

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 LoRa

LoRa merupakan teknologi modern yang memungkinkan komunikasi jarak jauh, serta menjaga penggunaan energi ke tingkat yang cukup rendah. Teknik modulasi spektrum yang dimiliki LoRa berasal dari teknologi *Chirp Spread Spectrum* (CCS). Adapun tantangan yang harus dihadapi oleh teknologi LoRa adalah pemantauan fasilitas dan monitoring penggunaan energi. Saat ini, teknologi LoRa menjadi bagian yang penting dalam aplikasi berbasis IoT. *Node* yang berada dalam jaringan LoRa terkoneksi langsung ke *Receiver*, dalam topologi star hal ini bertujuan meminimalkan kompleksitas jaringan.

LoRa terdiri dari parameter yang berbeda, seperti *Spreading Factor* (SF), frekuensi tengah, kecepatan pengkodean, bandwidth. Dari parameter ini, node harus memilih yang tepat agar transmisi berhasil. Untuk memodelkan propagasi LoRa di lingkungan pegunungan, kampanye pengukuran telah dilakukan pada bulan Desember 2019



**Gambar 2.1** LoRa Technology

(Sumber <https://www.lora.alliance.org>)

Dari gambar 2.1 dapat dilihat bahwa teknologi LoRa telah hampir mencakup semua kehidupan manusia. Mulai dari *Smart home*, *smart city*,

*Healthcare*, dll. LoRa diklasifikasikan ke dalam 2 lapisan, yakni : (i) lapisan fisik menggunakan teknik modulasi radio *Chirp*

*Spread Spectrum* (CSS) dan (ii) protokol lapisan MAC (LoRaWAN). Pemanfaatan teknik modulasi yang dilakukan oleh sistem LoRa berdampak pada sistem LoRa yang kuat agar dapat menyalurkan *noise*. Hal ini dikarenakan seluruh bandwidth yang telah dialokasikan dimanfaatkan dalam mengirimkan sinyal, baik itu sinyal yang berupa informasi atau sinyal yang berupa data. Selain itu, sistem keamanan yang dimiliki oleh LoRa sangatlah terjamin, hal ini dikarenakan transmisi yang disebarkan secara *pseudo-random* sehingga menimbulkan *noise*. Oleh karenanya, teknik modulasi ini telah memberikansistem keamanan dasar pada sistem LoRa.

Pada LoRa juga terdapat sebuah teknik yang bernama Teknik CCSI. Teknik CCSI ini merupakan teknologi hak milik Semtech yang sepenuhnya tidak terbuka. Awalnya *Chip Spread Spectrum* dibangun untuk aplikasi radar pada tahun 1940.

Beberapa istilah dasar pada CSS :

- 1 Bit : satuan dasar informasi digital dan bersifat biner (1/0, high/low). Bit rate ( $R_b$ ) adalah laju perubahan bit tiap satuan waktu.
- 2 Symbol : 1 Symbol dapat memuat beberapa bit data dapat berbentuk *waveform atwpun code*. *Symbol rate* ( $R_s$ ) adalah laju perubahan symbol tiap satuan waktu.
- 3 Chip : satuan elemen dalam konteks Chirp Spread Spectrum yang berbentuk pulsa (*pulse*). Ini diperlukan agar tidak tertukar dengan istilah bit. *Chip rate* ( $R_c$ ) merupakan laju perubahan chip persatuan waktu.
- 4 Chirp : “*Compressed High Intensity Radar Pulse*” merupakan meningkatnya sinyal frekuensi (*up-chirp*) atau turun (*down-chirp*) terhadap waktu. Istilah *chip rate* sama dengan *symbol rate* secara umum

Pada tabel 2.1 ini dijelaskan tentang berbagai teknologi dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Tabel 2.1. Perbandingan Parameter Teknologi Komunikasi

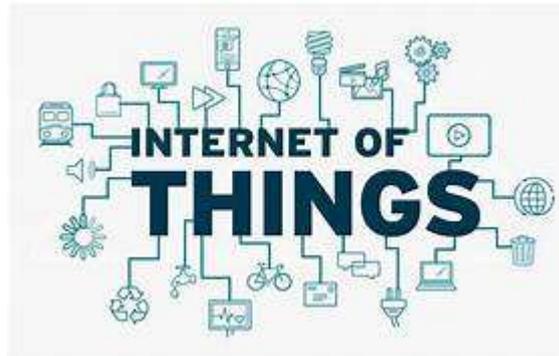
No.	Teknologi	Jarak	Max. Rate	Konsumsi daya
1.	<i>Bluetooth</i>	10 m	2 MB/s	<i>Low</i>
2.	WiFi	0~60 m	54 MB/s	<i>High</i>
3.	RFID	0~100 m	10 KB/s	<i>Low</i>
4.	Zigbee	0~1500 m	250 KB/s	<i>Low</i>
5.	LoRa	0~15 km	600 KB/s	<i>Low</i>

(Sumber <https://www.lora.alliance.org>)

Dari tabel 2.1 dapat ditarik kesimpulan bahwa LoRa merupakan teknologi yang memiliki jarak jangkauan yang paling jauh dibanding dengan teknologi-teknologi lainnya yakni hingga 15 Km dan dengan penggunaan energi yang cukup rendah.

## **2.2 Internet Of Things ( IOT)**

*Internet of things* merupakan sebuah konsep di mana suatu benda atau objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan software dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet.



IoT memiliki hubungan yang erat dengan istilah *machine-to-machine* atau M2M. Seluruh alat yang memiliki kemampuan komunikasi M2M ini sering disebut dengan perangkat cerdas atau *smart devices*. Perangkat cerdas ini diharapkan dapat membantu kerja manusia dalam menyelesaikan berbagai urusan atau tugas yang ada.

### 2.3 Telegram

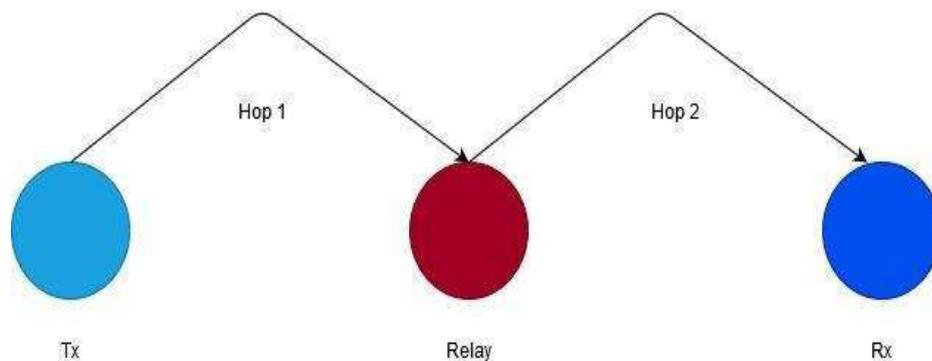


## Telegram

Telegram merupakan sebagai notifikasi alat yang digunakan sebagai pengirim data titik koordinat ketika kita menekan tombol *push button* maka akan di jadikan tampilan Peta

### 2.4 Multihop

*Multihop* merupakan komunikasi yang dapat digunakan untuk memperluas sebuah jaringan nirkabel agar efek buruk melemahnya sinyal yang dialami oleh saluran nirkabel tersebut dapat diatasi tanpa harus membutuhkan lebih banyak sumber daya jaringan sehingga komunikasi yang dilakukan dengan node lain yang berada diluar jangkauannya dapat dilakukan dengan baik



**Gambar 2.2 Komunikasi *Multihop***

(Sumber <https://ejournal.itenas.ac.id>)

## 2.5 Parameter-parameter LoRa

### 1 *Spreading Factor*

*Spreading factor* merupakan parameter penting yang memberikan fleksibilitas yang tinggi antara data rate dan sensitivitas, namun juga masih memberikan dimensi baru untuk beberapa akses. Beda halnya dengan jaringan *single-hop*, alokasi SF dalam jaringan LoRa multihop yang tidak sebatas mempengaruhi konetivitas jaringan tetapi juga mempengaruhi fleksibilitas *coverage*, *thruoghtput*, dan *latexy*. Selain itu, kapasitas pada masing-masing SF dalam jaringan satu hop hanya ditentukan oleh jumlah node dan data rate

### 2 Bandwidth

Bandwidth didefinisikan dengan lebarnya suatu frekuensi yang dipakai untuk memodulasi data. Nilai dari bandwidth juga bisa dilihat dari 2 faktor yakni lebar penggunaan frekuensi dari  $f_{min}$  dan  $f_{max}$ . Dan juga bandwidth dapat mempresentasikan nilai *chiprate* dari LoRa ini sendiri

### 3 Code Rate

Sebelum menggunakan nilai *Coding Rate* baiknya dilakukan pengaturan sesuai dengan kondisi kanal yang dipakai. Jika terjadi interferensi, maka nilai coding rate bisa digunakan. Namun sayangnya, kenaikan dari nilai coding rate juga padat menaikkan waktu dari trasnsisi. Pada implementasi modul LoRa ternyata juga menambahkan *forward error correction* (FEC), implementasi ini dilakukan dengan melakukan encode 4 bit data dengan redundansi menjadi 5 bit, 6 bit, 7 bit, ataupun hingga 8 bit. Penggunaan redundansi ini bertujuan agar sinyal LoRa lebih dapat tahan terhadap interferensi singkat.

### 2.6 LoRa RFM95 Module 915 MHz

Pemilihan modul LoRa RFM95 ini dikarenakan jarak jangkauan penyebaran spektrum *ultra long* dan memiliki interferensi yang tinggi untuk meminimalisir penggunaan daya. Sensivitas yang dicapai dapat berada pada nilai lebih dari -148 dBm. Dengan adanya sensitivitas yang tinggi ini membuat LoRa maksimal untuk digunakan pada apapun yang memerlukan jarak jangkauan yang jauh. Lora juga menyediakan kelebihan yang pesat dalam pemblokiran dan selektivitas atas teknik modulasi konvensional, memberikan solusi pada masalah jarak dan penggunaan energi.



**Gambar 2.3** LoRa RFM95 Module 915 MHz

(Data Pribadi)

Berikut merupakan spesifikasi yang dimiliki oleh RFM9x LoRa :

- 1 Tegangan Operasi: 3.3 V
- 2 Modem : LoRa

- 3 Frekuensi : 915 MHz Sensitifitas maksimum -148 dB
- 4 Output RD konstan 20 dBm – 100 mW
- 5 Power amplifier 14 dBm
- 6 Kecepatan data (bitrate) maksimum 300 kbps
- 7 Bullet-proof front end: IIP3 = -12.5 dBm
- 8 Minim interferensi jaringan
- 9 Modulasi: FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa dan OOK
- 10 127 dB Dynamic Range RSSI
- 11 RF Sense otomatis dan CAD dengan AFC super cepat

## 2.7 Parameter Performance Jarak Jangkauan LoRa

### 2.7.1 Received *Signal Strength Indicator*(RSSI)

RSSI merupakan salah satu parameter dalam menentukan kualitas kanal komunikasi. Pantulan, hamburan, dan penghalang fisik merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari RSSI yang terukur[25]. Hasil RSSI merupakan penentu seberapa kuat sinyal yang diterima suatu penerima sinyal pada suatu titik tertentu. RSSI didefinisikan sebagai rasio kuat sinyal yang diterima pada suatu titik tertentu dibandingkan terhadap kuat sinyal di suatu titik referensi. Sehingga secara matematis RSSI dapat dinyatakan melalui persamaan

Keterangan :

$TX\ Power =$  Daya pancar pada antena pengirim

$TX\ Gain =$  Gain pada antena pengirim

$RX\ Gain =$  Gain pada antena penerima

$d =$  Jarak antara pengirim dan penerima (km)

$f =$  frekuensi (MHz)

$K = 32.44$

Nilai RSSI Dengan rumus  $RSSI(dBm) = \frac{\text{Total RSSI yang dikirim}}{\text{Total RSSI yang diterima}}$

### 2.7.2 *Signal to Noise Ratio* (SNR)

SNR merupakan perbandingan antara sinyal informasi dengan derau yang terdapat pada sebuah media transmisi, semakin tinggi nilai SNR semakin baik kualitas sinyal informasi yang melewati media berikut rumus SNR yang digunakan.

Dengan rumus SNR (dBm) = 
$$\frac{\text{Total SNR yang dikirim}}{\text{Total SNR yang diterima}}$$

### 2.5.3 Packet Loss

Paket loss dapat diartikan juga dengan banyaknya paket yang tidak berhasil mencapai tempat tujuan. Paket yang tidak berhasil mencapai tempat tujuan ini nantinya tidak akan dikirim kembali atau hilang berikut rumus yang digunakan pada saat posisi *loss*

Dengan rumus = 
$$\frac{\text{Paket yang dikirim} - \text{Paket yang diterima}}{\text{Paket yang dikirim}}$$

### 2.5.4 Global Positioning System (GPS)

GPS singkatan dari *Global Positioning System*, merupakan sistem navigasi yang memanfaatkan teknologi satelit untuk dapat menerima sinyal dari satelit. Sistem navigasi secara global beroperasi secara penuh didunia yang dapat menentukan lokasi, kecepatan, arah, dan waktu adalah GPS

Secara Logik, GPS memiliki cara kerja sebagai berikut :

Menggunakan perhitungan "*triangulation*" dari satelit.

1. Untuk perhitungan "*triangulation*", GPS mengukur jarak menggunakan travel time sinyal radio.
2. Untuk mengukur *travel time*, GPS membutuhkan akurasi waktu yang tinggi.
3. Untuk perhitungan jarak, kita harus tahu dengan pasti posisi satelit dan ketinggian pada orbitnya.

4. Terakhir harus mengoreksi *delay* sinyal waktu perjalanan di atmosfer sampai diterima *receiver*.

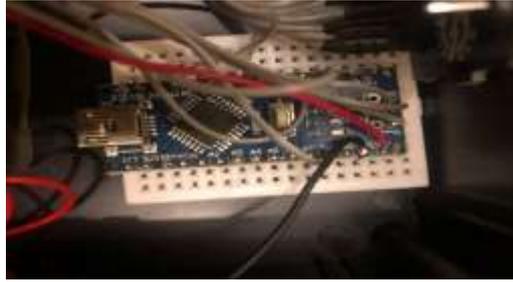
Apabila posisi pengguna telah ditentukan, maka selanjutnya GPS bisa menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah yang akan dituju, jalur, tujuan perjalanan, jarak tujuan, matahari terbit dan matahari terbenam dan lain-lain. Untuk menghitung nilai *Time of Arrival* (TOA) dapat menggunakan sinyal yang telah dikirim oleh satelit ke GPS. Selaras dengan prinsip fisika, bahwa untuk mengukur jarak dapat didapat dari waktu dikalikan dengan cepat rambat sinyal.

Dari beberapa pemakaian GPS di atas dikategorikan, ada 2 poin penting yang dalam hal ini sangat berkaitan dengan penelitian kali ini, yakni :

1. Lokasi. GPS memberikan informasi lokasi:
  - 1) Latitude
  - 2) Longitude
  - 3) Altitude Tracking.
2. Membantu untuk memonitoring pergerakan obyek. Membantu memetakan posisi tertentu, dan perhitungan jaringan terdekat

## **2.8 Arduino Uno**

Arduino merupakan platform elektronik *open source* berbasis perangkat keras dan lunak yang mudah digunakan. Papan Arduino dapat melakukan pembacaan input - menghidupkan sensor, menyentuh tombol, atau mengirim dan menerima pesan melalui Twitter - serta mengubahnya menjadi output - mengaktifkan motor, menghidupkan LED, memposting sesuatu yang online, mengirimkan satu set instruksi untuk mikrokontroler Arduino. Agar dapat melakukan semua hal di atas, digunakan bahasa pemrograman Arduino dengan perangkat lunak Arduino (IDE. Arduino Uno juga mempunyai tiga belas port digital



**Gambar 2.4** Arduino Uno

*(Sumber Data Pribadi)*

Karena arduino memiliki karakteristik yang mudah untuk dioperasikan, dengan harga yang terjangkau, dan ringkas jika digunakan dalam pembuatan alat elektronik maupun robotika menjadikan arduino pilihan yang tepat sebagai mikrokontroller yang digunakan pada penelitian kali ini. Selain karena hal di atas, pemilihan arduino juga karena menggunakan bahasa C dan dalam software yang ditulis dalam bahasa java yang sudah biasa digunakan oleh masyarakat .

### **2.9 Modul Gps Neo-6M**

Dengan Modul GPS Ublox neo-6m maka kita dapat mengetahui lokasi suatu tempat / koordinat dimana modul GPS itu berada, sehingga dengan modul tersebut kita dapat membuat berbagai macam alat yang memerlukan lokasi / titik koordinat. dari modul tersebut kita dapat mendapatkan titik garis lintang / *latitude* dan garis bujur / *longitude*.



**Gambar 2.5** Modul Gps neo6

*(Sumber Data Pribadi)*

Modul GPS ini sebenarnya bekerja dengan mencari tahu titik lokasi dengan bantuan sejumlah satelit pada waktu tertentu.

Satelit mengirimkan informasi tentang titik posisi dan waktu, dalam bentuk sinyal radio ke bumi. Sinyal ini mengidentifikasi satelit dan memberitahu penerima di mana posisi mereka berada.

Receiver kemudian menghitung seberapa jauh masing-masing satelit adalah dengan mencari tahu berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk sinyal tiba. Setelah memiliki informasi tentang seberapa jauh setidaknya tiga satelit dan di mana mereka berada di luar angkasa, itu dapat menunjukkan lokasi Anda

Spesifikasi dari modul ini :

- a. Penerima GPS mandiri
- b. Teknologi anti-jamming
- c. UART interface pada pin output (dapat menggunakan SPI, I2C dan USB dengan solder PIN ke inti chip)
- d. Di bawah 1 detik untuk time-to-first-fix dan aided starts
- e. Jenis Receiver : 50 saluran-frekuensi L1 GPS-SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN)
- f. Waktu-ke-pertama-memperbaiki: untuk dingin mulai 32S, untuk hangat mulai 23s, untuk Hot Start < 1S
- g. Laju pembaruan navigasi maksimum: 5 Hz
- h. Serial baud komunikasi default 9600bps
- i. EEPROM dengan baterai cadangan : EEPROM HK24C32 sebesar 4Kb
- j. Sensitivitas Antenna :-160dBm
- k. Tegangan suplai: 3.3v – 3.6 vdc
- l. Arus DC maksimum pada setiap output: 10mA
- m. Batas operasi: gravitasi-4g, ketinggian-50000m, kecepatan-500m/s
- n. Operasi kisaran suhu:-40 ° C sampai 85 ° c

## **2.10 Buzzer**

*Buzzer* merupakan salah satu komponen elektronika yang dapat menghasilkan suara dengan mengubah getaran terlebih dahulu lalu kemudian menjadi suara. Berikut merupakan cara kerja *buzzer* secara tidak langsung, pertama ada sebuah kumparan yang melekat di diafragma, lalu kumparan akan berubah

menjadi elektromagnet dikarenakan telah dilapisi dengan arus listrik. Yang kedua, diafragma akan melakukan gerakan maju mundur seperti adanya tarikan masuk dan keluar yang disebabkan oleh arah arus dan polaritas magnet yang nantinya akan membuat udara yang ada menjadi bergetar dan menimbulkan suara. *Buzzer* biasanya difungsikan untuk menunjukkan jika sebuah proses telah selesai atau adanya suatu kesalahan yang terjadi pada suatu komponen atau alat



**Gambar 2.6** *Buzzer*

(Sumber <https://telke.ee.uinsgd.ac.id>)

merupakan jenis *buzzer* dengan kaki sebagai penghubungnya. Selain kaki berbahan aluminium seperti di atas, bentuk lainnya adalah dengan menggunakan kabel sebagai media penghubungnya.

### **2.11** *Push button*

*Push button* merupakan salah satu komponen yang fungsinya digunakan untuk mengontrol kondisi suatu rangkaian apakah rangkaian tersebut dalam keadaan hidup(*on*) atau mati(*off*). *Push button* juga merupakan salah satu komponen elektronika yang sangat mudah untuk dapat kita jumpai di kehidupan sehari-hari. Pemanfaatan *push button* dalam kehidupan sehari-hari tidak terlepas karena *push button* ini mudah untuk difungsikan atau digunakan, cukup dengan menekan tombol maka perintah yang ingin kita lakukan dapat segera dijalankan



**Gambar 2.7** *Push button*

(Sumber <https://plc.kelistrikanku.com>)

*Push button* menganut prinsip kerja yang tidak lama atau sesaat. Penggambaran keadaan *On* atau *Off* pada *push button* juga bisa digambarkan dalam keadaan 0 dan 1. Dimana ketika *push button* berada dalam keadaan *on* maka *push button* dalam keadaan 1, begitu juga sebaliknya jika *push button* berada pada posisi *off*, maka *push button* berada dalam keadaan 0 atau dapat juga diartikan *push button* akan kembali seperti ke posisi semula.

## 2.12 Protokol Relay

Dalam jaringan kooperatif relay ada beberapa protocol relay yang digunakan diantaranya yaitu *Amplify-and-Forward* (AF), *Quantize-and-Forward* (QF), *Decode-and-Forward* (DF), dan protokol relay *Amplify-Quantize-and-Forward* (AQF) [1, 2, 3, 8, 9, 10, 12, 16].

### 1 *Amplify-and-Forward* (AF)

Protokol AF merupakan protokol yang melakukan penguatan pada sinyal terlebih dahulu sebelum di dikimkan ke tujuan. Sebelum mengirimkan sinyal, terlebih dahulu protokol AF akan melakukan pengukuran terhadap sinyal yang diterima oleh relay, jika memang didapat ada sinyal yang mengalami gangguan baik dalam *fading* maupun *noise* AWGN selama proses propagasi, maka sinyal tersebut akan dikuatkan terlebih dahulu sebelum selanjutnya akan dikirm ke tujuan.

### 2 *Fixed decode and forward* (DF) Relaying

Berbeda dengan protokol relay AF, pada protokol *Fixed decode and forward (DF)* sebelum melakukan proses transmisi ke node yang dituju, relay terlebih dahulu akan melakukan pemrosesan yang dapat berupa pemrosesan *decoding* atau *demodulation* dan *recoding* atau *modulation* terhadap sinyal yang diterima oleh node sumber

### 3 *Quantize-and-Forward (QF)*

Pada protokol QF ini terjadi sebuah proses kuantisasi pada sinyal informasi yang diterima dari sumber sebelum diteruskan ke tujuan. Sebelum sampai di tujuan, relay akan menerima terlebih dahulu sinyal informasi yang dikirim. Jika selama proses transmisi terdapat sinyal yang mengalami pengaruh fading dan noise maka relay akan melakukan proses kuantisasi.

### 4 *Amplify-Quantize-and-Forward (AQF)*

Protokol AQF dapat juga disebut dengan protokol lanjutan dari portokol QF karena pada protokol AQF terjadi prose penguatan sinyal yang sebelumnya telah dikuantisasikan oleh relay sebelum di transmisikan ke tujuan. Proses pentransmisian sinyal dilakukan secara *broadcast* pada tujuan relay-relay. Jika memang sinyal yang diterima relay terdapat pengaruh *fading* atau *noise* maka akan dilakukan proses kuantisasi dan penguatan sinyal sebelum nantinya akan di teruskan ke tujua