

BAB II

DASAR TEORI

2.1. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [5] yang berjudul “Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Tanah Longsor Menggunakan Transmisi LoRa” meneliti tentang penggunaan LoRa untuk mengirimkan notifikasi berupa peringatan akan adanya terjadinya tanah longsor di area pegunungan. Sistem ini digunakan untuk memberi peringatan pada warga sekitar area yang bertempat tinggal di pegunungan yang rawan bahaya tanah longsor. Pergerakan tanah dideteksi oleh adanya sensor berat, kemudian hasil *input* dari sensor gerak di proses oleh mikorkontroler kemudian pada lever berat tertentu akan diproses sebagai terjadinya tanha longsor yang kemudian akan mengaktifkan LoRa untuk mengirimkan sinya gelombang radio berisi notifikasi adanya tanah longsor sebagai peringatan dini. Penelitian ini yang akan menjadi acuan, yaitu mengenai persentasi keberhasilan data yang di diterima. Persentase keberhasilan data yang diterima akan mempengaruhi *throughput* . Persentase keberhasilan data yang dikirim. Pengujian dilakukan melalui 4 jarak, yaitu 150 m, 500 m, 600 m dan 700 m. Pada jarak 150 m memiliki tingkat keberhasilan data sebesar 73,3 %. Pada Pada jarak 500 m memiliki tingkat keberhasilan data sebesar 100 %. Pada jarak 600 m memiliki tingkat keberhasilan data sebesar 80 %. Pada jarak ini mengalami penurunan tingkat keberhasilan data yang sebelumnya apabila jarak bertambah jauh nilainya naik. Pada jarak 700 m tingkat keberhasilan yang sama yaitu 80%. Sehingga jarak yang paling ideal yaitu 500 m karena memiliki tingkat keberhasilan paling tinggi. [5]

Penelitian [6] yang berjudul " Rancang Bangun Alat *Emergency Call* Pada Pendakian Gunung Menggunakan Metode CSMA Untuk Jaringan Komunikasi *Multipoint To Point*“ meneliti tentang pendeteksi korban kecelakaan pendakian gunung dan melakukan proses pengiriman sinyal darurat dengan sistem *Multipoint to Point* pada sistem pendeteksi korban kecelakaan pendakian gunung. Metode penelitian diawali dengan rumusan masalah berdasarkan studi di lapangan, analisis kebutuhan komponen pembuatan hardware, programing dan pengujian sistem mulai dari pengujian GPS, rangkaian VOX, modem AFSK selanjutnya dilakukan

pengujian performansi dan fungsionalitas pada software *delphi*, dan mengukur jarak maksimal komunikasi sebanyak 5 kali percobaan agar didapatkan hasil yang akurat. Dari penelitian tersebut yang akan menjadi acuan pada skripsi ini, yaitu mengenai RSSI terhadap jarak dan *SpreadingFactor*. RSSI akan mempengaruhi seberapa besarnya *throughput*. Perubahan *SpreadingFactor* akan mempengaruhi RSSI. Pada penelitian tersebut, pengujian dilakukan melalui 6 jarak, yaitu 7 m, 22 m, 37 m, 56, 74 dan 150 m. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa *Spread Factor* 10 memiliki RSSI yang lebih kuat dengan jarak yang lebih jauh yaitu pada jarak 150 m. Sedangkan *Spread factor* 12 hanya sampai 74 m. Hal ini tentu bertentangan dengan tujuan penggunaan *Spread factor* 12. Beranjak dari penemuan tersebut, LoRa pada akomdar dikonfigurasi dengan *Spread Factor* 10. [6]

Penelitian [7] yang berjudul “Analisis Kinerja Protokol LoRaWAN untuk Transmisi Data pada Skenario Urban Area” yang bertujuan untuk transmisi data dengan skenario urban area kondisi Kota Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mensimulasikan protokol LoRaWAN di aplikasi Network Simulator 3 (NS-3) dengan mengubah parameter untuk mengetahui pengaruhnya terhadap jumlah *end device*, jarak radius *gateway*, dan periode pengiriman data terhadap parameter *Throughput* dan *packet loss*. Dari penelitian tersebut yang akan menjadi acuan pada skripsi ini, yaitu *Throughput*. Pengukuran *throughput* dilakukan berdasarkan jarak, jumlah *end device*, dan periode. Pada pengukuran berdasarkan jarak, nilai *throughput* bersifat konstan yaitu pada nilai 0,5 kbps. Pada pengukuran berdasarkan jumlah *end device* nilai *Throughput* naik dengan nilai tertinggi, yaitu 5 kbps. Pada pengukuran berdasarkan periode pengiriman data nilai *throughputnya* menurun seiring dengan besarnya nilai periode pengiriman. Dari hasil simulasi diketahui bahwa untuk pemakaian protokol LoRaWAN di urban area, semakin banyak *end device* yang dipakai maka semakin besar nilai *Throughput*. Selain itu, semakin luas area yang dibutuhkan maka *Throughput* yang didapat bernilai konstan. Kemudian, semakin besar periode pengiriman data maka semakin kecil nilai *Throughput* didapat.[7]

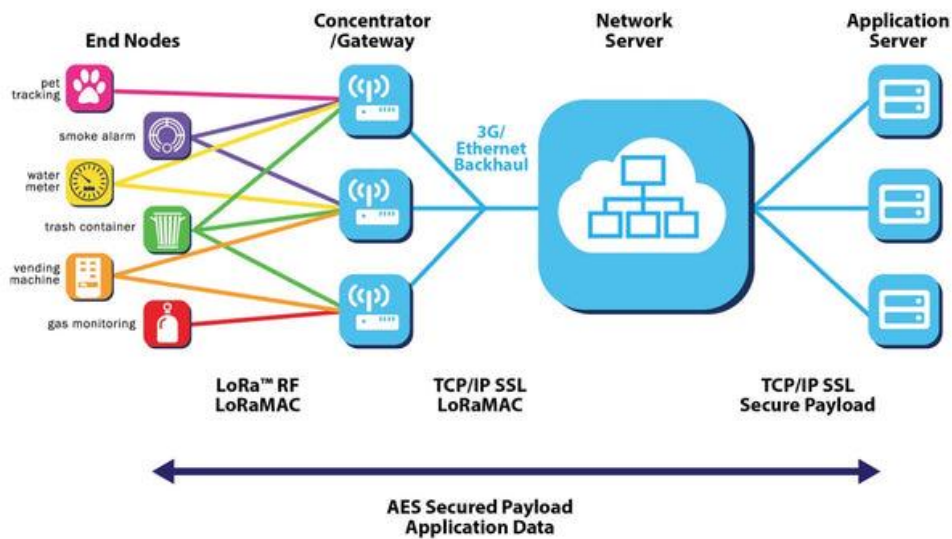
Penelitian [8] yang berjudul “Analisis Parameter LoRa Pada Lingkungan *Outdoor*” yang meneliti tentang performansi LoRa terbaik berdasarkan parameter SF, CR, BW yang menentukan hasil dari RSSI, SNR, PDR, ToA pada lingkungan

outdoor untuk adalah mengetahui karakteristik lingkungan *outdoor performa* LoRa yang digunakan untuk lokalisasi *node* pada sinyal, dan milis waktu paling optimal yang dapat digunakan pada transmisi data menggunakan LoRa. Tujuan penelitian ini adalah untuk parameter LoRa dan pengaruh perubahannya di lingkungan *outdoor* tersebut dengan melakukan pengujian area, yaitu LoS *Line of Sight* (LoS), *Non-Line of Sight* (N-LoS) dan mencari *Path Loss Exponent* (PLE) dalam menentukan karakteristik sinyal di lingkungan *outdoor*. Parameter yang diamati, yaitu parameter *Spreading Factor* (SF), *Code Rate* (CR), dan *Bandwidth* (BW), dimana perubahan nilai parameter akan mempengaruhi hasil dari parameter *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), *Signal to noise ratio* (SNR), *Packet Data Ratio* (PDR), *Time on Air* (ToA) pada lingkungan *outdoor*. Dari penelitian tersebut yang akan menjadi acuan pada skripsi ini, yaitu SNR dan RSSI. Hasil Pengujian untuk area LoS dengan konfigurasi parameter terbaik adalah BW=125 kHz, $CR = \frac{4}{7}$, dan SF=8 menghasilkan nilai rata-rata RSSI sebesar -85.18 dBm, SNR sebesar 11.18 dB. Sedangkan pengukuran area N-LoS dengan parameter terbaik adalah BW=125kHz, $CR = \frac{4}{6}$, dan SF=8 menghasilkan nilai rata-rata RSSI sebesar -88.69 dBm, SNR sebesar 11.1 dB. Selain itu, untuk hasil perhitungan PLE berdasarkan pengujian RSSI terhadap jarak untuk area LoS (*Line of Sight*) sebesar 3.24 sedangkan untuk -LoS sebesar 4.41. Nilai PLE (*Pathloss Exponent*) tersebut menunjukkan bahwa lingkungan (*Shadowed Urban Area*). [8]

2.2. DASAR TEORI

2.2.1. Long Range (LoRa)

Long Range (LoRa) adalah suatu jenis modulasi yang dibuat oleh *Semtech*. Modulasi ini dihasilkan dengan menggunakan modulasi sinyal *Frequency Modulation* (FM.) Proses ini akan menghasilkan nilai frekuensi yang stabil dengan menggunakan metode transmisi *Frequency Shift Keying* (FSK), *Phase Shift Keying* (PSK) dan lainnya. LoRa memiliki bermacam-macam frekuensi sesuai daerahnya. Di Eropa nilai frekuensi yang digunakan yaitu 868 MHz, di daerah Asia frekuensi yang digunakan yaitu 433 MHz, dan di Amerika Utara menggunakan frekuensi 915 MHz.



Gambar 2. 1 Komunikasi LoRa [9]

Teknologi LoRa menggunakan skema modulasi *Chirp Spread Spectrum* (CSS) dan gaussian *Frequency Shift Keying* (GFSK). LoRa memiliki beberapa parameter diantaranya yaitu SNR (*Signal to noise ratio*), RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), *Spreading Factor* (SF), *Bandwidth*(BW) *Code Rate*(CR), ToA (*Time on Air*), *Throughput*, dan Jarak jangkauan. [9].

- **Frequency Shift Keying (FSK)**

Frequency Shift Keying (FSK) merupakan modulasi digital yang paling umum dalam spektrum radio frekuensi tinggi. Frequency Shift Keying (FSK) adalah teknik modulasi digital dimana pulsa-pulsa biner diubah menjadi gelombang harmonis sinusoidal. Frekuensi mark dinyatakan dalam logic 1 dan frekuensi space dinyatakan dalam logic 0. [10]

- **Chirp Spread spectrum (CSS)**

Chirp Spread spectrum (CSS) merupakan teknik pengiriman sinyal informasi yang menggunakan suatu kode untuk menebarkan spektrum energi sinyal informasi dalam pita frekuensi yang jauh lebih besar dari spectrum minimal yang dibutuhkan untuk menyalurkan suatu informasi. Sistem komunikasi spread spectrum ini sangat berguna untuk menekan adanya gangguan karena data yang dikirimkan bersifat acak. Konsep ini didasarkan pada teori C.E Shannon untuk kapasitas saluran. [11]

- **Bandwidth (BW)**

Bandwidth merupakan lebar pita frekuensi, besarnya *Bandwidth* pada LoRa yaitu 125-, 250-, 500-kHz.

- **Spreading Factor (SF)**

Spreading Factor tidak terlepas dari dua hal yaitu banyaknya chip yang ada pada tiap simbol adalah 2^{SF} dan Banyaknya bit yang dapat di *encode* pada simbol adalah SF *Spreading Factor* (SF) adalah rasio antara symbol rate dan chip rate. SF yang lebih tinggi dapat meningkatkan nilai *signal to noise ratio* (SNR), sensitivitas, jangkauan, dan air time paket.

Spreading factor (at 125 kHz)	Bitrate	Range (indicative value, depending on propagation conditions)	Time on Air (ms) For 10 Bytes app payload
SF7	5470 bps	2 km	56 ms
SF8	3125 bps	4 km	100 ms
SF9	1760 bps	6 km	200 ms
SF10	980 bps	8 km	370 ms
SF11	440 bps	11 km	740 ms
SF12	290 bps	14 km	1400 ms

(with coding rate 4/5 ; bandwidth 125Khz ; Packet Error Rate (PER): 1%)

Gambar 2. 2 perbandingan antara SF7 hingga SF12

Nilai *Spreading Factor* memiliki rentang SF7 hingga SF12. Masing-masing nilai SF mempresentasikan chip yang dimodulasikan per simbol. Nilai SF menunjukkan seberapa banyak chip yang dipakai untuk merepresentasikan satu simbol. Semakin banyak chip yang digunakan untuk merepresentasikan satu simbol, maka semakin besar processing gain dari sistem receiver. Semakin besar nilai SF dan processing gain memungkinkan *receiver* untuk dapat menerima sinyal data yang memiliki SNR negative. SF menunjukkan banyaknya chip yang digunakan untuk merepresentasikan 1 simbol, dengan faktor eksponensial 2. Satu simbol dapat terdiri dari N chip. Dengan mengetahui terdapat N chip, maka dapat dihasilkan nilai simbol antara 0 sampai N-1, atau berarti 1 simbol dapat merepresentasikan SF bit.[12]

- **Received Signal Strength Indication (RSSI)**

RSSI merupakan teknologi yang digunakan untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diterima oleh sebuah perangkat wireless. Namun, pemetaan

langsung dari nilai RSSI yang berdasarkan jarak memiliki banyak keterbatasan, karena pada dasarnya, RSSI rentan terhadap noise, multi-path fading, gangguan, dan lain sebagainya yang mengakibatkan fluktuasi besar dalam kekuatan yang diterima. Daya yang diterima oleh antenna (P_r) ditempatkan pada jarak d dari antenna pemancar dengan jumlah yang diketahui ditransmisikan daya (P_t) dan diberikan oleh persamaan Friis berikut [13]:

$$P_r = P_t G_r G_t \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (2.1)$$

dimana G_t merupakan Gain dari antena pemancar dalam dBi, G_r adalah Gain dari antena penerima dalam dBi dan λ adalah panjang gelombang dalam meter. Kebalikan dari faktor yang berada dalam tanda kurung disebut sebagai *free space path loss*. Meskipun persamaan ini tidak dapat diterapkan di lingkungan indoor terrestrial biasa atau pada komunikasi RF *outdoor*, perlu diketahui bahwa kekuatan sinyal yang ditransmisikan dapat melemahkan sesuai dengan jarak. Cara yang lebih realistis untuk mengkorelasikan RSSI jarak adalah dengan menggunakan log jarak *path loss models* yang memprediksi pertemuan sinyal *path loss* dengan jarak dalam lingkungan indoor. Daya yang diterima dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut [13]:

$$Pr(d)(dBm) \sim N(\overline{Pr(d)}(dBm), \sigma^2 dB) \quad (2.2)$$

dimana $\overline{Pr(d)}$ adalah kekuatan sinyal dalam dBm terhadap referensi jarak n_p adalah *path loss* eksponen tergantung lingkungan media transmisi dan adalah variable random dengan distribusi normal dengan mean 0 dan standar deviasi. Secara realistis menyatakan bahwa model channel seperti log normal *shadowing* memberikan nilai RSSI terhadap jarak d dari pemancar yang diberikan pada persamaan berikut [13]:

$$\overline{Pr(d)}(dBm) = P_r(d_0)(dBm) - 10 n_p \text{Log}_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) + X_\sigma \quad (2.3)$$

dimana $P_r(d_0)$ adalah kekuatan sinyal dalam dBm terhadap referensi jarak n_p adalah *path loss* eksponen tergantung lingkungan media transmisi dan X_σ adalah variable random dengan distribusi normal dengan mean 0 dan standar deviasi. Secara realistis menyatakan bahwa model channel seperti *log normal shadowing* memberikan nilai RSSI terhadap jarak d dari pemancar yang diberikan pada persamaan berikut [13]:

$$RSSI(d) = P_t(d_0) - P_L(d_0) - 10 n_p \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) + X_\sigma \quad (2.4)$$

dimana P_t adalah daya transmisi $P_L(d_0)$ adalah *path loss* terhadap referensi jarak dan n_p adalah *path loss* eksponen tergantung lingkungan media transmisi. Variasi random terhadap RSSI dimodelkan sebagai variable random Gaussian dimana $X_\sigma = 0, \sigma^2$ Nilai dari n_p dan σ dapat diatur tergantung pada lingkungan propagasi [13].

- **Signal to noise ratio (SNR)**

Signal to noise ratio (SNR) adalah perbandingan antara daya sinyal sesuai harapan dengan daya derau (*noise*), dan secara luas digunakan sebagai standar ukuran kualitas sinyal untuk sistem komunikasi. Suatu sinyal informasi sebagai media komunikasi akan mengalami banyak gangguan oleh derau (*noise*), sehingga dapat merusak sinyal informasi itu. Sinyal yang mengalami gangguan ini mengalami penurunan kualitasnya. Kualitas sinyal ini dapat ditentukan nilai dari nilai SNR yang diukur dalam satuan desibel (dB). Nilai SNR dapat dihitung dengan persamaan berikut [14]:

$$SNR = 10 \text{ Log } \frac{S}{N} = \text{Signal power} - \text{noise power}$$

Estimasi SNR dapat dilakukan dengan berdasarkan statistik sinyal dengan menentukan koefisien dari spektrum sinyal dan energi sinyal. [14]

- **Delay**

Delay (Latency) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, *congesti* atau juga waktu proses yang lama *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama.

Delay dirumuskan sebagai berikut [15] :

$$\text{Delay} = \frac{\text{Ukuran data}}{\text{Data rate}} \quad (2.5)$$

- **Throughput**

Throughput adalah *Bandwidth* yang sesungguhnya yang diukur dengan satuan waktu pada kondisi jaringan tertentu yang digunakan untuk mentransfer file dengan ukuran bit yang ditentukan. Penggambaran *throughput* terlihat pada Gambar 2. 3



Gambar 2. 3 Throughput [16]

Contohnya *Bandwidth* nya sebesar 64 kbps, lalu mendownload file dengan ukuran 128 kb, maka file tersebut akan memakan waktu 2 detik, karena pada dasarnya bit yang akan menentukan lamanya waktu mendownload, dan sebagai ukuran kecepatan internet. Contoh lain, jika waktu yang dibutuhkan mendownload adalah 8 detik. Maka berdasarkan perhitungan dimana bandwidth dihasilkan dari pembagian antara ukuran file dengan waktu, sehingga $128\text{kb}/8 \text{ detik} = 16 \text{ kbps}$. Maka ukuran bandwidth tersebut adalah 16 kbps. *Throughput* dirumuskan sebagai berikut [16] :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu data diterima}} \times \text{Persentase} \quad (2.6)$$

Dimana persentase merupakan jumlah data yang berhasil di terima oleh receiver. Ketika adanya gangguan karena noise dan performa sinyal yang tidak mencukupi maka data yang akan gagal di terima. Jika banyak data yang gagal di terima oleh receiver maka *throughput* -nya semakin kecil.

Faktor yang Mempengaruhi Kinerja *Throughput*

Baik *Bandwidth* maupun *Throughput* pastinya tidak bisa menjalankan fungsi secara optimal apabila terjadi masalah. Dengan demikian, maka korbannya adalah user. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh :

1. Jenis data yang akan dikirim.
2. Berapa banyak pengguna dalam jaringan tersebut.
3. Spesifikasi dalam komputer atau pengguna.
4. Perangkat jaringan.
5. Spesifikasi yang dimiliki komputer server.
6. Induksi cuaca dan listrik.[17]

2.2.2. *Global Positioning System (GPS)*

GPS atau *Global Positioning System* adalah suatu sistem berfungsi untuk mendeteksi posisi dan lokasi koordinat objek atau seseorang dimana ia berada. Sistem tersebut diciptakan oleh Departemen Pertahanan Amerika yang awal mulanya digunakan untuk kepentingan militer. Terdapat sebanyak 24 Satelit GPS

yang mengorbit bumi. Dari 24 Satelit 3 diantaranya tidak aktif dan digunakan sebagai cadangan, sehingga hanya 21 satelit yang berfungsi. Satelit berperan dalam penerima dan penyimpanan data yang berasal dari stasiun pengendali, memancarkan dan mengirimkan sinyal ke penerima (*receiver*) serta menjaga informasi waktu yang memiliki ketelitian tinggi. Komunikasi satelite terdapat 2 segmen yaitu segmen penerima dan segmen bumi. Segmen penerima bertugas untuk menerima dan memproses data untuk menentukan posisi, arah, jarak dan waktu yang diperlukan oleh pengguna .Sedangkan segmen bumi bertugas untuk mengoperasikan satelit seperti mengendalikan satelit ,menentukan atau memprediksi orbit, mengirimkan informasi ke satelit, mencocokkan waktu antar satelit. [18]

2.2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler berasal dari kata “*microprocessor*” dan “*contoler*” yang berarti suatu prosesor yang dapat digunakan untuk mengontrol atau menggerakkan sebuah alat atau komponen lain pada preangkat elektronik. Mikrokontroler berbeda dengan mikroprosesor karena di dalam mikrokontroler juga berisi komponen pendukung sistem yakni memori dan antar muka I/O sedangkan didalam mikroprosesor hanya berisi CPU saja. Mikrokontroler berfungsi untuk mengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Selain itu mikrokontroler juga dapat menyimpan program did yang terdiri dari (*Central Processing Unit* (CPU), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Mikrokontroler memiliki RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga memiliki ukuran board yang kecil.

Mikrokontroler terdiri prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu dalam sistem kontrol sehingga mikrokontroler dapat dianggap sebagai komputer mini sesuai dengan kebutuhan sistem. Mikrokontroler mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler, yaitu membaca dan menulis data atau program yang dimasukkan. Kelebihan dari mikrokontroler adalah, sangat mudah dalam pengoperasian sistem karena penggerak pada mikrokontoler menggunakan bahasa pemograman assembly dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem [19]