

Pemetaan *Handover* Pada Jaringan 4G Serta Perhitungan *Pathloss* Di Wilayah Liliba Dan Maulafa

Maria H.I. Loro¹, Sarlince O. Manu², Don E.D.G. Pollo^{*13}

^{1, 2, 3}Prodi Teknik Elektro / Fakultas Sains dan Teknik / Universitas Nusa Cendana

^{*}Corresponding author, email: don_pollo@staf.undana.ac.id

Abstrak	INFO.
<i>Handover</i> merupakan proses perpindahan sebuah <i>mobile station</i> dari suatu <i>base station</i> menuju ke <i>base station</i> lainnya. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan terhadap kualitas <i>handover</i> berdasarkan parameter RSRP, RSRQ dan SNR dengan metode <i>drive test</i> menggunakan aplikasi G – Net Track Pro dan juga perhitungan nilai <i>pathloss</i>. Provider yang digunakan adalah Telkomsel pada jaringan 4G dan dilakukan pada wilayah Liliba dan Maulafa. Proses <i>handover</i> terjadi apabila nilai RSRP mendekati ambang batas untuk menghindari penurunan performansi jaringan dari <i>user</i> yang sedang bergerak. Nilai parameter RSRQ mempengaruhi nilai parameter SNR, hal ini berpengaruh pada kualitas suara yang diterima. Proses pengukuran dilakukan dengan kecepatan <i>drive test</i> 30km/jam dan 40 km/jam. Dari pengukuran ini, nilai parameter yang dihasilkan mempunyai rata -rata hasil yang sama untuk pengukuran dengan kecepatan 30 km/jam maupun 40 km/jam, yaitu nilai parameter RSRP sebesar -97 dBm, nilai RSRQ sebesar -12 dB serta nilai SNR sebesar 0.2 dB. Pada perhitungan <i>pathloss</i> dengan metode Okumura – Hata, nilai <i>pathloss</i> pada area Liliba adalah 257.89 dB dan <i>pathloss</i> di area Maulafa sebesar 256.03 dB.	Info. Artikel: No. 015 Received. Dec 28, 2024 Revised. Jan 17, 2025 Accepted. Jan 31, 2025 Page. 120 – 134 Kata kunci: ✓ <i>Handover</i> ✓ RSRP ✓ RSRQ ✓ SNR ✓ <i>Pathloss</i>
Abstract <i>Handover is the process of moving a mobile station from one base station to another base station. In this research, handover quality was calculated based on RSRP, RSRQ and SNR parameters using the drive test method using the G – Net Track Pro application and also calculated pathloss values. The provider used is Telkomsel on the 4G network and is carried out in the Liliba and Maulafa areas. The handover process occurs when the RSRP value approaches the threshold to avoid a decrease in network performance for users who are moving. The RSRQ parameter value affects the SNR parameter value, this affects the quality of the sound received. The measurement process was carried out at drive test speeds of 30km/hour and 40 km/hour. From this measurement, the resulting parameter values have the same average results for measurements at speeds of 30 km/hour or 40 km/hour, namely the RSRP parameter value is -97 dBm, the RSRQ value is -12 dB and the SNR value is 0.2 dB. . In calculating pathloss using the Okumura – Hata method, the pathloss value in the Liliba area is 257.89 dB and the pathloss in the Maulafa area is 256.03 dB.</i>	

PENDAHULUAN

Handover merupakan proses pemindahan sebuah *mobile station* dari suatu *base station* menuju ke *base station* yang lainnya dan juga mendukung mobilitas pengguna komunikasi. *Handover* berfungsi untuk tetap menjaga koneksi sewaktu melakukan panggilan ketika *mobile station* berada diluar jangkauan *source cell*. Salah satu tujuan *handover* yaitu menjaga hubungan antara *mobile station* (MS) dan *base transceiver station* (BTS) dalam proses perpindahan layanan dari satu *cell* ke *cell* yang lainnya. Faktor yang mempengaruhi kinerja *handover* adalah *power budget cell* tujuan serta jarak antara *mobile station* (MS) dan BTS. Hal ini bisa terjadi karena ada parameter dalam *handover* yang mencapai ambang batas yang sudah ditentukan, parameter-parameter ini adalah *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Reference Signal Received Quality* (RSRQ) dan *Signal To Noise Ratio* (SNR). Selanjutnya untuk menentukan banyaknya daya yang dibutuhkan untuk mengirimkan sinyal agar dapat diterima dengan baik oleh penerima dilakukan perhitungan pada parameter *power link budget*. Parameter yang dihitung adalah *pathloss*.

Pathloss merupakan *loss* yang terjadi ketika data atau sinyal melewati udara dari *base station* ke *mobile station* dalam jarak tertentu. *Pathloss* dipengaruhi oleh kontur tanah, lingkungan, lokasi, tinggi *base station*, medium propagasi serta jarak antara *base station*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *pathloss* dalam penelitian ini adalah model propagasi Okumura-Hata.

Model propagasi Okumura-Hata ini merupakan salah satu model propagasi yang paling umum untuk memprediksi *loss* sinyal yang dikembangkan oleh Y. Okumura dan M. Hata yang didasarkan pada pengukuran di daerah perkotaan dan pinggiran kota. Pada penelitian ini model Okumura-Hata yang digunakan adalah untuk daerah *sub-urban*. Perhitungan menggunakan metode ini dipengaruhi oleh frekuensi pemancar, jarak antara *base station* dan *mobile station* serta tinggi antena *base station* dan *mobile station*. Untuk memfokuskan penelitian ini diperlukan pembatasan terhadap masalah yang dibahas, seperti perhitungan kualitas *handover* menggunakan komunikasi *call whatsapp* dengan metode *drive test*, parameter kualitas jaringan yang diukur adalah RSRP, RSRQ dan SNR pada jaringan 4G LTE Telkomsel menggunakan aplikasi *G-net Track*, penggunaan aplikasi *google Earth* untuk membantu proses pemetaan kualitas *handover*.

Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik dan judul penelitian ini.

1. Penelitian mahasiswa jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak, dengan judul “Analisa kualitas *handover* terhadap komunikasi *video call* pada jaringan 4G LTE (*Long Term Evolution*) berdasarkan data *drive test* di Kota Ketapang” [1], dilakukan untuk mengetahui kualitas *handover* pada jaringan 4G ketika melakukan komunikasi *video call* pada saat jam sibuk dan jam tidak sibuk dengan metode *drive test* menggunakan aplikasi *Nemo Outdoor* dan *G – net Track Pro*. Parameter - parameter yang diamati pada penelitian ini adalah RSRP, RSRQ dan SNR.
2. Penelitian mahasiswa Teknik Elektro Universitas Mataram dengan judul “Analisa kualitas *handover* pada jaringan 3G berdasarkan data *drive test* menggunakan software *G-Net Track* dan *Terms Mobile Insight* di wilayah Mataram” [2] yang bertujuan untuk mengetahui kualitas *handover* 3G pada saat jam sibuk dan jam tidak sibuk sesuai standar yang diinginkan oleh operator menggunakan metode *drive test*. Parameter yang digunakan untuk penelitian ini adalah CSSR (*Call Setup Succses Ratio*), BCR (*Block Call Rate*), DCR (*Drop Call Rate*), HOSR (*Handover success Rate*) serta nilai RSL (*Received Signal Level*).
3. Penelitian mahasiswa Teknik Elektro Universitas Telkom dengan judul “Analisis algoritma *handover* untuk meningkatkan kemampuan adaptasi mobilitas di LTE pada kerangka SON (*Self Optimizing Network*)” [3], yang bertujuan untuk mengetahui proses analisis terhadap algoritma *handover inter-eNodeB* melalui *interface X2* untuk sistem LTE.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk mengukur dan menghitung parameter terkait proses *handover* terhadap komunikasi *call whatsapp* pada jaringan 4G LTE provider telkomsel dan *pathloss* yang dihitung dengan metode Okumura – Hatta pada area Liliba dan Maulafa. Rumus – rumus yang digunakan untuk menghitung parameter proses *handover* dan *pathloss* yaitu :

1. *Reference signal received power (RSRP)*, berikut rumus untuk menghitung nilai RSRP [4] :

$$RSRP = RSSI - 10 \log(N) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

RSSI = indikator kekuatan sinyal (dBm)

N = jumlah RB (resource Block) RSSI dan tergantung pada bandwidth yang diukur.

2. *Reference Signal Received Quality (RSRQ)* merupakan parameter yang menentukan kualitas sinyal yang diterima [5], rumus untuk mengukur parameter RSRQ adalah [4]:

$$RSRQ = N \times \frac{RSRP}{RSSI} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

N = jumlah RB (resource block) RSSI dan tergantung pada bandwidth yang diukur

RSSI = indikator kuat sinyal

RSRP = kekuatan sinyal yang diterima dari BTS ke UE

3. Signal to Noise Ratio (SNR) dan signal to interference noise ratio (SINR).

- SNR ialah perbandingan antara daya sinyal yang diinginkan dengan daya sinyal yang tidak diinginkan (noise) pada suatu titik ukur [1]. Berikut ini rumus untuk mengukur nilai SNR:

$$SNR = 10 \log \frac{P_S}{P_N} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

SNR = ratio signal to noise (dB)

P_S = kekuatan sinyal yang efektif

P_N = kekuatan sinyal efektif derau

- SINR merupakan kualitas sinyal yang diterima berupa daya interferensi dan daya noise yang mempengaruhi saat pengiriman atau penerimaan data yang dilakukan oleh user, serta SINR, digunakan untuk mengukur keandalan komunikasi [6]. Berikut rumus untuk menghitung nilai SINR :

$$SINR = 10 \log \frac{P_S}{P_I + P_N} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

SINR = rasio sinyal terhadap interferensi ditambah noise (dB)

P_S = kekuatan sinyal yang efektif

P_I = kekuatan efektif sinyal interferensi

P_N = kekuatan efektif sinyal derau

4. Pathloss merupakan loss yang terjadi karena data atau sinyal melewati media udara dari antenna ke penerima. Faktor penyebab terjadinya pathloss adalah kontur tanah, lingkungan yang berbeda, medium propagasi atau udara yang lembab atau kering serta jarak antara antenna pemancar dan penerima, lokasi dan tinggi antenna. Salah satu metode perhitungan pathloss ini adalah model propagasi Okumura-Hata [2]. Berikut ini rumus untuk menghitung nilai propagasi pada model Okumura-Hata berdasarkan jenis topologi wilayah yang akan diukur :

- Daerah urban, dengan rumus untuk mengukur nilai propagasi yaitu [7]:

$$L_{PU} = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log h_B - a(h_M) + [44,9 - 6,55 \log h_B] \log d \dots\dots (5)$$

Keterangan

f = frekuensi (MHz)

h_B = tinggi antenna base station (meter) ; $30 \text{ m} \leq h_B \leq 200 \text{ m}$

h_M = tinggi antenna mobile station (meter) ; $1 \text{ m} \leq h_M \leq 10 \text{ m}$

d = jarak antara BS dan MS (km) ; $1 \text{ km} \leq d \leq 20 \text{ km}$

$a(h_M)$ = faktor koreksi untuk antenna MS, dengan :

$$a(h_M) = [1,1 \log f - 0,7] h_M - [1,56 \log f - 0,8]; \text{ kota kecil dan menengah} \dots\dots\dots (6)$$

$$a(h_M) = 3,2 (\log 11,75 h_M)^2 - 4,97; \text{ kota besar} \dots\dots\dots (7)$$

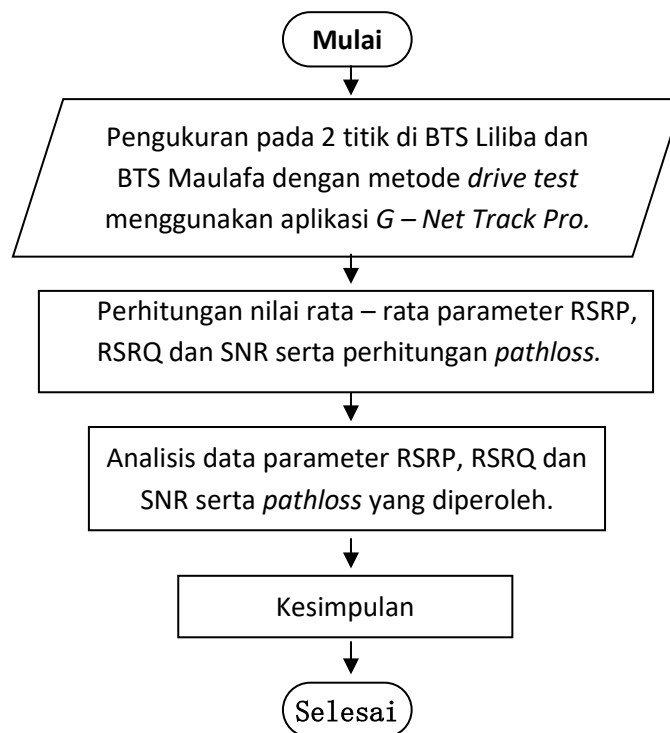
- Daerah sub-urban yaitu area desa atau jalan raya dengan rumah-rumah tersebar dan bangunan-bangunan kecil serta pepohonan [8]. Rumus untuk menghitung nilai pathloss pada area ini adalah [7]:

$$L_{PS} = L_{PU} - 2 \left[\log \frac{f}{28} \right]^2 - 5,4 \dots\dots\dots (8)$$

- Daerah rural terbuka, dengan rumus untuk menghitung pathloss pada area ini yaitu [7]:

$$L_{PR} = L_{PU} - 4,78(\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \dots\dots\dots (9)$$

Berikut ini diagram alur penelitian yang dilakukan :



Gambar 1. Alur Penelitian

Dari diagram alur penelitian diatas, berikut dijabarkan proses penelitian yang dilakukan :

1. Studi pustaka, bersumber dari buku-buku referensi, jurnal dan artikel yang membahas tentang *handover*, parameter RSRP, RSRQ dan SNR serta nilai *pathloss* yang dihitung menggunakan rumus model propagasi Okumura-Hata.
2. Proses pengukuran dilakukan selama 2 minggu pada pagi (jam 09.00 – 10.00 WITA), siang (13.00 – 14.00 WITA) dan sore (16.00 – 17.00 WITA) untuk memverifikasi dan memastikan data yang diukur tersebut benar-benar valid agar menghindari kesalahan pada pengukuran. Pengukuran dilakukan dengan metode *drive test* menggunakan aplikasi *G-Net Track pro* dengan dua kecepatan yang berbeda, yaitu 30 km/jam dan 40 km/jam.
3. Proses perhitungan terhadap nilai *pathloss* dengan model propagasi Okumura-Hata menggunakan rumus untuk area *sub-urban*
4. Menganalisis nilai rata-rata parameter RSRP, RSRQ dan SNR serta nilai *pathloss* yang didapatkan pada proses sebelumnya.
5. Menarik kesimpulan dari data nilai parameter dan *pathloss* yang sudah dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran *Handover* Menggunakan Aplikasi *G-Net Track Pro*.

Pengukuran *handover* menggunakan aplikasi *G-Net Track Pro* dilakukan selama 14 hari dengan metode *drive test*, pada pengukuran dimulai dari tanggal 21 Mei – 15 Juni 2024 dengan dua kecepatan berbeda yaitu 30 km/jam dan 40 km/jam. Setiap harinya dilakukan enam kali pengukuran yaitu pada pagi, siang, dan sore hari dengan perangkat yang digunakan untuk mengukur parameter *handover* pada saat yang sama juga terhubung ke panggilan *Whatsapp*. Parameter yang diamati adalah kecepatan, RSRP, RSRQ dan SNR. Pengukuran ini dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu :

- Melakukan panggilan *Whatsapp* ke penerima (laptop) yang sudah instal aplikasi *whatsapp web*.
- Memulai *drive test* dari area tugu merpati melewati area Liliba lalu area jalur luar Kota daerah Petuk hingga kembali lagi ke titik awal yaitu tugu merpati.

- Selama melakukan proses *drive test*, *handphone* yang digunakan untuk melakukan panggilan *whatsapp* juga digunakan untuk mengukur nilai parameter dan juga proses *handover* yang terjadi dengan aplikasi *G – Net Track Pro*.

Untuk data hasil dari pengukuran yang dilakukan pada kecepatan 30 km/jam maupun 40 km/jam adalah sebagai berikut :

- Kecepatan pengukuran 30 km/jam

Tabel 3. Nilai Parameter Pada Pengukuran Kecepatan 30 km/jam

Hari pengukuran	Waktu pengukuran	Parameter		
		RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	SNR (dB)
Selasa, 21 Mei 2024	Pagi	-97	-11	0.2
	Siang	-97	-12	0.1
	Sore	-94	-13	0.0
Rabu, 22 Mei 2024	Pagi	-94	-10	0.3
	Siang	-97	-12	0.2
	Sore	-96	-11	0.2
Kamis, 23 Mei 2024	Pagi	-94	-12	0.2
	Siang	-97	-12	0.2
	Sore	-95	-12	0.2
Jumat, 24 Mei 2024	Pagi	-99	-12	0.2
	Siang	-96	-12	0.2
	Sore	-98	-12	0.2
Sabtu, 25 Mei 2024	Pagi	-96	-11	0.2
	Siang	-96	-12	0.2
	Sore	-95	-12	0.2
Minggu, 26 Mei 2024	Pagi	-96	-12	0.2
	Siang	-99	-12	0.1
	Sore	-100	-12	0.1
Senin, 27 Mei 2024	Pagi	-96	-11	0.2
	Siang	-97	-11	0.2
	Sore	-95	-12	0.2
Minggu, 9 Juni 2024	Pagi	-96	-11	0.2
	Siang	-99	-13	0.1
	Sore	-100	-12	0.1
Senin, 10 Juni 2024	Pagi	-96	-11	0.2
	Siang	-98	-12	0.1
	sore	-96	-12	0.1
Selasa, 11 Juni 2024	Pagi	-95	-10	0.2
	Siang	-100	-12	0.1
	sore	-96	-12	0.2
Rabu, 12 Juni 2024	Pagi	-96	-12	0.2
	Siang	-100	-11	0.2
	sore	-100	-12	0.1
Kamis, 13 Juni 2024	Pagi	-99	-11	0.1
	Siang	-101	-12	0.1
	sore	-96	-12	0.2
Jumat, 14 Juni 2024	Pagi	-99	-12	0.2
	Siang	-96	-12	0.2
	sore	-97	-12	0.2
Sabtu, 15 Juni 2024	Pagi	-94	-11	0.2
	Siang	-96	-12	0.2
	sore	-100	-12	0.1

Berdasarkan tabel , rata – rata nilai tiap parameter dan proses *handover* dari waktu pengukuran pagi, siang dan sore adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Dengan kecepatan 30 km/jam

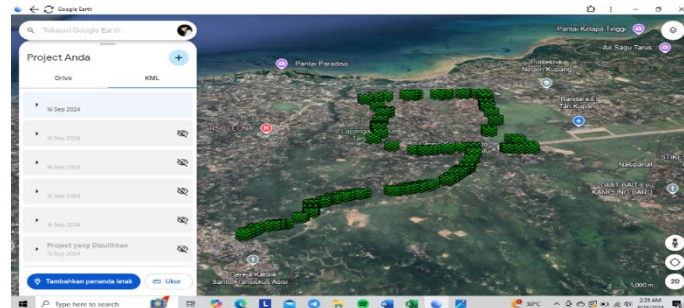
Hari/Tanggal Pengukuran	<i>Handover</i> (kali)	<i>Cell Reselection</i> (kali)	RSRP rata-rata (dBm)	RSRQ rata-rata (dB)	SNR rata-rata (dB)	kategori
Hari ke-1	451	2	-96	-12	0.3	Normal
Hari ke-2	479	71	-96	-11	0.2	Normal
Hari ke-3	575	55	-95	-12	0.2	Normal
Hari ke-4	668	-	-98	-12	0.2	Normal
Hari ke-5	586	69	-96	-12	0.2	Normal
Hari ke-6	672	-	-98	-12	0.1	Normal
Hari ke-7	613	67	-98	-11	0.2	Normal
Hari ke-8	466	49	-98	-12	0.1	Normal
Hari ke-9	561	16	-97	-12	0.1	Normal
Hari ke-10	540	-	-100	-11	0.1	Normal
Hari ke-11	540	-	-100	-11	0.1	Normal
Hari ke-12	592	-	-99	-12	0.2	Normal
Hari ke-13	539	-	-97	-12	0.2	Normal
Hari ke-14	578	-	-97	-12	0.2	Normal
Rata-rata			-97	-12	0.2	Normal

Dari pengukuran ini, jenis *handover* yang terjadi pada pengukuran ini adalah *soft handover*, dikarenakan tiap *cell* menggunakan frekuensi kerja yang sama yaitu 1.8 GHz yang menyebabkan *cell* lama dan *cell* baru melayani *user* bersama – sama selama proses transmisi *handover* terjadi.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Proses Handover

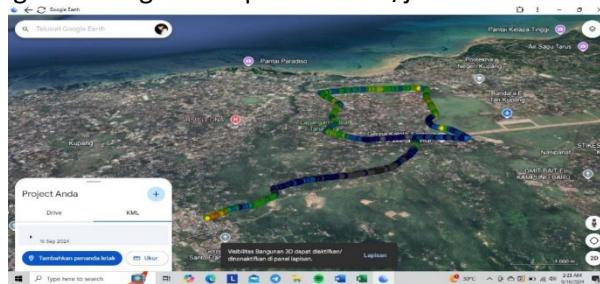
No.	<i>Node</i>	<i>Cell ID</i>	<i>Handover</i> (kali)
1	515178	33	7
2	515024	13	9
3	515243	13	2
4	515241	21	1
5	515128	11	4
6	515360	11	1
7	515393	31	3
8	515263	31	4
9	515320	11	9
10	515129	11	2
11	515337	34	2
12	515344	13	15
13	515290	33	19
14	262511	26	1
15	515078	16	1
16	515266	23	11
17	526407	23	2
18	515438	23	2
19	515198	23	28
20	515199	11	2
21	515152	21	7
22	515284	21	22
23	515005	13	4
24	506240	23	11
25	515086	31	1

Dari tabel 5, dapat dilihat bahwa tiap kali terjadi proses *handover* terjadi perpindahan *user* dari *node* atau BTS lama menuju BTS tujuan yang baru. Hal ini berlaku juga untuk *cell id*. Untuk melihat seberapa seringnya proses *handover* terjadi tiap kali pengukuran dilakukan, berikut ini gambar *screenshot* hasil pengukuran tersebut :



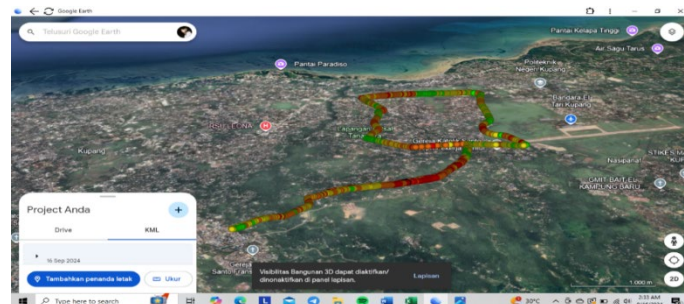
Gambar 2. Data Pengukuran Proses *Handover*

Untuk nilai parameter RSRP, RSRQ dan SNR yang didapatkan pada proses pengukuran berada pada rentang kategori normal. Pada parameter RSRP, rentang nilai untuk kategori normal berada pada kisaran -90 dBm sampai dengan -100 dBm, selanjutnya untuk parameter RSRQ rentang kategori normal berada pada kisaran nilai -10 dB sampai dengan -15 dB. Kemudian, untuk nilai SNR yang termasuk kategori normal berada pada kisaran nilai 0 dB sampai 10 dB. Berikut ini dilampirkan hasil *screenshot* dari parameter – parameter RSRP, RSRQ dan SNR pada pagi hari dengan kecepatan 30 km/jam.



Gambar 3. Hasil Pengukuran Parameter RSRP

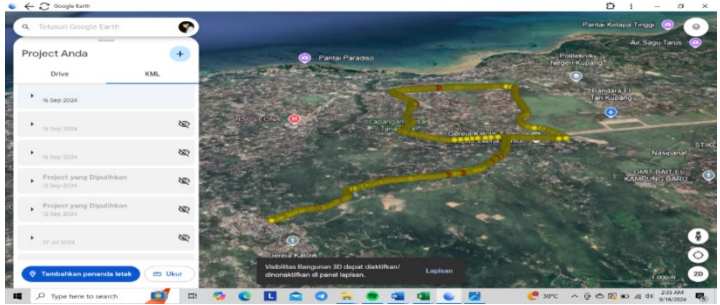
Dari gambar 3 diatas, besarnya nilai RSRP pada tiap titik pengukuran dapat diketahui dengan warna di tiap titik pengukuran. Untuk warna orange rentang nilai RSRP berada pada rentang -62 dBm sampai -70 dBm, selanjutnya untuk warna kuning nilai RSRP berada pada rentang -71 dBm sampai -80 dBm, lalu untuk warna hijau nilai RSRP berada pada rentang -81 dBm sampai -90 dBm, kemudian untuk warna biru nilai RSRP berada pada rentang -91 dBm sampai -100 dBm, selanjutnya untuk warna biru tua nilai RSRP berada pada rentang -101 dBm sampai -109 dBm serta untuk warna abu-abu nilai RSRP berada pada rentang -110 dBm sampai -130 dBm.



Gambar 4. Hasil Pengukuran Parameter RSRQ

Berdasarkan gambar 4, nilai parameter RSRQ dapat diamati berdasarkan warna pada tiap titik pengukuran. Yang pertama, untuk warna hijau yang bernilai -7 dB, selanjutnya untuk warna kuning berada pada rentang nilai -8 dB sampai -10 dB, kemudian untuk warna *orange* berada pada rentang nilai -11 dB

sampai -14 dB, lalu untuk warna merah berada pada rentang nilai -15 dB sampai -20 dB, serta untuk titik berwarna hitam berada pada rentang nilai -21 dB sampai dengan -23 dB.



Gambar 5. Hasil Pengukuran Parameter SNR

Pada gambar 5, terdapat dua warna yang menunjukkan besarnya nilai dari parameter SNR yaitu untuk titik berwarna kuning menunjukkan nilai parameter ini bernilai 0 dB sedangkan untuk titik warna *orange* bernilai 1 dB.

2. Kecepatan pengukuran 40 km/jam.

Tabel 6. Nilai Parameter Pada Pengukuran Kecepatan 40 km/jam

Hari pengukuran	Waktu pengukuran	Parameter		
		RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	SNR (dB)
Selasa, 21 Mei 2024	Pagi	-99	-11	0.2
	Siang	-97	-12	0.1
	Sore	-93	-12	0.2
Rabu, 22 Mei 2024	Pagi	-94	-11	0.3
	Siang	-98	-12	0.2
	Sore	-95	-11	0.2
Kamis, 23 Mei 2024	Pagi	-94	-11	0.3
	Siang	-96	-12	0.2
	Sore	-96	-12	0.2
Jumat, 24 Mei 2024	Pagi	-96	-12	0.2
	Siang	-98	-12	0.1
	Sore	-96	-12	0.2
Sabtu, 25 Mei 2024	Pagi	-95	-11	0.2
	Siang	-96	-13	0.1
	Sore	-97	-12	0.2
Minggu, 26 Mei 2024	Pagi	-95	-11	0.2
	Siang	-96	-12	0.1
	Sore	-93	-12	0.1
Senin, 27 Mei 2024	Pagi	-97	-11	0.2
	Siang	-97	-12	0.1
	Sore	-99	-12	0.2
Minggu, 9 Juni 2024	Pagi	-95	-12	0.2
	Siang	-98	-12	0.1
	Sore	-100	-12	0.1
Senin, 10 Juni 2024	Pagi	-97	-12	0.2
	Siang	-96	-13	0.1
	sore	-96	-12	0.2
Selasa, 11 Juni 2024	Pagi	-97	-11	0.2
	Siang	-101	-12	0.2
	sore	-98	-11	0.2
Rabu, 12 Juni 2024	Pagi	-99	-11	0.2
	Siang	-97	-12	0.2
	sore	-99	-11	0.2

Kamis, 13 Juni 2024	Pagi	-99	-11	0.2
	Siang	-96	-12	0.2
	sore	-96	-12	0.2
Jumat, 14 Juni 2024	Pagi	-99	-12	0.2
	Siang	-97	-12	0.2
	sore	-96	-12	0.1
Sabtu, 15 Juni 2024	Pagi	-97	-11	0.2
	Siang	-99	-12	0.2
	sore	-96	-12	0.2

Berdasarkan tabel , rata – rata nilai tiap parameter dan proses *handover* dari waktu pengukuran pagi, siang dan sore adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Data Hasil Pengukuran Dengan Kecepatan 40 km/jam

Hari/Tanggal Pengukuran	Handover (kali)	Cell Reselection (kali)	RSRP rata-rata (dBm)	RSRQ rata-rata (dB)	SNR rata-rata (dB)	kategori
Hari ke-1	547	-	-96	-12	0.2	Normal
Hari ke-2	404	119	-96	-11	0.2	Normal
Hari ke-3	488	82	-95	-12	0.2	Normal
Hari ke-4	553	-	-97	-12	0.2	Normal
Hari ke-5	496	81	-96	-12	0.2	Normal
Hari ke-6	525	-	-95	-12	0.1	Normal
Hari ke-7	370	53	-98	-12	0.2	Normal
Hari ke-8	553	13	-98	-12	0.1	Normal
Hari ke-9	536	15	-96	-12	0.1	Normal
Hari ke-10	652	-	-99	-11	0.2	Normal
Hari ke-11	532	-	-98	-11	0.2	Normal
Hari ke-12	532	-	-97	-12	0.2	Normal
Hari ke-13	537	-	-97	-12	0.2	Normal
Hari ke-14	548	-	-97	-12	0.2	Normal
Rata-rata			-97	-12	0.2	Normal

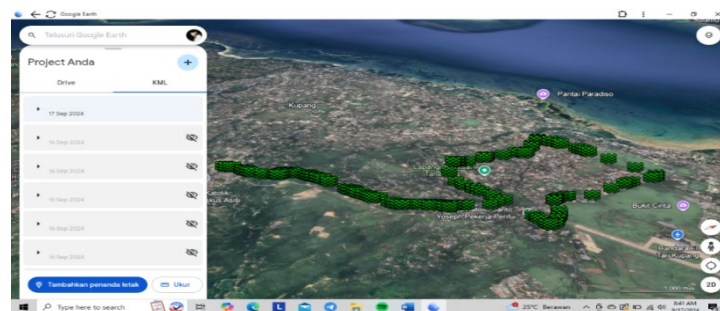
Berdasarkan data pengukuran pada tabel 7 diatas, jenis *handover* yang terjadi pada pengukuran ini adalah *soft handover* dikarenakan pada saat proses *handover* berlangsung, *cell* lama dan *cell* baru bersama – sama melayani *user*, sehingga komunikasi yang terjadi tidak terganggu.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Proses Handover

No.	Node	CellID	Handover (kali)
1	515178	33	7
2	515243	13	2
3	515241	23	3
4	515128	13	11
5	515360	14	1
6	515263	65	9
7	515393	31	2
8	515129	14	3
9	515320	13	8
10	515337	34	7

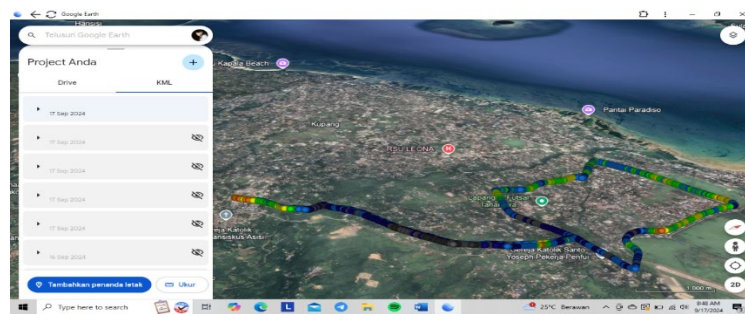
11	515184	14	4
12	515290	12	19
13	515344	21	8
14	515198	15	29
15	262511	25	4
16	515086	55	1
17	515055	35	5
18	526407	31	4
19	515438	21	4
20	515102	31	1
21	515266	21	5
22	515199	11	5
23	515152	23	4
24	515284	21	15
25	515084	23	4
26	515358	31	1
27	506240	21	12
28	515266	23	6
29	515024	23	6

Dari tabel 8 diatas, dapat dilihat bahwa tiap kali terjadi proses *handover* terjadi perpindahan *user* dari *Node* atau BTS lama menuju BTS tujuan yang baru, hal ini berlaku juga untuk *cell id*. Untuk melihat seberapa seringnya proses *handover* terjadi tiap kali pengukuran dilakukan, berikut ini gambar *screenshot* hasil pengukuran tersebut.



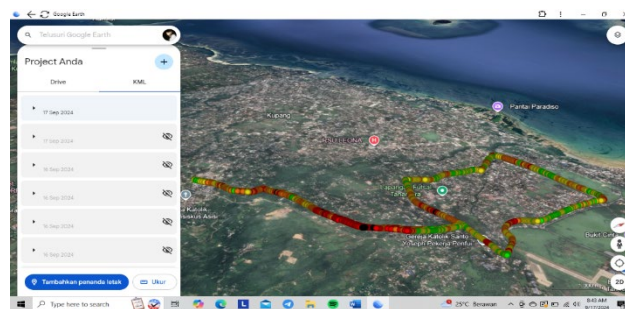
Gambar 6. Data Pengukuran Proses *Handover*

Untuk nilai parameter RSRP, RSRQ dan SNR yang didapatkan pada hampir semua proses pengukuran berada pada rentang kategori normal kecuali pada pengukuran pada Selasa, 11 Juni 2024 di siang hari dimana nilai RSRP rata-rata yang didapatkan adalah -101 dBm yang berada pada kategori buruk. Pada parameter RSRP, rentang nilai untuk kategori normal berada pada kisaran -90 dBm sampai dengan -100 dBm dan untuk kategori buruk berada pada rentang nilai -101 dBm sampai dengan -120 dBm. Selanjutnya untuk parameter RSRQ rentang kategori normal berada pada kisaran nilai -10 dB sampai dengan -15 dB. Kemudian, untuk nilai SNR yang termasuk kategori normal berada pada kisaran nilai 0 dB sampai 10 dB. Berikut ini dilampirkan hasil *screenshot* dari parameter-parameter RSRP, RSRQ dan SNR pada pagi hari dengan kecepatan 40 km/jam.



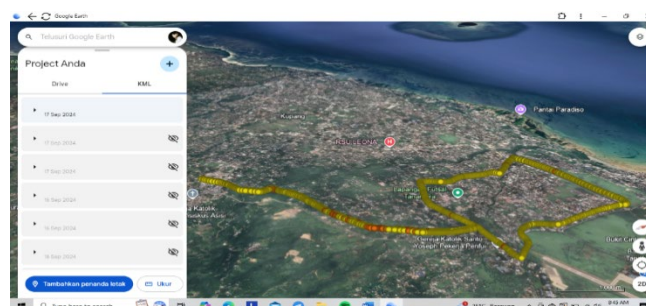
Gambar 7. Hasil Pengukuran Parameter RSRP

Dari gambar 7 diatas, besarnya nilai RSRP pada tiap titik pengukuran dapat diketahui dengan warna di tiap titik pengukuran. Untuk warna *orange* rentang nilai RSRP berada pada rentang -62 dBm sampai -70 dBm, selanjutnya untuk warna kuning nilai RSRP berada pada rentang -71 dBm sampai -80 dBm, lalu untuk warna hijau nilai RSRP berada pada rentang -81 dBm sampai -90 dBm, kemudian untuk warna biru nilai RSRP berada pada rentang -91 dBm sampai -100 dBm, selanjutnya untuk warna biru tua nilai RSRP berada pada rentang -101 dBm sampai -109 dBm serta untuk warna abu-abu nilai RSRP berada pada rentang -110 dBm sampai -130 dBm.



Gambar 8. Hasil Pengukuran Parameter RSRQ

Berdasarkan gambar 8 diatas, nilai parameter RSRQ dapat diamati berdasarkan warna pada tiap titik pengukuran. Yang pertama, untuk warna hijau yang bernilai -7 dB, selanjutnya untuk warna kuning berada pada rentang nilai -8 dB sampai -10 dB, kemudian untuk warna *orange* berada pada rentang nilai -11 dB sampai -14 dB, lalu untuk warna merah berada pada rentang nilai -15 dB sampai -20 dB, serta untuk titik berwarna hitam berada pada rentang nilai -21 dB sampai dengan -23 dB.



Gambar 9. Hasil Pengukuran Parameter SNR

Pada gambar 9 diatas, terdapat dua warna yang menunjukkan besarnya nilai dari parameter SNR yaitu untuk titik berwarna kuning menunjukkan nilai parameter ini bernilai 0 dB sedangkan untuk titik warna *orange* bernilai 1 dB.

B. Perhitungan Nilai *Pathloss*

Pada bagian ini dilakukan pengukuran terhadap nilai *pathloss* pada area Tugu Merpati – Kantor Polsek Maulafa menggunakan rumus untuk *area sub-urban*.

1. Perhitungan *pathloss* untuk base station pada area Liliba, menggunakan rumus (pers. 5) dan (pers. 8), yaitu :

$$L_{PS} = L_{PU} - 2 \left[\log \frac{f}{28} \right]^2 - 5.4$$

Dengan :

$$L_{PU} = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_B - a(h_M) + [44.9 - 6.55 \log h_B] \log d$$

Untuk mengukur nilai *pathloss* pada area ini, kita harus mengetahui nilai dari faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya *pathloss*, yaitu :

- Frekuensi antenna pada base station Liliba adalah 1800 MHz
- Tinggi antenna pada base station h_B bernilai 42 meter
- Tinggi antenna pada mobile station h_M bernilai 1 meter
- Jarak antara titik awal dengan base station di Liliba adalah 9.4 km atau 9400 meter
- Untuk nilai $a(h_M)$ dicari menggunakan rumus (pers 6) :

$$a(h_M) = [1.1 \log f - 0.7]h_M - [1.56 \log f - 0.8]$$

$$a(h_M) = [1.1 \log 1800 - 0.7]1 - [1.56 \log 1800 - 0.8]$$

$$a(h_M) = -1.395$$

Berdasarkan nilai-nilai diatas, maka nilai *pathloss* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$L_{PU} = 69.55 + 26.16 \log 1800 - 13.82 \log 42 - (-1.395) + [44.9 - 6.55 \log 42] \log 9400$$

$$L_{PU} = 269.846 \text{ dB}$$

Selanjutnya, dari hasil perhitungan ini dilanjutkan dengan menghitung nilai *pathloss* dengan rumus :

$$L_{PS} = L_{PU} - 2 \left[\log \frac{f}{28} \right]^2 - 5.4$$

$$L_{PS} = 269.846 - 2 \left[\log \frac{1800}{28} \right]^2 - 5.4$$

$$L_{PS} = 257.89 \text{ dB}$$



Gambar 10. Cakupan Perhitungan *Pathloss* Di Area Liliba

2. Perhitungan *pathloss* untuk *base station* pada area Maulafa dilakukan dengan cara yang sama dengan area Liliba, yaitu :

$$L_{PS} = L_{PU} - 2 \left[\log \frac{f}{28} \right]^2 - 5.4$$

Dengan :

$$L_{PU} = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_B - a(h_M) + [44.9 - 6.55 \log h_B] \log d$$

Untuk mengukur nilai *pathloss* pada area ini, kita harus mengetahui nilai dari faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya *pathloss*, yaitu :

- Frekuensi antena pada *base station* Maulafa adalah 1800 MHz
- Tinggi antena pada *base station* h_B bernilai 42 meter
- Tinggi antena pada *mobile station* h_M bernilai 1 meter
- Jarak antara titik awal dengan *base station* di Maulafa adalah 8.3 km atau 8300 meter
- Untuk nilai $a(h_M)$ dicari menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} a(h_M) &= [1.1 \log f - 0.7] h_M - [1.56 \log f - 0.8] \\ a(h_M) &= [1.1 \log 1800 - 0.7] 1 - [1.56 \log 1800 - 0.8] \\ a(h_M) &= -1.395 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai-nilai diatas, maka nilai *pathloss* adalah

$$L_{PU} = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_B - a(h_M) + [44.9 - 6.55 \log h_B] \log d$$

$$L_{PU} = 69.55 + 26.16 \log 1800 - 13.82 \log 42 - (-1.395) + [44.9 - 6.55 \log 42] \log 8300$$

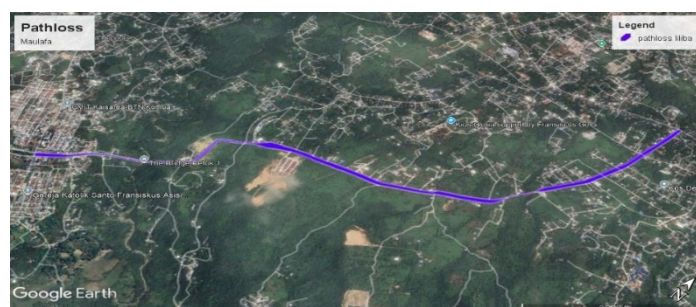
$$L_{PU} = 267.99 \text{ dB}$$

Selanjutnya, dari hasil perhitungan ini dilanjutkan dengan menghitung nilai *pathloss* dengan

$$\text{rumus} \quad L_{PS} = L_{PU} - 2 \left[\log \frac{f}{28} \right]^2 - 5.4$$

$$L_{PS} = 267.99 - 2 \left[\log \frac{1800}{28} \right]^2 - 5.4$$

$$L_{PS} = 256.03 \text{ dB}$$

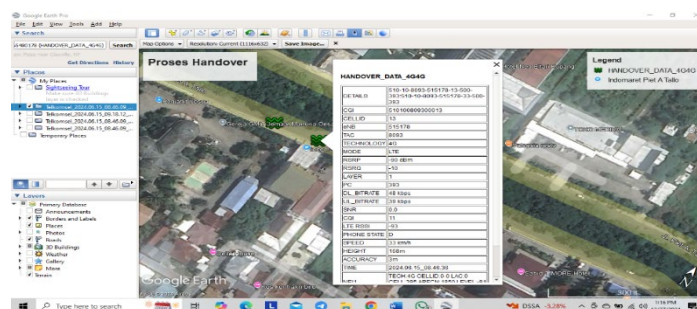


Gambar 11. Cakupan Perhitungan *Pathloss* Di Area Maulafa

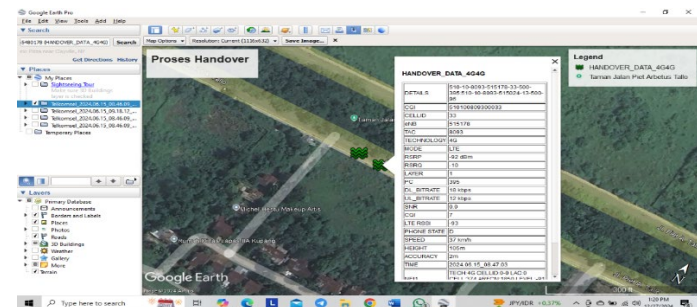
C. Pembahasan data hasil penelitian

1. Kualitas *handover* pada area Liliba dan Maulafa berdasarkan keseluruhan titik-titik pengukuran pada kecepatan 30 km/jam maupun 40 km/jam adalah baik. Dilihat pada data pengukuran pada tabel 3.2 dan 3.5, pada kecepatan 30 km/jam proses *handover* yang terjadi lebih banyak dibandingkan pada kecepatan 40 km/jam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas *handover* makin bagus jika

kecepatan kendaraan pada saat pengukuran makin tinggi. Untuk nilai rata – rata parameter RSRP, RSRQ dan SNR pada kecepatan 30 km/jam dan 40 km/jam bernilai sama, yaitu untuk parameter RSRP sebesar -97 dBm, parameter RSRQ sebesar -12 dB serta parameter SNR sebesar 0.2 dB. Pada pengukuran yang dilakukan pada kecepatan 30 km/jam di pagi hari , sebelum terjadinya proses *handover* BTS asal mempunyai nilai RSRP -90 dBm, dimana nilai tersebut sudah mendekati nilai ambang batas untuk parameter ini. Untuk menghindari terjadinya penurunan performansi jaringan dari *user* yang sedang terhubung maka BSC memutuskan bahwa *user* harus melakukan *handover* ke BTS dengan nilai level daya yang lebih baik untuk menjaga komunikasi pada *user* yang sedang bergerak. *Handover* ini terjadi antar *Cell Id* pada BTS yang sama yaitu dari *Cell Id* 13 ke 33 pada BTS 515178 yang terjadi didepan Indomaret Piet Tallo. Nilai parameter RSRQ sebelum maupun sesudah terjadinya *handover* tetap berada pada kualitas yang baik dengan nilai -10 dB. Namun nilai parameter RSRQ mempengaruhi nilai dari parameter SNR. Hal ini berpengaruh pada kualitas suara yang diterima oleh *user*. Nilai SNR pada saat proses *handover* ini terjadi adalah 0 dB.

Gambar 12. Titik Terjadinya *Handover*

Untuk proses *handover* yang terjadi antar BTS, terjadi pada Taman Jalan Piet Arbetus Tallo dengan nilai parameter RSRP sebesar -92 dBm, nilai RSRQ sebesar -10 dBm serta nilai SNR sebesar 0 dB.

Gambar 13. *Handover* Pada Taman Jalan Piet Arbetus Tallo

2. Analisis nilai *pathloss*

Pada perhitungan terhadap nilai *pathloss* pada dua *base station* yang digunakan yaitu BTS Liliba dan BTS Maulafa, memiliki nilai *pathloss* yang tidak jauh berbeda satu dengan yang lainnya. Untuk nilai *pathloss* pada BTS Liliba adalah 257.89 dB sedangkan untuk BTS Maulafa nilai *pathloss* yang didapatkan adalah 256.03 dB. Jika dibandingkan menggunakan teori dapat disimpulkan bahwa nilai *pathloss* untuk area Maulafa lebih bagus karena mempunyai nilai *pathloss* yang lebih kecil dari pada nilai *pathloss* pada area Liliba. Namun jika disimpulkan berdasarkan pengukuran yang dilakukan, pada area Liliba *pathloss* lebih bagus dibandingkan pada area Maulafa dikarenakan faktor kontur tanah pada area Liliba dan Maulafa yang mempunyai karakteristik yang berbeda. Kontur tanah pada area Liliba adalah landai sedangkan kontur tanah pada area Maulafa sedikit curam. Faktor lainnya yang mempengaruhi nilai *pathloss* adalah jarak antara antena penerima dalam hal ini adalah *user* dengan antena penerima yaitu BTS. Selanjutnya lokasi dan juga tinggi antena juga mempengaruhi besarnya nilai *pathloss* yang diukur.

KESIMPULAN

1. Pada pengukuran dengan kecepatan 30 km/jam dan 40 km/jam, proses *handover* terjadi lebih sering saat pengukuran menggunakan kecepatan 30 km/jam. Hal ini disebabkan karena makin tinggi kecepatan kendaraan maka kualitas *handover* menjadi lebih bagus. Proses *handover* terjadi apabila nilai parameter RSRP mendekati ambang batas untuk menghindari terjadinya penurunan performansi jaringan dari *user* yang sedang bergerak. Sementara itu, nilai parameter RSRQ mempengaruhi nilai parameter SNR sehingga berpengaruh pada kualitas suara yang diterima oleh *user*.
2. Berdasarkan pengukuran pada parameter RSRP, RSRQ dan SNR, nilai kategori masing – masing parameter baik pada pengukuran dengan kecepatan *drive test* 30 km/jam maupun 40 km/jam berada pada kategori normal. Besarnya nilai rata – rata masing – masing parameter pada kecepatan 30 km/jam dan 40 km/jam bernilai sama yaitu, untuk parameter RSRP sebesar -97 dBm, parameter RSRQ sebesar -12 dB serta Parameter SNR sebesar 0.2 dB.
3. Pada perhitungan nilai *pathloss* di area Liliba, besarnya nilai *pathloss* adalah 257.89 dB sedangkan pada area Maulafa besarnya adalah 256.03 dB. Berdasarkan teori Okumura – Hata, nilai *pathloss* pada area Maulafa lebih bagus dibandingkan dengan *pathloss* pada area Liliba. Namun berdasarkan pengukuran yang dilakukan *pathloss* pada area Liliba lebih bagus dibandingkan pada area Maulafa dikarenakan kontur tanah, jarak antara antena penerima dalam hal ini *user* dengan antena pengirim yaitu BTS serta lokasi dan tinggi antena.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. A. Setiadi, N. Tjahjamoonsih, J. Marpaung dan F. Imansyah, “Analisa Kualitas Handover Terhadap Komunikasi Video Call Pada Jaringan 4G LTE (Long Term Evolution) Berdasarkan Data Drive Test Di Kota Ketapang,” *Jurnal Teknik Elektro , Energi Dan Teknologi Informasi (J3EIT)*, pp. 1-2,9, 2021.
- [2] Y. Fatmi, A. Zainudin dan S. M. A. Sasongko, “Analisa Kualitas Handover Pada Jaringan 3G Berdasarkan Data Drive Test Menggunakan Software G-Nettrack Dan Terms Mobile Insight Di Wilayah Mataram (Studi Kasus PT. Indosat TBK),” *Dielektrika*, pp. 82, 84, 89-90, 2018.
- [3] F. Rahman, N. Mufti dan T. Ariefianto, “Analisis Algoritma Handover Untuk Meningkatkan Kemampuan Adaptasi Mobilitas Di LTE Pada Kerangka SON (Self Optimizing Network),” *TEKTRIKA*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2016.
- [4] R. Efriyendro dan Y. Rahayu, “Analisa Perbandingan Kuat Sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel Dan XL Axiata Berdasarkan Parameter Drive Test Menggunakan Software G-Net Track Pro Di Arae Jalan Protokol Panam,” vol. 4, no. 2, p. 3, 2017.
- [5] E. Budiman dan U. Hairah, “Kinerja Jaringan 4G LTE Operator Mobile Di Ibukota Kalimantan Timur Dimasa Pandemi Covid 19,” *Pekommas*, p. 3, 2021.
- [6] I. D. G. P. Warsika, N. M. D. Wirastuti dan P. K. Sudiarta, “Analisa Throughput Jaringan 4G LTE Dan Hasil Drive Test Pada Cluster Renon,” *Spektrum*, p. 75, 2019.
- [7] V. Garg, “Wireless Communications And Networking,” Elseiver, 2007, pp. 67-68.
- [8] B. Alfaresi, M. V. E. Satya dan F. Ardianto, “Analisa Model Propagasi Okumura-Hata Dan Cost-Hata Pada Komunikasi Jaringan Wireless 4G LTE,” *Ampere*, p. 33, 2020.