yang dapat dipercaya. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat komunikasi darurat yang dapat digunakan ketika sistem infrastruktur komunikasi utama tidak berfungsi dengan baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan sistem komunikasi darurat bencana dengan menggunakan perangkat yang sederhana berbasis Arduino menggunakan radio dan GPS. Penelitian ini juga diharapkan mampu menjadi solusi alternatif pada saat terjadi bencana alam dimana infrastruktur komunikasi utama tidak dapat digunakan.

**Kata kunci :** Darurat, Bencana, Radio, GPS, Arduino

---

**Abstract**

Indonesia is an island nation surrounded by waters and several active mountain trails and is located at the confluence of 3 tectonic plates of the world. This causes Indonesia to have a very high potential against the threat of various types of natural disasters. Information related to the initial disaster can usually be obtained through various sources such as the internet, mass media, related agencies/ agencies, reports from the public, as well as other reliable information. Therefore, an emergency communication tool is needed that can be used when the main communication infrastructure system is not functioning properly.

The purpose of this research is to design and realize disaster emergency communication systems using arduino-based simple devices using radio and GPS. This research is also expected to be an alternative solution in the event of natural disasters where the main communication infrastructure cannot be used.

**Keywords:** Emergency, Disaster, Radio, GPS, Arduino

---

**1. Pendahuluan**

Indonesia merupakan suatu negara kepulauan yang dikelilingi oleh perairan dan beberapa jalur gunung aktif serta terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik dunia [1]. Hal ini menyebabkan Indonesia memiliki potensi yang sangat tinggi terhadap ancaman berbagai jenis bencana alam. Bencana alam terkadang juga dapat mempengaruhi kerusakan infrastruktur telekomunikasi yang merupakan salah satu hal yang paling penting pada saat terjadinya bencana, agar penanggulangan bencana dapat berjalan dengan baik.

Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat komunikasi darurat sesederhana mungkin dalam cakupan daerah yang cukup luas yang dapat digunakan ketika sistem infrastruktur komunikasi utama tidak berfungsi dengan baik.

**2. Konsep Dasar**

**2.1 Radio LoRa SX1278**

LoRa atau *Long Range* merupakan salah satu teknologi *Low Power Wide Area (LPWA) Networks*. LoRa menggunakan teknologi nirkabel berupa frekuensi radio dalam melakukan transmisi datanya. Radio LoRa SX1278 merupakan salah satu tipe modul LoRa yang memiliki jangkauan yang luas dan konsumsi power yang rendah.



**Gambar 2.1** LoRa SX1278 Ra-02

## 2.2 GPS U-Blox NEO6M

GPS merupakan salah satu navigasi yang paling populer. GPS merupakan sistem navigasi menggunakan satelit untuk menentukan posisi suatu tempat maupun benda[5]. Salah satu contoh modul GPS adalah U-Blox GPS NEO-6M yang berfungsi untuk mendapatkan titik koordinat pengguna berupa latitude dan longitude.



**Gambar 2.2** GPS U-Blox NEO6M

## 2.3 Bluetooth HC-05

Modul bluetooth HC-05 adalah modul komunikasi nirkabel via bluetooth yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz dengan pilihan dua mode konektivitas. Pada penelitian ini hanya digunakan sebagai receiver data dari aplikasi android Bluetooth Voice.



**Gambar 2. 3** Bluetooth HC-05

## 2.4 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler ATmega328P yang memiliki 14 pin digital input / output (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. [11]



**Gambar 2. 4** Arduino Uno

## 2.5 Baterai Li-Ion

Daya utama yang digunakan pada perangkat yang dibuat di tugas akhir ini yaitu Baterai Lithium Ion SX 18650 yang memiliki keluaran tegangan sebesar 3,7 V dengan kapasitas baterai hingga 99000 mAh.



**Gambar 2.5** Baterai Li-Ion 18650

## 2.6 Modul Step Up XL6009E1

Modul Step Up digunakan untuk menaikkan tegangan DC input agar dapat memberikan tegangan yang lebih tinggi pada outputnya. Modul XL6009E1 adalah salah satu switching regulator yang termasuk jenis operasi boost konverter yang memberikan tegangan output yang lebih tinggi dari input.[17]



Gambar 2.6 Modul Step Up

**2.7 Modul Battery Charger**

TP4056 merupakan modul yang dibuat khusus untuk mengisi daya baterai lithium-ion. Modul ini dilengkapi dengan fitur proteksi tegangan untuk menjaga masa kerja baterai tetap optimal dan juga mampu melakukan recharge secara otomatis.



Gambar 2.7 Battery Charger

**2.8 Sel Surya**

Sel surya mengubah cahaya matahari menjadi listrik. Pembangkit sel surya merupakan suatu sistem pembangkit listrik arus DC yang memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber energinya.

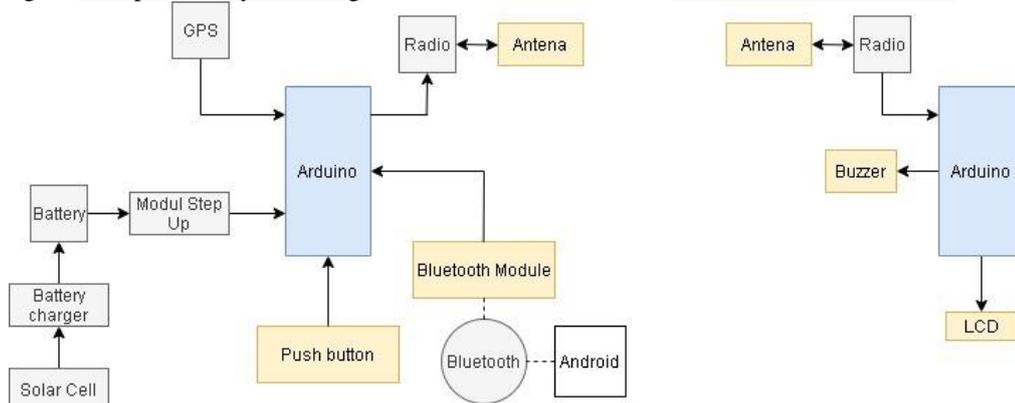


Gambar 2.8 Mini Solar Cell

**3. Perancangan Sistem**

**3.1. Diagram Blok Sistem**

Diagram blok sistem yang akan dibuat pada penelitian ini dari masing-masing perangkat pengirim dan penerima yaitu sebagai berikut:

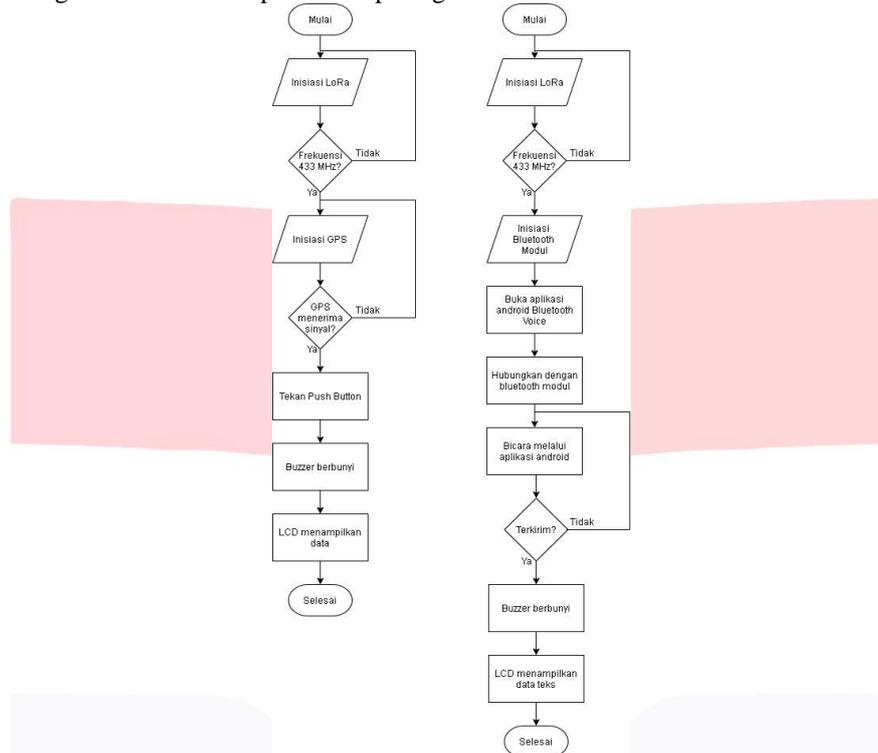


Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Berdasarkan diagram blok diatas, dapat dilihat bahwa input dari perangkat pengirim yaitu dari modul GPS dan bluetooth dalam bentuk data teks. Serta memiliki catu daya sendiri yang terdiri dari solar cell, baterai, battery charger, dan modul step up. Outputnya akan dikirim melalui radio LoRa transmitter dan diterima oleh radio LoRa receiver di penerima, dan data nya ditampilkan di LCD.

**3.2 Diagram Alir Sistem**

Diagram alir sistem dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

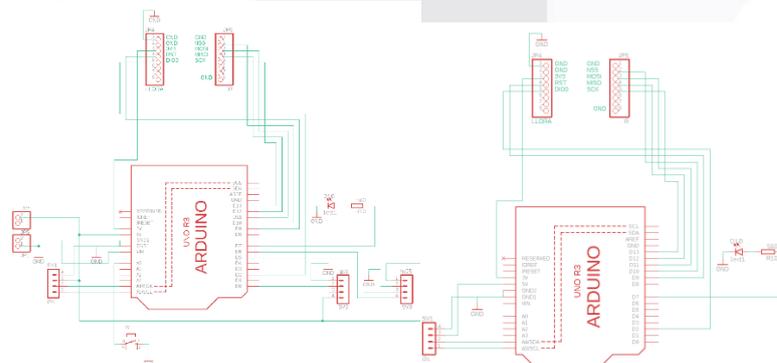


**Gambar 3.2** Diagram Alir Sistem

Dari diagram alir diatas, dapat disimpulkan bahwa cara kerja sistem adalah sebagai berikut: Setelah perangkat dinyalakan, LoRa akan mencari frekuensi yang diinginkan, lalu setelah terkoneksi, maka Modul GPS akan mulai menerima sinyal dari satelit berupa informasi titik koordinat lokasi ke Arduino lalu akan dikirimkan berupa teks. Data teks dari GPS akan dikirim ke penerima setelah pengguna menekan tombol push button. Alat ini juga dapat digunakan untuk komunikasi pesan jarak jauh menggunakan Bluetooth modul yang nantinya terhubung dengan aplikasi android dimana kita bisa berbicara melalui microphone android lalu akan diubah ke dalam bentuk teks dan dikirim ke Arduino melalui bluetooth. Di node penerima terdiri dari radio lora, buzzer, serta LCD. Setelah pengirim menekan tombol push button, maka buzzer di node penerima akan berbunyi dan memunculkan data GPS berupa teks informasi longitude dan latitude di LCD. Nantinya informasi tersebut dapat dicari melalui web Google Maps dengan cara menuju link [www.google.com/maps/place/latitude,longitude](http://www.google.com/maps/place/latitude,longitude).

**3.3 Rangkaian skematik**

Pada rangkaian skematik sistem, dibuat perancangan dari perangkat pengirim yang terdiri dari Arduino Uno, Radio LoRa, modul GPS NEO6M, modul bluetooth HC-05 dan push button. Dan untuk perangkat penerima terdiri dari Arduino Uno, Radio LoRa, buzzer dan LCD.



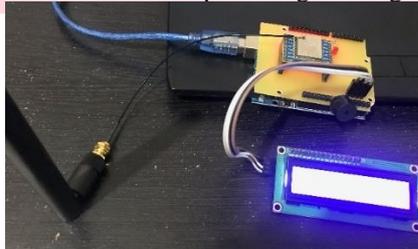
**Gambar 3.3** Rangkaian skematik sistem

### 3.4 Prototipe Fisik Sistem

Prototipe dari masing-masing perangkat dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 3.4 Prototipe Perangkat Pengirim



Gambar 3.5 Prototipe Perangkat Penerima

### 3.6 Hasil Pengujian

#### 3.6.1 Uji Fungsionalitas Sistem

No.	Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	GPS	Dihubungkan dengan Arduino.	Menerima sinyal GPS dan mengirim data ke Arduino.	Berhasil
2	Tombol Push Button	Dihubungkan dengan Arduino.	Mengirim data pesan teks informasi GPS melalui radio.	Berhasil
3	Bluetooth	Dihubungkan dengan Arduino.	Bluetooth terhubung dengan aplikasi android dan mengirim data ke Arduino.	Berhasil
4	Radio	Dihubungkan dengan Arduino dari masing-masing perangkat pengirim dan penerima.	Mengirim data GPS dan pesan teks melalui frekuensi 433 MHz.	Berhasil
5	Battery Charger	Dihubungkan dengan baterai dan solar cell.	Dapat mengisi baterai dengan solar cell maupun USB.	Berhasil
6	Modul Step Up	Dihubungkan dengan battery charger sebagai input dan Arduino sebagai output.	Dapat menaikkan tegangan dari 3,7 V ke 5 V.	Berhasil
7	Buzzer	Dihubungkan dengan Arduino sisi penerima.	Berbunyi ketika menerima pesan dari pengirim.	Berhasil
8	LCD	Dihubungkan dengan Arduino sisi penerima.	Menampilkan teks dari pengirim.	Berhasil

Dari tabel pengujian fungsionalitas diatas, didapat kesimpulan bahwa sistem yang dibuat telah berhasil dirancang dan tiap komponen dapat bekerja sesuai hasil yang diharapkan.

#### 3.6.1 Uji Kinerja Sistem

##### 1. Pengujian modul GPS Receiver

Pengujian GPS dilakukan dengan cara membandingkan data titik lokasi koordinat yang didapat oleh modul GPS dengan yang didapat oleh *Google Maps* dengan kondisi catu daya dan jarak yang sama.

Pengujian ke-	Pembacaan modul GPS		Pembacaan Google Maps		Error	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
1	-6.339183	108.340250	-6.339201	108.340231	0.0002839%	0.0000175%
2	-6.339210	108.340230	-6.339195	108.340216	0.0002366%	0.0000129%
3	-6.339240	108.340280	-6.339207	108.340191	0.0005206%	0.0000821%
4	-6.339209	108.340230	-6.339204	108.340234	0.0000789%	0.0000037%
5	-6.339203	108.340260	-6.339206	108.340210	0.0000473%	0.0000462%
6	-6.339143	108.340190	-6.339162	108.340220	0.0002997%	0.0000277%
7	-6.339141	108.340160	-6.339161	108.340194	0.0003155%	0.0000314%
8	-6.339136	108.340200	-6.339142	108.340161	0.0000947%	0.0000360%
9	-6.339154	108.340180	-6.339144	108.340177	0.0001578%	0.0000028%
10	-6.339151	108.340170	-6.339136	108.340180	0.0002366%	0.0000092%
rata-rata					0.0002272%	0.0000270%

Dari pengujian sebanyak 10 kali, didapat rata-rata error latitude sebesar 0.0002272% dan error longitude sebesar 0.0000270%. Angka ini menunjukkan bahwa deteksi lokasi dari perangkat yang dibuat dikatakan baik karena kurang dari 0.01%.

## 2. Pengujian jarak radio LoRa

### 2.1 Pengujian jarak dan error komunikasi data di daerah lapang

Pengujian jarak dilakukan dengan meletakkan kedua sisi pengirim dan penerima pada variasi jarak dengan selisih 20 meter, dengan kondisi baterai yang sama dan kondisi di daerah lapangan (tanpa penghalang).

Jarak (m)	Buzzer
20	Menyala
40	Menyala
60	Menyala
80	Menyala
100	Menyala
120	Menyala
140	Menyala
160	Menyala
180	Menyala
200	Tidak Menyala

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal perangkat pengirim dan perangkat penerima dapat berkirim data pesan teks pada kondisi daerah lapang/tanpa penghalang dan frekuensi 433 MHz yaitu 180 meter.

Pengujian error pengiriman data GPS dan pesan teks dilakukan dengan cara membandingkan input pada sisi pengirim dan output teks di LCD pada sisi penerima dengan kondisi baterai yang sama.

Jarak (m)	Pembacaan GPS di Pengirim		Tampilan GPS di Penerima		Error	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
20	-6.337049	108.331280	-6.337049	108.331280	0%	0%
40	-6.337099	108.331270	-6.337099	108.331270	0%	0%
60	-6.337047	108.331250	-6.337047	108.331250	0%	0%
80	-6.337114	108.330220	-6.337114	108.330220	0%	0%
100	-6.337366	108.330440	-6.337366	108.330440	0%	0%
120	-6.337625	108.329880	-6.337625	108.329880	0%	0%
140	-6.337280	108.329835	-6.337280	108.329835	0%	0%
160	-6.335722	108.331280	-6.335722	108.331280	0%	0%
180	-6.335362	108.331330	-6.335362	108.331330	0%	0%
200	-6.335377	108.331320	-	-	-	-
Jarak (m)	Keuaran Teks di aplikasi Bluetooth Voice		Tampilan Teks di Penerima		Error	
20	selamat siang		selamat siang		0%	
40	selamat siang		selamat siang		0%	
60	selamat siang		selamat siang		0%	
80	selamat siang		selamat siang		0%	
100	selamat siang		selamat siang		0%	
120	selamat siang		selamat siang		0%	
140	selamat siang		selamat siang		0%	
160	selamat siang		selamat siang		23.077%	
180	selamat siang		rwlmatasiang		23.077%	
200	selamat siang		-		-	

Dari kedua tabel pengujian diatas, didapat hasil bahwa komunikasi data berjalan dengan baik dari jarak 0 sampai 180 meter. Pada pengujian data GPS data yang didapat tidak mengalami error hingga 180 meter, namun pada pengujian pesan teks didapat error sebesar 23.077% pada jarak 160 meter dan 180 meter.

## 2.2 Pengujian jarak dan error komunikasi data di daerah perumahan

Pengujian jarak dilakukan dengan meletakkan kedua sisi pengirim dan penerima pada variasi jarak dengan selisih 10 meter, dengan kondisi baterai yang sama dan kondisi di daerah perumahan (terhalang).

Jarak (m)	Buzzer
10	Menyala
20	Menyala
30	Menyala
40	Menyala
50	Menyala
60	Menyala
70	Menyala
80	Menyala
90	Tidak Menyala
100	Tidak Menyala

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal perangkat pengirim dan perangkat penerima dapat berkirim data pesan teks pada kondisi daerah perumahan/terhalang dan frekuensi 433 MHz yaitu 80 meter.

Pengujian error pengiriman data GPS dan pesan teks dilakukan dengan cara membandingkan input pada sisi pengirim dan output teks di LCD pada sisi penerima dengan kondisi baterai yang sama.

Jarak (m)	Pembacaan GPS di Pengirim		Tampilan GPS di Penerima		Error	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
10	-6.326823	108.334920	-6.326823	108.334920	0%	0%
20	-6.326782	108.334970	-6.326782	108.334970	0%	0%
30	-6.327071	108.335040	-6.327071	108.335040	0%	0%
40	-6.326725	108.335010	-6.326725	108.335010	0%	0%
50	-6.327134	108.334490	-6.327134	108.334490	0%	0%
60	-6.326492	108.335344	-6.326492	108.335344	0%	0%
70	-6.327209	108.335330	-6.327209	108.335330	0%	0%
80	-6.327225	108.335350	+P S R` .	pdl 3#% ?0	100%	75%
90	-6.327069	108.335100	-	-	-	-
100	-6.327009	108.335080	-	-	-	-

Jarak (m)	Keluaran Teks di aplikasi Bluetooth Voice	Tampilan Teks di Penerima	Error
10	selamat siang	selamat siang	0%
20	selamat siang	selamat siang	0%
30	selamat siang	selamat siang	0%
40	selamat siang	selamat siang	0%
50	selamat siang	selamat siang	0%
60	selamat siang	selamat siang	0%
70	selamat siang	selamat siang	0%
80	selamat siang	rKujmat'Ska]g	53.846%
90	selamat siang	-	-
100	selamat siang	-	-

Dari kedua tabel pengujian diatas, keduanya bekerja dengan sangat baik pada jarak 10 meter hingga 70 meter. Dibuktikan dengan tidak adanya error pada data yang dikirim pada kedua pengujian. Namun pada jarak 80 meter didapat angka error yang sangat besar, dimana pada data GPS mencapai error dari latitude sebesar 100% dan longitude sebesar 75% serta pada pengiriman pesan teks dengan error sebesar 53,846%.

## 3. Pengujian pengisian baterai dan ketahanan baterai

Pengujian pengisian baterai dilakukan dengan cara pengujian secara real-time menggunakan solar cell pada jam 13.00 WIB dan saat cuaca terik dibandingkan dengan menggunakan kabel USB adaptor 33W.

Waktu (menit)	Tegangan Baterai (V)
0	2.97
10	3.17
20	3.44
30	3.54
40	3.60
50	3.64
60	3.68
70	3.75
80	3.76
90	3.76
100	3.76
Waktu (menit)	Tegangan Baterai (V)
0	3.02
10	4.10
20	4.13
30	4.14
40	4.16
50	4.17
60	4.18
70	4.18

Dari tabel diatas dapat dilihat solar cell yang digunakan hanya dapat mengisi baterai hingga tegangan maksimal 3.76 volt selama 80 menit. Sedangkan pengisian menggunakan USB dengan adaptor 33W dapat mengisi baterai hingga tegangan maksimal 4.18V selama 60 menit. Maka kesimpulan yang dapat diambil adalah pengisian kapasitas baterai dari perangkat yang dibuat lebih baik menggunakan kabel USB yang tersedia agar mencapai kapasitas maksimum.

Pengujian ketahanan baterai dilakukan dengan cara menghidupkan perangkat dari saat kapasitas baterai penuh sampai dengan perangkat sudah tidak dapat bekerja lagi.

Waktu (menit)	Tegangan Baterai (V)
0	4.04
10	3.96
20	3.92
30	3.89
40	3.85
50	3.81
60	3.77
70	3.74
80	3.70
90	3.63
100	3.17

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa pada menit ke-100 terjadi penurunan sangat drastis pada tegangan baterai. Dimana pada tegangan 3.17V komponen sudah tidak dapat menyala. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketahanan baterai sebagai catu daya perangkat dari kondisi penuh mencapai waktu hingga 100 menit.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan proses perancangan, implementasi, dan pengujian fungsionalitas sistem perangkat komunikasi darurat berbasis arduino, maka dapat disimpulkan bahwa alat dapat bekerja sesuai dengan keinginan, dan telah berhasil dirancang sesuai dengan tujuan yang diharapkan pada penelitian ini.
2. Perangkat ini mampu mendeteksi lokasi dari pengguna dengan baik dimana melalui pengujian modul GPS hanya memiliki rata-rata error lattitude sebesar 0,0002272% dan rata-rata error longitude sebesar 0,0000270%. Angka ini menunjukkan bahwa deteksi lokasi dari perangkat yang digunakan dikatakan baik karena nilai rata-rata error masing-masing lattitude dan longitude kurang dari 0,01%.
3. Dari pengujian jarak radio LoRa pada daerah lapang mencapai jarak maksimum sejauh 180 meter. Komunikasi data berjalan dengan baik dari jarak 0 sampai 180 meter. Pada pengujian data GPS data yang didapat tidak mengalami error hingga 180 meter, namun pada pengujian pesan teks didapat error sebesar 23.077% pada jarak 160 meter dan 180 meter. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi data di daerah perumahan masih berjalan dengan bagus pada jarak 0 sampai 140 meter.
4. Dari pengujian jarak radio LoRa pada daerah perumahan mencapai jarak maksimum sejauh 80 meter. Namun dengan error untuk pengiriman data GPS lattitude sebesar 100% dan longitude sebesar

75% serta untuk pesan teks sebesar 53,846%. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi data di daerah perumahan masih berjalan dengan bagus pada jarak 0 sampai 70 meter.

5. Solar cell yang digunakan hanya dapat mengisi baterai hingga tegangan maksimal 3.76 volt selama 80 menit. Hal ini menunjukkan bahwa solar cell hanya bisa menahan baterai agar bisa lebih lama digunakan, pengisian kapasitas baterai lebih baik menggunakan kabel USB yang tersedia. Dengan menggunakan USB didapat hasil pengisian baterai hingga tegangan maksimal 4.18 volt selama 60 menit.

6. Dari pengujian ketahanan baterai, pada menit ke-100 terjadi penurunan sangat drastis pada tegangan baterai. Dimana pada tegangan 3.17V komponen sudah tidak dapat menyala. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketahanan baterai sebagai catu daya perangkat dari kondisi penuh mencapai waktu hingga 100 menit.

#### 4.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, penulis memberikan saran untuk menambah fitur diantaranya:

1. Penambahan jumlah pengguna yang dapat berkirim data.
2. Menambah fitur komunikasi dua arah menggunakan suara.
3. Menambahkan repeater dari radio LoRa agar komunikasi data bisa lebih jauh lagi.
4. Mengganti rangkaian sistem catu daya yang digunakan agar pengisian menggunakan solar cell bisa lebih efektif.

#### Referensi :

- [1] Rachmat, A. (2006). Manajemen dan mitigasi bencana. [http://web.iaincirebon.ac.id/ebook/moon/Social-Welfare/Disaster/Manajemen dan mitigasi.pdf](http://web.iaincirebon.ac.id/ebook/moon/Social-Welfare/Disaster/Manajemen%20dan%20mitigasi.pdf)
- [2] Purnamasari, R., Sumaryo, S., Ramdhani, M. (2012). (S. Sumaryo; M. Ramdhani). DESAIN DAN REALISASI PERANGKAT KOMUNIKASI DATA PADA POSKO DARURAT BENCANA DENGAN MENGGUNAKAN RADIO TRANCEIVER. Universitas Telkom.
- [3] Palilingan, A. G., Najoan, M. E. I., Sompie, S. R. U. A. (2020). Sistem Komunikasi Darurat Bencana Dengan Teknologi Mobile Ad-Hoc Network (MANET). 9(2), 49–60.
- [4] Muqit, Abdul. (2020). SISTEM KOMUNIKASI RADIO & LABORATORIUM. POLINEMA PRESS.
- [5] Schiller, J., & Voisard, A. (2004). Location-based services. In Location-Based Services.
- [6] Irsyad, M., Ike Sari, M., Anang, S. (2019). SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN RFID, GSM MODUL, GPS MODUL BERBASIS MIKROKONTROLER. Universitas Telkom.
- [7] Kurniawan, A. P., Mutiara, G. A., & Hapsari, G. I. (2000). Pengiriman Informasi GPS (Global Positioning System) Berupa Teks Melalui Wireless pada AR Drone 2.0. Universitas Telkom, 1(2), 0–7.
- [8] Prio, H. S., Seiadi, R., Priyokusumo, D., & Manfaluthy, M. (2018). Pengiriman Text Melalui Gelombang Fm Berbasis Arduino Uno (Vol. 7, Issue 2, pp. 21–28).
- [9] Charisma, A., Taryana, E., Saputra, D. I., Misuari, M. B., Setiawan, A., & Dharmawan, F. (2020). Implementasi Sistem Komunikasi FM Pada Prototype Pendeteksi Dini Gempa. PRotek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 7(2), 60–64. <https://doi.org/10.33387/protk.v7i2.1812>
- [10] Wahyu, G., Purwandi, A. W., & Rasyid, A. (2018). Perancangan Sistem Komunikasi Audio Digital Dua Arah Dengan. Perancangan Sistem Komunikasi Audio Digital Dua Arah Dengan, Vol: 7, 81–87.
- [11] Yohanes C, S., Sompie, S. R. U. A., & Tulung, N. M. (2018). Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer, 7(2), 167–174.
- [12] Rahmadi, K. (2020). RANCANG BANGUN PLATFORM DEVICE UNTUK IOT MONITORING BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN) MENGGUNAKAN LORA SX1278. Politeknik Negeri Jakarta.
- [13] Aji, dony kurnia. (2018). Sistem Pengaman Sepeda Motor Dengan Kombinasi Tombol Menggunakan Teknologi Android Berbasis Arduino Bluetooth.
- [14] Informatika, M. K. (2018). Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 17 Tahun 2018 Tentang Amatir Radio dan Radio Komunikasi Antar Penduduk.
- [15] Badan, K., & Penanggulangan, N. (2013). Pedoman radio komunikasi kebencanaan.

- [16] Elektro, T., Teknik, F., & Siliwangi, U. (2021). Komunikasi Data Pada Sistem Berbasis Lora. 02(02), 6–11.
- [17] Raban, R., Kurniawan, E., & Sunarya, U. (2015). Desain Dan Implementasi Charger Baterai Portable Menggunakan Modul Ic Xl6009E1 Sebagai Boost Converter Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya. E-Proceeding of Engineering, 2(2), 1900–1908.
- [18] Winarno, Darjat, & Zahra, A.A. (2009). SISTEM NAVIGASI DAN MONITORING MOBILE ROBOT DENGAN MENGGUNAKAN TRANSMISI NIRKABEL FREKUENSI 434 MHz. Universitas Diponegoro
- [19] Muhendra, R., Kreshnaviyanto, N. I., & Amin, A. (2021). Jaringan Sensor Nirkabel : Studi dan Evaluasi Kinerja LoRa Transmitter dan Long Range Radio Frekuensi ( RF ) Pada Luar Ruang. 3(1), 6–12.