

## PENERAPAN METODE *RELAY NODE* MENGGUNAKAN KOMUNIKASI KOOPERATIF PADA WILAYAH YANG TIDAK TERJANGKAU SINYAL DI KAWASAN KANTOR BUPATI LOMBOK TIMUR

Wahyu Chandra Parhadi<sup>1</sup>, Muhamad Syamsu Iqbal<sup>2</sup>, Made Sutha Yadnya<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram

Email: [wahyyuc32@gmail.com](mailto:wahyyuc32@gmail.com), [msiqbal@unram.ac.id](mailto:msiqbal@unram.ac.id), [msyadnya@unram.ac.id](mailto:msyadnya@unram.ac.id)

**Abstrak**—Saat ini sistem komunikasi seluler di Indonesia telah memasuki era 4G LTE-Advanced (*Long Term Evolution-Advanced*) dan berkembang menuju era 5G. Berdasarkan hasil pemetaan *coverage area* BTS (*Base Transceiver Station*) untuk menuju *Smart City*, masih ditemukan wilayah yang mengalami *blankspot* sinyal di kawasan kantor Bupati Lombok Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan kualitas layanan jaringan internet 4G dengan menerapkan metode *Relay Node* dengan komunikasi kooperatif di wilayah terindikasi *blankspot* tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Relay Node* yang dilakukan dengan simulasi menggunakan *software* Matlab. Hasil penelitian ini ialah peningkatan nilai daya terima pengguna pada daerah tidak terjangkau sinyal yang hasilnya digambarkan dalam bentuk grafik dan tabel sehingga diketahui nilai kualitas sinyal yang di dapatkan setelah menggunakan metode *Relay Node*.

**Keywords:** 4G LTE, *Relay Node*, Komunikasi Kooperatif, *Smart City*.

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel semakin pesat. Hal ini disebabkan sistem komunikasi seluler lebih praktis dan efektif, Raziah (2017:1). Pemerintah dan para penyedia layanan internet (*provider*) juga sudah mulai bekerja sama dalam pemerataan layanan internet di berbagai daerah terkhususnya daerah kawasan kantor bupati lombok timur guna menunjang program *Smart City*.

Menurut Imansyah (2021:1) pemerataan sistem telekomunikasi merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan mutu layanan publik yang baik. Tahap awal yang perlu dilakukan dalam pemerataan sistem telekomunikasi yaitu dengan melakukan pemetaan *coverage area* BTS (*Base Transceiver Station*) guna untuk mengetahui wilayah mana saja yang masih merupakan *blankspot* area atau bebas jaringan seluler. *Base Transceiver Station* atau dikenal dengan istilah BTS merupakan bagian penting dalam jaringan telekomunikasi seluler karena BTS inilah yang akan menghubungkan jaringan suatu operator telekomunikasi seluler dengan pelanggannya. Gangguan pada sistem komunikasi nirkabel yang paling dominan adalah *multipath fading*, dari Su (2008:1). Menurut Prabowo (2014:2). *Multipath Fading* yaitu *fading* yang terjadi akibat propagasi *multipath*. Propagasi *multipath* adalah perambatan sinyal antara pemancar dan penerima melalui berbagai lintasan yang berbeda. Sinyal yang diterima oleh penerima merupakan jumlah superposisi dari keseluruhan sinyal (sinyal LOS dan sinyal hasil pemantulan) yang dipantulkan akibat banyak lintasan (*multipath*). Salah satu faktor penyebab *multipath fading* ini juga hujan, terdapat pada penelitian Yadnya (2017:1) tetesan hujan menyebabkan hamburan gelombang elektromagnetik terutama untuk gelombang milimeter. Model atenuasi tergantung pada *Drop Size Distribution* (DSD).

Adapun sebuah daerah yang tidak terjangkau oleh sinyal disebut dengan area *blankspot*, menurut Nugraha (2023:1) *Blankspot* adalah kondisi di mana suatu lokasi tidak tercakup oleh sinyal komunikasi. Baik untuk komunikasi analog seperti jaringan telepon atau komunikasi digital seperti jaringan internet. Dari Yazlin (2013:3) sistem komunikasi kooperatif diciptakan untuk mengurangi pengaruh *fading* pada kanal nirkabel, sehingga memperbaiki kinerja sistem. Pada sistem komunikasi kooperatif, sebuah sistem antena jamak dapat dibangun tanpa dibatasi oleh ukuran, konsumsi energi, dan biaya dari peralatan bergerak, sehingga sistem komunikasi kooperatif menjadi salah satu solusi untuk penghematan daya dengan kinerja sistem yang tetap tinggi, Nassarudin (2018:2).

Penerapan metode *Relay Node* ini di lakukan dalam simulasi pada *software* Matlab untuk mengetahui bagaimana perbedaan sinyal yang di terima pengguna sebelum dan sesudah menggunakan metode *Relay Node*.

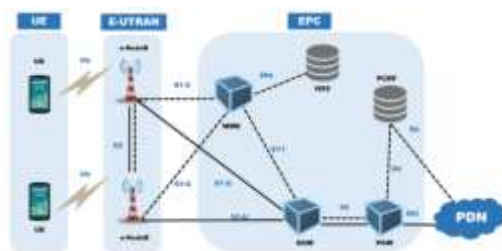
#### 1. LTE (*Long Term Evolution*)

LTE/LTE-advanced atau IMT-Advanced sebagai penyedia teknologi seluler telah meningkatkan kapasitas jaringan komunikasi nirkabel dengan meningkatnya permintaan akan layanan terintegrasi untuk mendukung konektivitas berkecepatan tinggi. 4G LTE ialah sistem berbasis IP terintegrasi penuh yang bisa memberikan kecepatan berkualitas tinggi serta keamanan tinggi 100 Mbps dan 1 Gbps baik di dalam maupun di luar ruangan. Setiap telepon 4G LTE mempunyai nomor IPv6 di luar kotak, dilengkapi agar komunikasi melalui panggilan Internet sesuai *Session Initiation Protocol* (SIP). Seluruh jenis transmisi radio didukung, mirip GSM, TDMA, EDGE, CDMA 2G, 2.5G, serta bisa dengan mudah diintegrasikan menggunakan radio yang bebas lisensi mirip IEEE 802.11 pada 2.4GHz serta 5-5.8GHz, *Bluetooth* dan seluler, Hardiyanto (2023:2).

Teknologi LTE memiliki arsitektur yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu:

1. *Base Station Subsystem* (BSS) atau yang biasa disebut dengan *Radio Subsystem* (RSS) yang terdiri dari MS, BTS, BSC, dan TRAU.
2. *Network Switching Subsystem* (NSS) yang terdiri dari MSC, HLR, VLR, AuC, dan EIR.
3. *Operation and Maintenance System* (OMS).





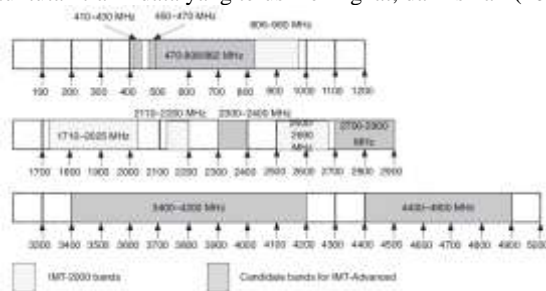
**Gambar. 1. Arsitektur LTE**  
 Sumber: Hardiyanto (2023:3)

Pada gambar 1 diatas merupakan kerangka arsitektur LTE yang mendukung mendukung integrasi berbagai teknologi dan teknik, termasuk penggunaan *Relay Node* dalam komunikasi kooperatif. *Relay Node* membantu mendukung tujuan utama LTE untuk menyediakan komunikasi nirkabel berkecepatan tinggi dan handal.

2. *3GPP LTE-Advanced*

Standar 3GPP *LTE* dikembangkan antara tahun 2004 dan 2009 dengan tujuan menyediakan teknologi akses radio dengan kecepatan data tinggi, latensi rendah, dan paket yang dioptimalkan mendukung penerapan *bandwidth* yang fleksibel. Secara paralel, jaringan baru arsitektur dirancang dengan tujuan mendukung lalu lintas *packet-switched* dengan mobilitas tanpa batas, kualitas layanan (QoS) dan latensi minimal.

Pada bulan April 2008, 3GPP memulai kegiatan standarisasi *LTE-Advanced* sebagai bagiannya dari Rilis 9. Standar *LTE* selesai pada tahun 2009 dan beberapa *LTE* komersial awal penerapan sudah dilakukan di AS, Jepang, dan Eropa untuk mengakomodasi tuntutan trafik data yang terus meningkat, dari Ismail (2012:1).



**Gambar. 2. Candidate Bands for the IMT-Advanced spectrum**  
 Sumber: Moon (2011:4)

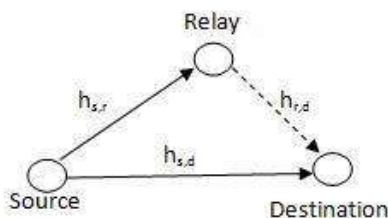
Gambar 2 diatas merupakan alokasi pita frekuensi yang memadai untuk teknologi *IMT-Advanced*, dimana pada penelitian ini menggunakan standar komunikasi 4G *LTE*. Adapun alokasi pita frekuensi ini sudah didukung oleh komunikasi kooperatif untuk memberikan layanan nirkabel yang lebih efisien, handal, dan berkapasitas tinggi terkhususnya dengan penggunaan metode *Relay Node*.

3. Komunikasi Kooperatif

Menurut Amir (2018:2) propagasi gelombang radio didefinisikan sebagai proses perambatan gelombang radio dari pemancar ke penerima. Gelombang ini akan merambat melalui udara bebas menuju antenna penerima dengan mengalami peredaman sepanjang lintasannya oleh factor jarak dan juga variasi statistic factor lingkungan.

Dalam komunikasi nirkabel kooperatif, dari jenis seluler atau *ad hoc*, di mana agen nirkabel, yang kita sebut pengguna, dapat meningkatkan kualitas layanan efektif mereka (diukur pada psyhical layer dengan tingkat *bit error*, *block error rates*, atau *outage probability*) melalui kerja sama. Dalam sistem komunikasi kooperatif, setiap pengguna nirkabel diasumsikan mengirimkan data serta bertindak sebagai agen kooperatif untuk pengguna lain.

Sistem komunikasi kooperatif adalah sistem yang memanfaatkan sumber daya yang ada pada node terdistribusi untuk meningkatkan kinerja jaringan nirkabel.



**Gambar. 3. Fase penerimaan pada komunikasi kooperatif**  
 Sumber: Pratama (2022:3)

Pada penerima akan terjadi dua fase penerimaan data dimana pada fase pertama *source(S)* akan mengirimkan sinyal informasi secara *broadcast* ke *Relay (R)* dan *Destination* dan pada fase kedua (R) mengirimkan sinyal informasi

yang merupakan hasil dari pengolahan sinyal dari *Source(S)* ke *destination* sehingga pada penerima akan dilakukan proses *combining*, Pratama (2022:3). Fase dalam gambar 3 akan digunakan sebagai acuan dalam penerapan metode *Relay Node* pada Penelitian ini.

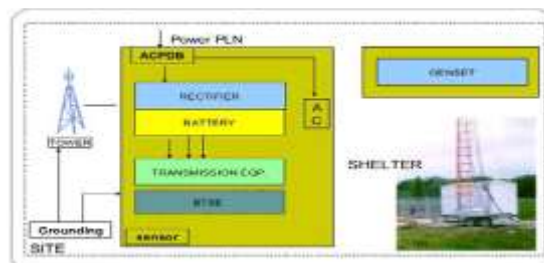
#### 4. *BTS (Base Transceiver Station)*

Amalin (2017:1) mengatakan bahwa dalam mendukung kegiatan berkomunikasi para operator terus membangun infrastruktur sebagai usaha *coverage area* pelayanannya semakin luas dan kualitasnya lebih baik. Salah satu infrastruktur yang terus menerus dibangun adalah *Base Transceiver Station (BTS)*. *Base Transceiver Station (BTS)* merupakan bagian penting dari jaringan telepon seluler, karena menghubungkan jaringan operator seluler dengan pelanggannya.

BTS terdiri dari tiga bagian utama: menara, *shelter*, dan *feeder*. Shelter BTS merupakan tempat penyimpanan peralatan komunikasi. BTS Shelter bertindak sebagai media penyimpanan perangkat yang terhubung ke perangkat pusat. Bagian shelter berisi berbagai komponen utama dan pendukung seperti penggabung, modul inti, catu daya, kipas angin, lampu, pintu shelter BTS dll, Siregar (2017:1).

Kekuatan sinyal yang didapatkan pada ponsel berbeda – beda hal ini tergantung pada:

- Jarak dari BTS ke ponsel.
- Material bangunan sebagai penghalang sinyal (beton, baja, dll).
- Halangan (Ruang tertutup).
- Cuaca buruk dapat menghalangi sinyal.
- Pengguna/ *user* yang banyak di sekitar.



**Gambar. 4. Base Transceiver Station Equipments layout**

Sumber: Siregar (2017:1)

*Relay Node* bekerja dengan cara meneruskan sinyal dari BTS utama untuk menjangkau *user* yang berada di daerah lemah sinyal, maka dari itu dengan mengetahui komponen BTS pada gambar 4 dapat diketahui parameter yang diperlukan untuk mensimulasikan sebuah antena *Relay Node* pada penelitian ini.

### METODE PENELITIAN

#### 1. Tahapan Penelitian

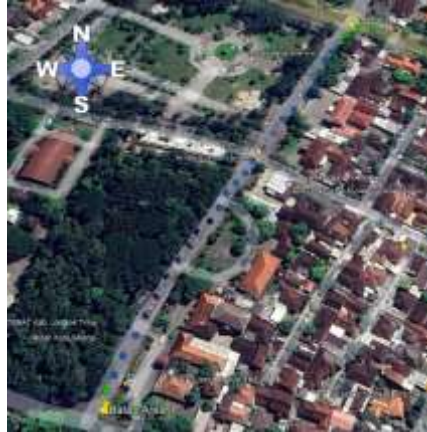
Alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada *flowchart* yang bertujuan untuk menciptakan hasil yang diinginkan.



**Gambar. 5. Flowchart Alur Penelitian**

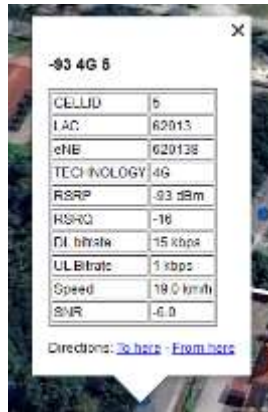
Pada gambar 5 merupakan sebuah *flowchart* untuk menggambarkan secara lebih sederhana langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini.

## 2. Lokasi dan Pengumpulan Data



**Gambar. 6 Rute Pengukuran**

Penelitian ini dilakukan pada area sekitar Kantor Bupati Lombok Timur yang dapat dilihat pada gambar 6, Prosedur pengambilan data menggunakan G-Nettrack Pro yaitu menggunakan *Smartphone* yang sudah terpasangkan SIM card provider Telkomsel dan XL Axiata kemudian *user* melakukan perpindahan dari titik satu ke titik lainnya.



**Gambar. 7. Rute Pengukuran**

Pada gambar 7 diatas beberapa informasi dapat diketahui dari hasil konversi aplikasi G-Net Track Pro menggunakan aplikasi Google Earth diantaranya CELLID, LAC, Enb, Jenis Teknologi, Nilai RSRP, Nilai RSRQ, *DL bitrate (Downlink bitrate)*, *UL bitrate (Uplink bitrate)*, Speed, dan SNR. Nilai dari *DL bitrate (Downlink bitrate)* ini menunjukkan jumlah *throughput* pada titik yang diamati, pada konversi ini satuan dari *DL bitrate (Downlink bitrate)* adalah *kilobit per second (kbps)*

## 3. Simulasi dan Skema Penelitian

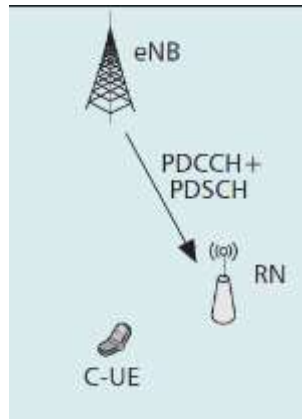
Menggunakan perangkat lunak simulasi yakni MATLAB untuk memodelkan jaringan seluler dengan komunikasi kooperatif di daerah yang tidak terjangkau sinyal. Simulasi dapat memberikan hasil dari kinerja jaringan dengan berbagai skenario dan parameter yang berbeda.

Keuntungan:

- Memungkinkan untuk mensimulasikan berbagai skenario komunikasi dan kondisi jaringan yang mungkin sulit diakses atau diuji di lapangan.
- Dapat menguji berbagai strategi atau teknik komunikasi kooperatif tanpa mengganggu jaringan yang ada.
- Memberikan fleksibilitas untuk menyesuaikan parameter dan kondisi simulasi sesuai kebutuhan penelitian.

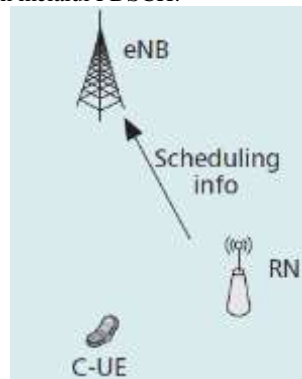
## 4. Metode *Relay Node*

Ada beberapa tahap penggunaan metode *Relay Node*:



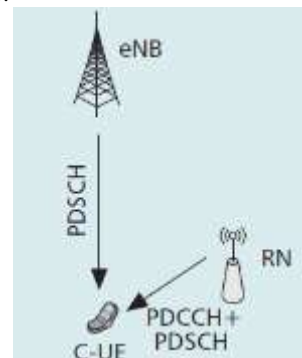
**Gambar. 8. Tahap 1 Relay Node**  
 Sumber: Li (2012:26)

Pada tahap pertama, eNB mengirimkan penjadwalan dan informasi data ke RN. Penjadwalan informasi dikirim melalui PDCCH dan data informasi dikirim melalui PDSCH.



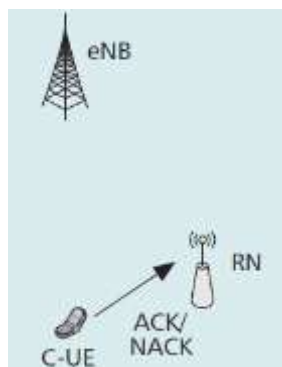
**Gambar. 9. Tahap 2 Relay Node**  
 Sumber: Li (2012:26)

Di tahap kedua, RN memutuskan UE perlu melakukannya dilayani secara kooperatif dengan eNB dan mengirim yang sesuai informasi penjadwalan ke Enb.



**Gambar. 10. Tahap 3 Relay Node**  
 Sumber: Li (2012:26)

Pada tahap ketiga, eNB dan RN mengirimkan data ke C-UEs sesuai jadwal yang ditentukan pada tahap kedua.



**Gambar. 11. Tahap 4 Relay Node**  
 Sumber: Li (2012:26)

Pada bingkai keempat, setiap C-UE mengirimkan ACK/NACK informasi kembali ke RN terkaitnya.

**HASIL PENELITIAN**

1. Pengukuran

Dari Satriadi (2023 :35) penentuan jarak antar titik pada saat melakukan pengukuran menggunakan perhitungan lambda yaitu :

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{1}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{2,1 \times 10^9} \tag{2}$$

$$\lambda = 0,14 \text{ Meter} \tag{3}$$

Dimana :

$\lambda$  : Panjang Gelombang

c : Kecepatan Cahaya

f : Frekuensi Jaringan 4G (2,1 GHz)

Setelah melakukan pengukuran didapatkan letak area yang memiliki sinyal yang lemah terletak di dekat taman kota Kantor Bupati Lombok Timur dengan koordinat Latitude : 8°39'2.30"S, Longitude : 116°31'51.34"E Hingga Latitude : 8°38'57.79"S, Longitude : 116°31'53.48"E.

**TABEL 1**  
 Standar Nilai RSRP LTE  
 Sumber: Yogi (2022:5)

Kategori	Range Nilai RSRP
Sangat baik	$(-80) \leq x \text{ dBm}$
Baik	$(-90)x \leq (-80) \text{ dBm}$
Normal	$(-100)x \leq (-90) \text{ dBm}$
Jelek	$(-120)x \leq (-100) \text{ dBm}$
Sangat jelek	$(<-120) x \text{ dBm}$

Tabel 1 diatas merupakan keterangan kualitas sinyal yang di dapatkan pada aplikasi Gnet Track Pro. Di dapatkan ada 180 data dari provider XL dan Telkomsel yang sudah di rata – ratakan pada tabel 2 berikut.

**TABEL 2**  
 Data RSRP Gnet Track Pro

Parameter yang diukur	Provider	
	XL	Telkomsel
Rata -rata (dBm)	-100,6	-98,4
Kategori	Jelek	Normal

Dapat dilihat pada tabel 2 diatas, data yang di dapatkan memiliki nilai RSRP dalam kategori Jelek untuk XL dan kategori normal untuk telkomsel. Penilaian tersebut berdasarkan Standar Nilai RSRP LTE pada tabel 1.

TABEL 3  
Kategori *Throughput*  
(Sumber : TIPHON ETSI : 1999)

Kategori	<i>Throughput (kbps)</i>	Indeks
Sangat bagus	> 1.200	4
Bagus	700 – 1.200	3
Sedang	338 – 700	2
Buruk	0 – 338	1

Tabel 3 diatas merupakan keterangan kategori *throughput* menurut standa TIPHON. Di dapatkan ada 180 data nilai *throughput* dari provider XL dan Telkomsel yang sudah di rata – ratakan pada tabel 4 berikut.

TABEL 4  
Data *Throughput* Gnet Track Pro

Parameter yang diukur	Provider	
	XL	Telkomsel
Rata -rata (kbps)	239	365
Standar TIPHON	Buruk	Sedang
Indeks	1	2

Dapat dilihat pada tabel 4 diatas, data yang di dapatkan memiliki nilai *Throughput* dalam kategori Buruk untuk XL dan kategori Sedang untuk telkomsel. Penilaian tersebut berdasarkan Kategori Throuhput pada tabel 3.

## 2. Survey Pelanggan

Selain melakukan pengukuran menggunakan Gnet Track Pro, sekitar rute pengukuran pada gambar 5 juga di lakukan wawancara terhadap sejumlah pengguna provider XL dan telkomsel. Didapatkan hasil wawancara dari pengguna provider XL dan provider Telkomsel dengan total sejumlah 28 orang di wawancara untuk menilai pengalamannya menggunakan masing – masing provider tersebut di sekitar rute pengukuran :

TABEL 5  
Data Pengalaman Pelanggan Provider XL dan Telkomsel

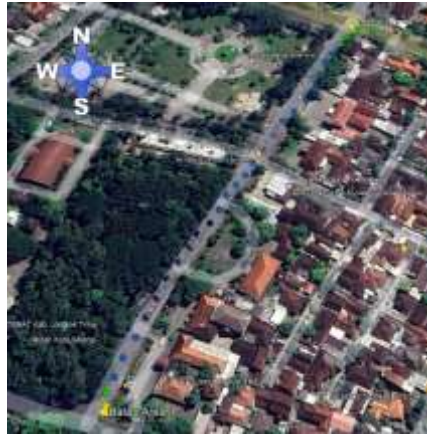
keterangan	Provider	
	XL	Telkomsel
Sangat baik	0	0
Baik	2	3
Cukup	6	5
Jelek	4	5
Sangat Jelek	2	1

Berdasarkan Tabel 5 diatas, dapat dikatakan bahwa pelanggan di sekitar rute pengukuran juga mengklaim rata – rata kualitas sinyal yang di dapatkan paling banyak memilih kategori cukup dan buruk pada provider XL maupun Telkomsel.

## 3. Jarak BTS terdekat

Sebelum mensimulasikan metode *Relay Node*, perlu diketahui batas – batas daerah serta posisi penempatan node yang baik. Pemasangan node dipilih sinyal yang terkuat dengan areal jangkauan sesuai kebutuhan penerapan metode sigmentasi daerah cakupan.





**Gambar. 12. Area pengukuran**

Diketahui area pengukuran pada gambar 12 diukur daerah di sekitar taman kota yang bersebelahan dengan pemukiman masyarakat, dapat dilihat pada gambar diatas terdapat jalur pengukuran sepanjang berjarak dari BTS terdekat 350 meter, dengan dilayani oleh cell id terbaik.



**Gambar. 13. Lokasi bts telkomsel ke area pengukuran**

Pada Gambar 13 dilakukan sigmentasi wilayah untuk koverage sinyal dengan ditarik garis putih yang merupakan jarak BTS Telkomsel ke area pengukuran sebesar 1,1 KM. Lemahnya sinyal di area ini disebabkan oleh terbatasnya cakupan BTS serta *fading* yang di sebabkan oleh kondisi geografis daerah tersebut.



**Gambar. 14. Lokasi BTS XL ke area pengukuran**

Sedangkan pada gambar 14 diatas di tarik garis biru yang merupakan jarak BTS XL ke area pengukuran sebesar 600 meter. Pada jarak ini seharusnya BTS XL mampu mengcover area pengukuran tersebut, namun setelah dilakukan pengukuran didapatkan bahwa area tersebut termasuk dalam kategori buruk



#### 4. Relay Node

Setelah mengetahui lokasi dan faktor yang menyebabkan buruknya kualitas sinyal tahap selanjutnya yakni menempatkan posisi node yang baik.



**Gambar. 15. Lokasi Penempatan Node provider XL**

Pemilihan pemasangan node dari gambar 13 dan 14 direalisasi pada gambar 15 sesuai dengan perhitungan dan tata posisi lokasi penempatan *Relay Node* didasarkan pada kekuatan level sinyal yang stabil pada daerah tersebut dan berada di posisi lebih dekat dengan BTS masing – masing provider jaringan. Dalam gambar 15 posisi *Relay Node* terletak sejauh 500 meter dari BTS XL dan 200 meter dari BTS Telkomsel sehingga pada daerah 50 meter dari titik yang mempunyai kondisi lemah sinyal. Dalam gambar 15 juga di tunjukkan bahwa *Relay Node* dapat mencakup radius 100 meter.



**Gambar. 16. Lokasi penempatan node provider telkomsel**

Dalam gambar 16 diatas posisi *Relay Node* terletak sejauh 900meter dari BTS Telkomsel dan 150meter dari titik pengukuran. Dalam gambar juga di tunjukkan bahwa *Relay Node* dapat mencakup radius 100meter. Adapun spesifikasi yang digunakan oleh kedua *Relay Node* yakni pada tabel 6 sebagai berikut.

**TABEL 6**  
Parameter *Relay Node*  
Parameter

Daya Transmisi	30 dBm
Frequency	2100 MHz
Ketinggian gedung + Tx	80meter
Ketinggian Rx	1,5meter
Pathloss	Cost231-hatta (Urban)

Pada tabel 6 terdapat parameter antenna dari *Relay Node* yang di asumsikan dapat mencakup radius 100 meter sehingga daerah yang tidak terjangkau sinyal atau sinyalnya lemah bisa mendapat kualitas sinyal yang lebih bagus.

Berikut perhitungan daya terima sinyal dari *Relay Node* dalam radius 100 meter.

$$PL = 46.3 + 33.9 \log_{10}(f) - 13.82 \log_{10}(h_{tx}) - a(h_{rx}) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_{tx})) \log_{10}(d) + C \quad (4)$$

Dimana:

- f = frekuensi (MHz)
- $h_{tx}$  = ketinggian antenna pemancar (meter)
- $h_{rx}$  = ketinggian antenna penerima (meter)
- d = jarak (Km)
- $a(h_{rx})$  = koreksi faktor ketinggian antenna penerima
- C = konstanta daerah urban (3dB)

Rumus pathloss didapatkan dari Amir (2024:2)

Hitung  $a(h_{rx})$  untuk area *Urban* :

$$a(h_{rx}) = (1.1 \log_{10}(f) - 0.7)h_{rx} - (1.56 \log_{10}(f) - 0.8) \quad (5)$$

$$a(h_{rx}) = (1.1 \times 3.322 - 0.7)h_{rx} - (1.56 \times 3.322 - 0.8) \quad (6)$$

$$a(h_{rx}) = 0.05198 \quad (7)$$

Substitusi Nilai:

$$PL = 46.3 + 33.9 \log_{10}(2100) - 13.82 \log_{10}(80) - a(h_{rx}) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(80)) \log_{10}(0.1) + C \quad (8)$$

$$PL = 46.3 + 33.9 \times 3.322 - 13.82 \times 1.903 - 0.05198 + (44.9 - 6.55 \times 1.903) \times (-1) + 3 \quad (9)$$

$$PL = 114.10049 \quad (10)$$

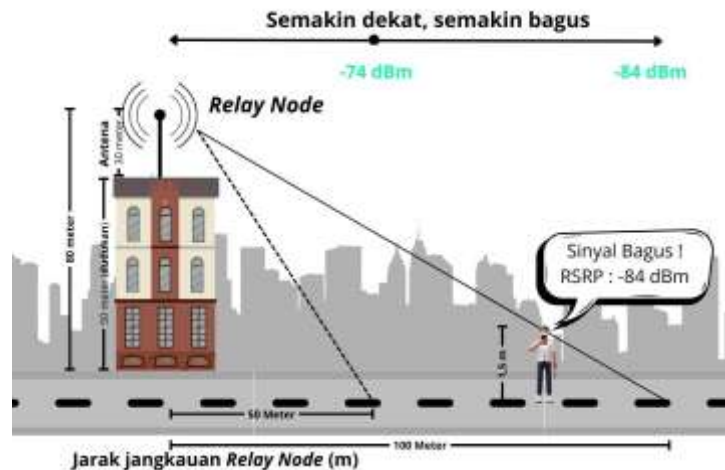
Hitung Daya Terima :

$$RSS = P_{tx} - Pathloss \quad (11)$$

$$RSS = 30 - 114.10049 \quad (12)$$

$$RSS = -84.10049 \text{ dBm} \quad (13)$$

Jadi daya terima pada jarak 100 meter dari *Relay Node* dengan spesifikasi pada tabel 6 adalah sekitar -84 dBm dimana nilai tersebut dalam kategori baik sesuai tabel 1 standar nilai RSRP. Perhitungan daya terima berikutnya menggunakan metode yang sama dan akan di visualisasikan pada gambar 18 berikut.



Gambar. 17 Gambaran jangkauan *Relay Node*

Pada gambar 17 untuk cakupan area terbaik yang masih bisa terlayani dengan baik dari daerah *Relay Node* pada radius 100 meter berdasarkan spesifikasi antenna pada tabel 6 dengan perhitungan nilai yang daya terima yang di dapatkan sebelumnya.

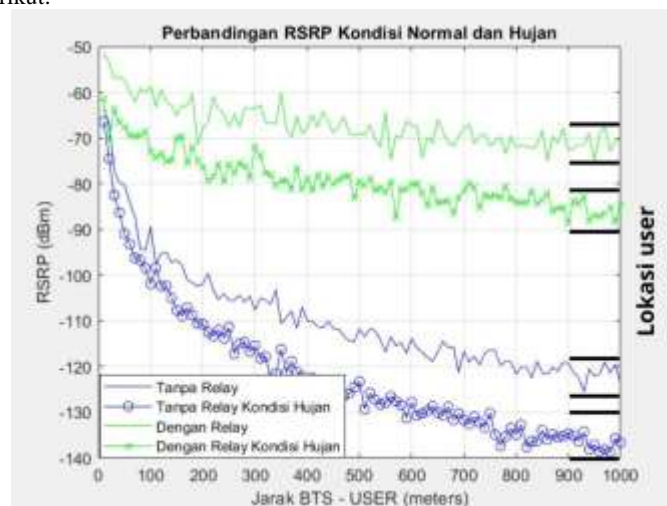
## 5. Simulasi Matlab

Tahap selanjutnya melakukan simulasi terhadap lokasi yang sudah di tetapkan yaitu area taman kota. Adapun Parameter yang kita gunakan dalam simulasi ini sebagai berikut.

TABEL 7  
Parameter Simulasi Matlab  
Parameter

Daya BTS	30 dBm
Jarak BTS - User	1.1 KM
Jarak BTS - Relay Node	900meter
Jarak Relay Node - user	100meter
Frequency	2100 MHz
Ketinggian Tx	130meter
Ketinggian Rx / user	1,5meter
Pathloss	Cost231-hatta (urban)
Fading	Rayleigh

Dari parameter simulasi pada tabel 7 diatas didapatkan plot dari daya terima sinyal terhadap jarak pengguna, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar.18 Nilai RSRP kondisi normal dan hujan

Pada gambar 18 hasil dari simulasi pada MatLab menunjukkan grafik perbandingan RSRP (*Reference Signal Received Power*) dalam kondisi normal dan hujan dengan dan tanpa menggunakan *Relay*, terhadap jarak antara BTS dan pengguna. Kondisi hujan menyebabkan redaman hujan sehingga mengurangi sinyal yang dikirimkan dalam komunikasi seluler dari Yadnya (2018:1), maka dari itu perlu di tambahkan skenario dalam kondisi hujan. Sumbu Y (RSRP dalam dBm) RSRP adalah ukuran dari kekuatan sinyal yang diterima. Nilai dBm yang lebih rendah menunjukkan kekuatan sinyal yang lebih lemah. Sumbu X (Jarak BTS - USER dalam meter) merupakan Jarak dari BTS ke pengguna diukur dalam meter, mulai dari 0 hingga 1000 meter yakni tempat *user* berada.

Garis Biru Tanpa *Relay* (Kondisi Normal) pada gambar 18 Menunjukkan RSRP tanpa penggunaan *Relay* dalam kondisi normal. Terlihat bahwa sinyal menurun seiring peningkatan jarak. Pada jarak 900 - 1000 meter RSRP sekitar -120 hingga -125 dBm sinyal sangat lemah dan termasuk kategori sangat jelek berdasarkan tabel 1.

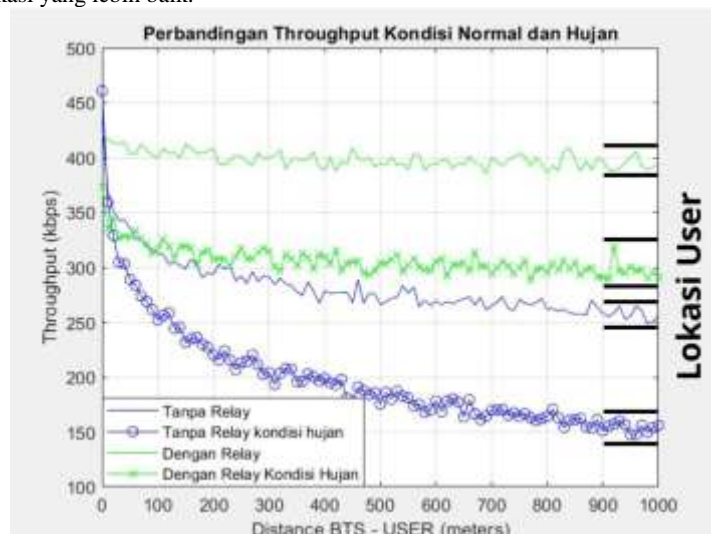
Garis Biru dengan Lingkaran Tanpa *Relay* (kondisi Hujan) pada gambar 18 Menunjukkan RSRP tanpa penggunaan *Relay* dalam kondisi hujan. Hujan dalam intensitas 50mm/h (hujan lebat) menurunkan kualitas sinyal lebih lanjut dibandingkan kondisi normal. RSRP yang didapatkan sekitar -130 hingga -135 dBm. Sinyal sangat lemah dan termasuk dalam kategori sangat jelek berdasarkan tabel 1.

Garis Hijau Dengan *Relay* (Kondisi Normal) pada gambar 18 menunjukkan RSRP dengan penggunaan *Relay* dalam kondisi normal. *Relay* membantu mempertahankan kekuatan sinyal pada jarak yang lebih jauh sehingga RSRP yang didapat sekitar -70 hingga -80 dBm. *Relay* membantu mempertahankan sinyal yang kuat dan termasuk dalam kategori baik berdasarkan tabel 1 bahkan pada jarak yang jauh yaitu 900 – 1000 meter.

Garis Hijau dengan Dengan *Relay* (Kondisi Hujan) pada gambar 18 menunjukkan RSRP dengan penggunaan *Relay* dalam kondisi hujan. Meskipun hujan dengan intensitas 50mm/h mempengaruhi sinyal, penggunaan *Relay* tetap membantu mempertahankan sinyal yang lebih baik dibandingkan tanpa *Relay*. RSRP sekitar -85 hingga -95 dBm nilai tersebut masuk dalam kategori normal. Meskipun ada penurunan karena hujan, *Relay* tetap membantu menjaga sinyal lebih baik daripada tanpa *Relay*.

Menurut Yadnya (2023:1) redaman hujan adalah salah satu masalah utama dalam komunikasi nirkabel di atas 10 GHz di daerah tropis, termasuk jaringan akses radio yang melibatkan banyak tautan dengan *Coordinate Multi-*

*Point (CoMP)*. Penggunaan *Relay* dalam jaringan komunikasi memberikan peningkatan kualitas sinyal yang di terima *user* terutama pada jarak yang jauh dan dalam kondisi cuaca buruk. *Relay* dapat meningkatkan kekuatan sinyal dan memastikan komunikasi yang lebih baik.



**Gambar. 19** Nilai RSRP kondisi normal dan hujan

Pada Gambar 19 Hasil simulasi dengan MatLab menunjukkan grafik perbandingan *throughput* (kecepatan data yang berhasil dikirim dan diterima) dalam kilobit per detik (kbps) pada berbagai jarak antara BTS dan pengguna (*USER*) dalam kondisi normal dan hujan. Sumbu X (Horizontal) Menunjukkan jarak antara BTS dan pengguna dalam meter, mulai dari 0 hingga 1000 meter. Sumbu Y (Vertikal) Menunjukkan *throughput* dalam kbps, mulai dari 100 hingga 500 kbps.

Garis biru tanpa *Relay* (Kondisi Normal) pada gambar 19 menunjukkan *throughput* tanpa penggunaan *Relay* dalam kondisi normal. Nilai *Throughput* turun secara bertahap seiring meningkatnya jarak hingga mencapai sekitar 250 kbps pada jarak 1000 meter, nilai tersebut kurang lebih sama halnya dengan yang didapatkan pada tabel 4.

Garis biru dengan lingkaran (kondisi hujan) pada gambar 19 menunjukkan *throughput* tanpa penggunaan *Relay* dalam kondisi hujan. *Throughput* turun lebih drastis dibandingkan kondisi normal, mencapai sekitar 150 kbps pada jarak 1000 meter. Ini menunjukkan bahwa hujan memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas sinyal dan *throughput* yang di dapatkan *user*.

Garis hijau dengan *Relay* (kondisi normal) pada gambar 19 menunjukkan *throughput* dengan penggunaan *Relay* dalam kondisi normal. Dibandingkan dengan tanpa *Relay* nilai *throughput* yang di dapatkan lebih bagus sekitar 415 kbps pada jarak 1000 meter.

Garis hijau dengan tanda silang (kondisi hujan) pada gambar 19 menunjukkan *throughput* dengan penggunaan *Relay* dalam kondisi hujan. *Throughput* yang didapatkan lebih bagus dibandingkan tanpa *Relay* dalam kondisi normal yakni sekitar 340 kbps hingga jarak 1000 meter. hal ini membuktikan penggunaan *Relay* membantu mempertahankan kualitas sinyal meskipun jarak bertambah.

Penggunaan *Relay* meningkatkan *throughput* secara signifikan baik dalam kondisi normal maupun hujan. Hujan memiliki dampak yang jelas terhadap *throughput* tanpa penggunaan *Relay*, dengan penggunaan *Relay* *throughput* menjadi lebih stabil dan kurang terpengaruh oleh kondisi hujan. Penggunaan *Relay* sangat efektif dalam menjaga kualitas layanan komunikasi, terutama dalam kondisi cuaca yang buruk seperti hujan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil pengujian dan analisis metode *Relay Node* menggunakan simulasi pada *software* MatLab yang telah disajikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Dari gambar 18 diketahui bahwa kemampuan antenna *Relay Node* mampu menjangkau dengan baik *user* yang berada pada radius 100 meter dengan perolehan nilai RSRP di angka -84 dBm yang masuk dalam kategori baik berdasarkan tabel 1.

Simulasi pada *software* Matlab dengan metode *Relay Node* menghasilkan RSRP dari dua kondisi yakni: normal dan kondisi hujan. Pada kondisi normal metode *Relay Node* mampu menjangkau area lemah sinyal dengan nilai RSRP antara -70 dBm hingga -80 dBm yang termasuk dalam kategori “baik”. Selain itu, pada kondisi hujan dengan intensitas 50 mm/h nilai RSRP mengalami penurunan di angka -85 dBm hingga -95 dBm dan masih berada dalam kategori “normal”.

*Throughput* yang memenuhi standar sesuai dengan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 19/PER/M.KOMINFO/12/2010 dengan standar *throughput* sebesar 256 kbps dan sesuai standar TIPHON. Penerapan metode *Relay Node* membuat nilai *throughput* di kawasan Kantor Bupati Lombok Timur meningkat hingga 415 kbps. Adapun dalam kondisi hujan mengalami penurunan di angka 340 kbps dan keduanya masuk dalam kategori “Sedang”

dengan indeks masing-masing 2 menurut standar TIPHON. Dengan nilai tersebut Kawasan sekitar Kantor Bupati Lombok Timur sudah layak untuk menunjang program *Smart City*.

Guna mengimplementasikan metode *Relay Node* perlu di perhatikan untuk parameter – parameter yang di butuhkan seperti yang terdata pada tabel 6 dan tabel 7 merupakan parameter yang di perlukan untuk membangun sebuah antena *Relay Node* dan mengaplikasikannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amalin, R. E., & Handayani, K. D. M. E. 2017. Kriteria Lokasi Pembangunan Tower BTS (Base Transceiver System) di Kota Kediri. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), C67-C70.
- Amir, D., & Razi, F. 2018. Analisa Propagasi Gelombang Radio Broadcast Terhadap Variasi Statistik Faktor Lingkungan. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 2, No. 1).
- Amir, D., & Saini, H. (2024). Analisa Perhitungan Pathloss Propagasi Gelombang Radio Outdoor Menggunakan Model Hata dan Model Cost 231 Pada Jaringan 3G Telkomsel Lhokseumawe. *Journal Serambi Engineering*, 9(2).
- Hardiyanto, A., & Saputra, M. E. Y. 2023. Analisis Quality of Service Layanan Jaringan 4g pada Area Urban dan Rural. *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(4), 80-90.
- Imansyah, F., & Marpaung, J. 2021. Pemetaan Coverage Area Bts (Base Transceiver Station) di Kecamatan Teluk Keramat Kabupaten Sambas Menggunakan Software Qgis (Quantum Geographic Information System). *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 9(2).
- Ismail, M. T., Ismail, M., Nordin, R., & Miyim, A. 2012. Fair Channel Allocation Techniques for Clustered Cooperative Communication In LTE/LTE Advanced. In *2012 International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCCE)* (pp. 195-199). IEEE.
- Li, Q., Hu, R. Q., Qian, Y., & Wu, G. 2012. Cooperative Communications for Wireless Networks: Techniques and Applications In LTE-Advanced Systems. *IEEE Wireless Communications*, 19(2), 22-29.
- Moon, H., Clerckx, B., & Khan, F. 2011. Cooperative communications in 3GPP LTE-Advanced standard. *Cooperative Cellular Wireless Networks*, 425.
- Nasaruddin, N., Rahmadi, D., & Muharrar, R. 2018. Penghematan Daya pada Sistem Komunikasi Kooperatif Two-Way dengan Pengaturan Rasio Data Rate. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 7(2), 190-196.
- Nugraha, M. C., & Harefa, K. 2023. Rancang Bangun Jaringan Internet di Daerah Blankspot dengan Memanfaatkan BTS Seluler Menggunakan Routerboard LTE Untuk Pelaksanaan Asessmen Nasional SMPN 6 Satu Atap Cimarga. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 2(01), 291-302.
- Prabowo, W. (2014). *Pengaruh Multipath Fading Terhadap Performansi Pada Downlink Jaringan CDMA2000 1x Ev-DoRevision A* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).2013
- Pratama, G. E. W. 2022. Implementasi Sistem Komunikasi Kooperatif OFDM pada Wireless Open Access Research Platform. *AL JAZARI: JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 2(2).
- Raziah, I., & Irhamsyah, M. 2017. Kinerja Outage Probability pada Komunikasi Kooperatif Device to Device untuk Kanal Rayleigh. In *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro* (Vol. 167, No. 171, pp. 2088-9984).
- Satriadi, Rizki Febria. 2023. Analisis Perbandingan *Throughput* Hasil Pengukuran Aplikasi Drive Test di Jaringan LTE Guna Menunjang Kelayakan Program *Smart City* di Kawasan Kantor Bupati Lombok Timur. Tugas Akhir. Mataram: Universitas Mataram
- Siregar, M. I. S. 2017. Perancangan Peralatan Sistem Keamanan Elektronik Di Shelter BTS Secara Real Time Melalui SMS Berbasis Mikrokontroler Atmega16 DAN Module GSM (Doctoral Dissertation).
- Su, W., Sadek, A. K., & Ray Liu, K. J. 2008. Cooperative Communication Protocols in Wireless Networks: Performance Analysis and Optimum Power Allocation. *Wireless Personal Communications*, 44, 181-217.
- Yadnya, M. S., & Sudiarta, I. W. (2018, November). Synthesis of 4G outdoor femtocells under rain conditions in Mataram. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2043, No. 1). AIP Publishing.
- Yadnya, M. S., & Sudiarta, I. W. (2017, October). Attenuation model from drop size distribution of rain for millimeter wave communication channel. In *2017 11th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA)* (pp. 1-4). IEEE.
- Yadnya, M. S., Hendratoro, G., Sudiarta, I. W., Adiyasa, A., Mauludiyanto, A., & Ali, A. (2023). Preliminary Results from Spatial Characterization of Tropical Rain Using Weather Radar Data. In *2023 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication, iSemantic 2023* (pp. 271-275). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc
- Yazlin, A. 2013. Performansi Sistem Komunikasi Kooperatif Menggunakan Teknik Amplify and Forward (AF) dengan Modulasi Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Yogi, I. (2022). Analisis Perbandingan Kualitas Sinyal 4G LTE Pada Beberapa Provider. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 5(1), 28-40.