

2. Studi Terkait Penelitian Terkait

Terdapat beberapa penelitian terkait tentang pengujian performansi komunikasi LoRa, dengan menggunakan beberapa topology seperti *mesh*, dan *star* terhadap parameter yang disediakan oleh LoRa. Penelitian yang berjudul A Study of LoRa Power and Wide Area Network Technology, Umber Noreen[1] menganalisis dampak penggunaan parameter LoRa yaitu Code Rate, *Spreading Factor*, *Bandwidth* terhadap data rate dan time on air. Menurut penelitian tersebut peningkatan nilai *Coding Rate* dan SF dapat mengurangi *efektifitas data rate* dan dapat meningkatkan *time on air* (waktu pengiriman) LoRa. Pada pengujian *Bandwidth*, menggunakan SF dan CR yang sama, memberikan hasil bahwa semakin tinggi *Bandwidth* dapat mengurangi time on air yang ada.

Adnan menuliskan penelitiannya yang berjudul *Forest Fire Detection using LoRa Wireless Mesh Topology* tentang penggunaan LoRa untuk deteksi kebakaran hutan, menurut penelitian ini penggunaan parameter yang terbaik adalah memakai BW 250, CR 4/5 dan SF 10 [2]. Pengujian dilakukan menggunakan topology mesh, dan memakai 4 *Node* sensor yang diletakan di hutan pada jarak berbeda, serta memiliki 3 mode pengaturan parameter. Mode1 menggunakan SF12, mode2 menggunakan SF10, dan mode3 menggunakan SF9 pada Bandwit dan CR yang sama yaitu BW250 dan CR4/5. Jarak pemasangan *Node* sensor yaitu berada 100m, 200m, 300m, 400m dan 500m dari gateway, jarak tersebut merupakan jarak terjauh yang dapat dicapai oleh penelitian ini dan berada pada wilayah Line of Sight (LoS). Selain itu hasil RSSI untuk mengirim data paling tidak -136dBm, jika level RSSI lebih rendah dari -136dBm maka data tidak akan diterima sama sekali. Penelitian ini menggunakan topology mesh sehingga setiap *Node* yang ada akan saling terhubung dan berkomunikasi.

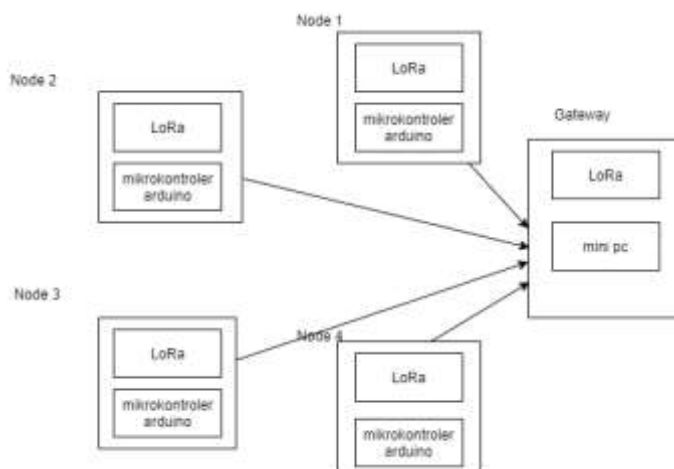
Berkaitan dengan topology, turmuzi dalam Analysis of *Spreading Factor* Variations on LoRa in Rural Area menjelaskan tentang penggunaan topology star pada penelitiannya[3]. Penelitian ini dilakukan pada area perbukitan yang memungkinkan memiliki banyak hambatan, dan menggunakan CR 4/5, serta semua konfigurasi SF untuk melihat efek terhadap jarak. Pengujian jarak LoRa yang dilakukan yaitu sebesar 100m, 240m, 530, 820 dan 980m. Setiap *Node* mengirim 100 paket data yang memiliki maksimal payload 90bytes. Data terkirim sampai pada jarak 980m di konfigurasi SF12 dengan PDR 12% dan PER 100%.

Pengujian parameter LoRa juga dilakukan oleh Martin Bor[4], eksperimen studi yang dilakukan melalui pengaturan parameter transmisi LoRa pada konsumsi energi dan keandalan komunikasi. Parameter yang digunakan pada penelitian yang dilakukan adalah *transmission power*, *carrier frequency*, *spreading factor* dan juga *bandwidth*. Penelitian ini menghasilkan 285 pengaturan yang mampu menggunakan 44% energi dari pada pengaturan optimal.

3. Sistem yang Dibangun

3.1 Pemodelan Sistem

Pada perancangan sistem ini, *Node* yang akan dipasang sebanyak 4 *Node* LoRa dan 1 *gateway* LoRa seperti pada gambar 4 yang menunjukan arsitektur sistem. Setiap *Node* terdapat mikrokontroler yang mengatur LoRa untuk mengirimkan data *Node* lain, dan juga gateway. Gateway memiliki LoRa dan mini PC yang berfungsi sebagai penerima data tanpa harus mengirimkan ke *Node* lagi, selain itu gateway dan penyimpan data, sehingga user dapat menganalisis data yang ada. Gambar 4 menunjukan perancangan sistem topology *star* yang akan dibuat. Data yang terkirim sebesar 90 bit.



Gambar 1 Arsitektur Sistem

Tabel 1 Device yang digunakan

Lokasi	Device	Jenis
Node	LoRa	Dragino LoRa Shield v95
	Mikrokontroler	Arduino Uno
Gateway	Mini Pc	Raspberry Pi 3 Model B
	LoRa	Dragino LoRa/GPS HAT

Device yang akan digunakan pada sistem ini ditunjukkan pada table 3. Setiap penambahan jangkauan wilayah terasering maka akan bertambah *Node* yang digunakan.

3.2 Alur Sistem



Gambar 2 Flow Chart Sistem

Gambar 5 merupakan flow chart yang digunakan system ini. Pertama, system akan melakukan inisiasi variable dan pustaka yang akan digunakan, lalu setiap *Node* akan dibedakan menggunakan ID *Node*. Setiap *Node* juga akan melakukan Ping pada gateway sehingga setiap *Node* dapat mengirimkan data ke gateway, jika gatewaynya terjangkau oleh *Node* tersebut. Data yang diterima oleh gateway maka akan disimpan oleh mini PC dalam bentuk excel. Data yang dikirimkan oleh *Node* berupa, *Nodeid*, RSSI, dan SNR.

3.3 Skenario Pengujian

Pengujian merupakan untuk mengetahui kualitas LoRa untuk berkomunikasi menggunakan topologi *star*. Setiap *Node* dipasang pada jarak tertentu pada ketinggian 1,5m. Pengujian ini dilakukan pada lapangan yang memiliki hambatan pohon dan dipisah dengan jalan raya, dimana daerah tersebut merupakan daerah kompleks yang luas seperti yang terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Penempatan *Node*

Jarak	Koordinat
0	-6.953829825474662, 107.628520315066
100	-6.954811907093333, 107.62840391973509
250	-6.956029246577868, 107.6281844745786
550	-6.9588878264812175, 107.62760851747905
820	-6.9611460922972554, 107.6271477517994
980	-6.962546783355571, 107.62671578397472

Tabel 2 Koordinat pemasangan *Node*

Pada table 2 merupakan koordinat dan jarak yang dipasang pada setiap *Node*. Untuk mengetahui kualitas jaringan LoRa, parameter yang akan dirubah untuk mengetahui perbandingan kualitas dari jaringan lora yaitu jarak, CR, serta SF. Untuk mengetahui nilai PDR, penulis melakukan pengujian selama 5 menit, waktu pengiriman setiap end *Node* 2 detik, untuk menghitung banyaknya packet yang diterima oleh gateway.

Pengujian LoRa yang dilakukan adalah menggunakan jarak terjauh yang dapat dijangkau oleh LoRa. *Node* akan dipasang pada jarak yang berbeda dari gateway dan juga pada ketinggian serta elevasi berbeda, pemasangan *Node* dapat dilihat dari Table 1. Pemasangan Gateway dilantai 3 yang memiliki ketinggian kurang lebih 8m. Parameter lainnya yang akan di uji adalah *Packet Error Rate* (PER) dan *Packet Delivery Rate* (PDR). Pada pengujian PER dan PDR ini. Konfigurasi pada LoRa juga ditentukan yaitu *Spreading Factor*. Pada gateway akan dimunculkan nilai RSSI (Received Signal Strength Indicator) dan SNR (Signal to noise Ratio). Nilai PDR dan PER dapat dihitung berdasarkan paket yang diterima oleh gateway.

$$(1) \text{ Packet Delivery Rate} = \frac{\sum \text{Jumlah paket yang diterima}}{\sum \text{Jumlah paket yang dikirim}}$$

Dimana PDR didapat dari jumlah paket yang diterima dibagi dengan jumlah paket yang di kirim, jumlah paket yang diterima adalah jumlah paket yang sampai oleh *gateway*, dan jumph paket yang dikirim adalah paket yang yang dikirim oleh *transmitter*.

$$(2) \text{ Packet Error Rate} = \frac{\sum \text{Jumlah Paket yang diterima dan error}}{\sum \text{Jumlah paket yang diterima}}$$

PER didapat dari jumlah paket yang diterima dalam keadaan error dibagi dengan jumlah paket yang diterima, dimana keduanya diterima oleh *gateway*