

ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* 4G TOPOLOGI DUAL HOMING PADA SITE UPD 104 RACING CENTER

Ashilah Putri Nahda Hasdi¹, Sulwan Dase², Riesa Krisna Astuti Sakir³

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

E-mail: *ashilahptrnhd25@gmail.com¹, sulwandase@poliupg.ac.id², riesakrisna@poliupg.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *Quality of Service* jaringan 4G topologi *dual homing* pada site UPD104 Racing Center di Kota Makassar. Pengujian dilakukan dengan metode *drive test* pada kondisi *dedicated mode*, yang melibatkan pengukuran parameter jaringan secara real-time selama proses *download* dan *upload* data. Data dikumpulkan menggunakan perangkat Samsung Galaxy Note 5 dengan aplikasi *TEMS Pocket*, kemudian dianalisis menggunakan software *TEMS Investigation 23.1*. Parameter yang diukur meliputi kekuatan sinyal (RSSI dan RSRP), kualitas sinyal (RSRQ dan SINR), efisiensi transfer data (*throughput*), kapasitas teoretis kanal komunikasi (kapasitas Shannon), dan skema modulasi yang digunakan pada jaringan. Hasil pada proses *download*, nilai RSSI berada di rentang (-29 hingga -50 dBm) dengan kategori "Excellent", RSRP antara (-60 hingga -87 dBm) berkisar dari "Excellent" hingga "Normal", RSRQ di kisaran (-9 hingga -13 dB) pada kategori "Good", dan SINR bervariasi dari "Normal" hingga "Excellent" dengan rentang (0.3 dB sampai 31.6 dB), yang menunjukkan performa sinyal yang stabil dan kuat. Nilai *Throughput download* tertinggi mencapai (16.58 hingga 84.14 kbps) di kategori "Excellent" pada pengukuran kedua, sedangkan pada pengukuran ketiga di pagi dan siang hari *throughput* bervariasi antara (9.84 hingga 17.61 kbps) dalam kategori "Good" hingga "Excellent". Namun, pada proses *upload*, meskipun kualitas sinyal RSSI juga "Excellent" (-32 hingga -50 dBm), nilai *throughput upload* sangat rendah di semua rentang waktu dengan kategori "Poor", hanya berkisar antara (0.01 hingga 0.76 kbps), mengindikasikan adanya hambatan pada efisiensi transfer data *upload* yang tidak sesuai dengan kapasitas Shannon yang tinggi. Kesimpulan penelitian ini bahwa meskipun implementasi topologi *dual homing* mampu meningkatkan kualitas sinyal secara keseluruhan, tetapi tantangan utama terletak pada performa *throughput upload* yang masih sangat rendah, sehingga perlu adanya perbaikan untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan pada site tersebut.

Kata kunci

Quality of Service, 4G, dual homing, drive test, parameter sinyal

ABSTRACT

This study aims to analyze the Quality of Service of a 4G dual homing topology network at the UPD104 Racing Center site in Makassar City. Testing was carried out using the drive test method in dedicated mode conditions, which involved measuring network parameters in real-time during the data download and upload process. Data were collected using a Samsung Galaxy Note 5 device with the TEMS Pocket application, then analyzed using TEMS Investigation 23.1 software. The parameters measured included signal strength (RSSI and RSRP), signal quality (RSRQ and SINR), data transfer efficiency (throughput), theoretical capacity of the communication channel (Shannon capacity), and the modulation scheme used in the network. The results of the download process, RSSI values are in the range (-29 to -50 dBm) with the category "Excellent", RSRP between (-60 to -87 dBm) ranges from "Excellent" to "Normal", RSRQ in the range (-9 to -13 dB) in the category "Good", and SINR varies from "Normal" to "Excellent" with a range (0.3 dB to 31.6 dB), which indicates stable and strong signal performance. The highest download throughput value reached (16.58 to 84.14 kbps) in the category "Excellent" in the second measurement, while in the third measurement in the morning and afternoon the throughput varied between (9.84 to 17.61 kbps) in the category

"Good" to "Excellent". However, in the upload process, although the RSSI signal quality is also "Excellent" (-32 to -50 dBm), the upload throughput value is very low in all time ranges with the "Poor" category, only ranging from (0.01 to 0.76 kbps), indicating that there are obstacles in the upload data transfer efficiency that do not match the high Shannon capacity. The conclusion of this study is that although the implementation of dual homing topology is able to improve the overall signal quality, the main challenge lies in the upload throughput performance which is still very low, so improvements are needed to improve the quality of network services at the site.

Keywords

Quality of Service, 4G, dual homing, drive test, signal parameters

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi yang pesat membuat kebutuhan akan layanan internet yang bagus dan berkualitas semakin tinggi. Teknologi jaringan 4G muncul sebagai solusi yang mampu memberikan kecepatan akses data tinggi, latensi rendah, dan kapasitas besar untuk berbagai jenis layanan internet modern. Jaringan 4G berbasis teknologi IP memberikan koneksi yang lebih cepat dan stabil dibandingkan generasi sebelumnya, sehingga mendukung kegiatan digital pribadi dan bisnis.

Salah satu bagian penting dalam meningkatkan kualitas layanan adalah topologi jaringan. Contohnya pada topologi *Single Homing*, menggunakan satu jalur utama atau satu penyedia layanan tanpa jalur cadangan. Namun, jaringan dengan topologi *Single Homing* rentan terhadap gangguan karena adanya keluhan pada pelanggan pengguna Telkomsel pada site tertentu, di mana pelanggan tersebut tergolong aktif dalam mengakses internet, sehingga dapat menyebabkan *downtime* dan mengurangi kualitas serta stabilitas koneksi internet. Sebagai solusi, topologi *Dual Homing* mulai diterapkan. *Dual Homing* menggunakan dua jalur atau dua penyedia layanan yang bekerja bersamaan, sehingga meningkatkan keandalan dan redundansi jaringan. Jika salah satu jalur mengalami gangguan, jalur lain bisa mengambil alih data tanpa mengganggu koneksi, sehingga *Quality of Service* tetap terjaga.

Di kota Makassar, penerapan *dual homing* untuk jaringan 4G masih tergolong baru dan terbatas. Salah satu contoh penerapannya adalah pada site UPD104 Racing Center, yang diterapkan diakhir tahun 2024. Penerapan *Dual Homing* pada site UPD104 Racing Center dilakukan sebagai respons terhadap keluhan pelanggan yang mengalami ketidakstabilan jaringan saat menggunakan topologi *single homing*, di mana pelanggan tersebut merupakan pekerja yang secara aktif memanfaatkan layanan internet. Oleh karena itu, pihak Telkomsel mengajukan permohonan kepada Telkom untuk mengimplementasikan *Dual Homing*. Sebagaimana telah disebutkan dalam penelitian Sujarwo, A. (2016), *Dual Homing* menggunakan dua jalur sebagai *backup*; jika jalur pertama mengalami gangguan, jalur kedua tetap tersedia untuk menjaga kualitas layanan. Tujuan dari penerapan *Dual Homing* ini adalah untuk meningkatkan kualitas layanan 4G yang lebih stabil dan maksimal. Untuk memastikan kestabilan dan kualitas layanan maka diperlukan adanya analisis *Quality of Service* pada site tersebut. Selanjutnya, analisis *Quality of Service* ini dapat dijadikan referensi bagi perusahaan Telkom dalam optimalisasi jaringan, peningkatan kualitas layanan, dan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, penulis mengangkat judul "**Analisis Quality of Service 4G Topologi Dual Homing pada Site UPD104 Racing Center**" sebagai penelitian Tugas Akhir.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Site UPD104 Racing Center, Kota Makassar. Dalam penelitian tersebut akan berfokus pada pengukuran serta analisis parameter *Quality of Service* jaringan 4G topologi *dual homing* untuk mendapatkan data yang valid dan akurat terkait efektivitasnya. Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini terhitung dari bulan Februari hingga Juni 2025.

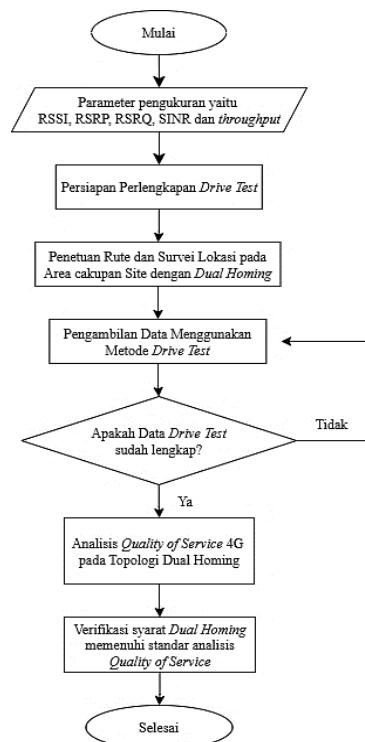
2.2 Alat dan Bahan

Dalam proses pengambilan data, penelitian ini menggunakan metode pengukuran *drive test*. Adapun alat dan bahannya sebagai berikut.

- PC digunakan sebagai alat *monitoring* parameter hasil *drive test* secara visual.
- Software TEMS Pocket* digunakan sebagai *drive test tool* pada rute yang dilalui.
- Handphone* pada *drive test* digunakan sebagai terminal untuk panggilan, *upload* dan *download* data, serta mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh pelanggan. Adapun untuk jenis HP yaitu Samsung Galaxy Note 5 dan untuk *SIM card* disesuaikan dengan provider yang diukur yaitu Telkomsel.
- Kabel Data digunakan untuk memindahkan hasil *logfiles* dari *TEMS Pocket* ke PC.
- Google Earth* berfungsi sebagai media perencanaan dalam pemetaan rute DT.
- Software TEMS Investigation 23.1* digunakan dalam menganalisis, sekaligus melihat pemetaan lokasi dari data *logfile(s)* yang didapat dari hasil DT.

2.3 Bagan Alir (Flowchart)

Berikut bagan alir pada penelitian ini.



Gambar 1. Bagan Alir

2.4 Teknik Pengumpulan dan Analisa Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu studi literatur dan observasi dimana peneliti melakukan pengambilan data secara langsung dengan metode *drive test*. Adapun parameter yang diambil pada *drive test* ini yaitu RSSI, RSRP, RSRQ, SINR, *throughput* dan mengetahui kapasitas Shannon berdasarkan hasil perhitungan dan skema modulasi yang diperoleh selama *drive test*. Pada penelitian kali ini, data yang digunakan adalah hasil *drive test* kondisi *dedicated mode*, dimana pengujian dilakukan sambil mengunduh data secara bersamaan (*download* dan *upload*). Pengambilan data dilakukan pada bulan Mei dan September pada waktu pagi, siang dan sore hari menggunakan *TEMS Pocket* yang terpasang pada perangkat *Samsung Galaxy Note 5*. Setelah dilakukan pengumpulan data, proses selanjutnya adalah menganalisis *logfile* hasil *drive test* dengan mengkaji pengukuran di lapangan menggunakan *software Tems Investigation 23.1*. Dengan menggunakan parameter RSRP, RSRQ, RSSI, SINR dan *throughput*, penelitian ini dapat memperoleh data yang lebih komprehensif tentang kualitas sinyal dan performa eNodeB setelah implementasi *dual homing*, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kondisi jaringan seluler di area/site yang diuji. Berikut parameter-paramter *Quality of Service* pada Jaringan 4G sesuai indikator warnanya.

Tabel 1. Parameter *Quality of Service* pada Jaringan 4G

Parameter	Kategori	Rentang Nilai	Keterangan
RSRP	<i>Excellent</i>	(-70) s/d (25) dBm	RSRP yang sangat baik, kualitas sinyal optimal
	<i>Good</i>	(-80) s/d (-71) dBm	RSRP baik, kualitas sinyal masih dapat diterima dengan baik
	<i>Normal</i>	(-91) s/d (-81) dBm	RSRP cukup baik, kualitas sinyal mulai menurun dan dapat mempengaruhi performa
	<i>Bad</i>	(-100) s/d (-91) dBm	RSRP buruk, kualitas sinyal rendah, mengakibatkan koneksi tidak stabil
	<i>Poor</i>	(-140) s/d (-101) dBm	RSRP sangat buruk, kualitas sinyal sangat rendah dan tidak dapat diandalkan
RSSI	<i>Excellent</i>	(-80) s/d (-40) dBm	Koneksi sinyal yang sangat baik, koneksi stabil dan cepat
	<i>Normal</i>	(-100) s/d (-80) dBm	Koneksi sinyal cukup, koneksi mungkin tidak stabil dan mengalami gangguan
	<i>Poor</i>	(-140) s/d (-100) dBm	Koneksi sinyal cukup, koneksi sering terputus dan sangat tidak stabil
RSRQ	<i>Excellent</i>	(-9) s/d (20) dB	RSRQ yang sangat baik, kualitas sinyal optimal
	<i>Good</i>	(-14) s/d (-9) dB	RSRQ baik, kualitas sinyal masih dapat diterima dengan baik
	<i>Normal</i>	(-19) s/d (-14) dB	RSRQ cukup baik, kualitas sinyal mulai menurun dan dapat mempengaruhi performa
	<i>Bad</i>	(-24) s/d (-19) dB	RSRQ buruk, kualitas sinyal tidak stabil, mengalami penurunan kualitas layanan
	<i>Poor</i>	(-40) s/d (-24) dB	RSRQ sangat buruk, kualitas sinyal sangat rendah dan tidak dapat diandalkan
SINR	<i>Excellent</i>	(20) s/d (30) dB	SINR sangat baik, menunjukkan kualitas sinyal yang optimal

	<i>Good</i>	(10) s/d (20) dB	SINR baik, kualitas sinyal masih dapat diterima dengan baik
	<i>Normal</i>	(0) s/d (10) dB	SINR cukup baik, kualitas sinyal mulai menurun dan dapat mempengaruhi performa
	<i>Poor</i>	(-30) s/d (0) dB	SINR buruk, kualitas sinyal sangat rendah dan tidak dapat diandalkan
<i>Throughput</i>	<i>Excellent</i>	≥ 12.000	Kecepatan transfer data yang sangat baik, pengalaman pengguna optimal
	<i>Good</i>	$7200 \leq \text{Throughput} < 12.000$	Kecepatan transfer data masih memadai untuk penggunaan umum
	<i>Normal</i>	$1500 \leq \text{Throughput} < 7200$	Kecepatan transfer data mulai menurun
	<i>Bad</i>	$324 \leq \text{Throughput} < 1500$	Kecepatan transfer data yang sangat rendah dan tidak memadai
	<i>Poor</i>	< 324	Kecepatan transfer data sangat rendah, menyebabkan kesulitan dalam mengakses layanan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data *drive test* ini dilakukan pada tanggal 13 Mei, 18 September dan 19 September 2025 yang berlokasi di site UPD104 Racing Center dengan pengukuran *drive test dedicated mode* dengan proses *download* dan *upload* pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan kondisi cuaca cerah. Pengukuran dimulai dari Jalan Penjernihan Raya, Jalan Urip Sumoharjo, Jalan Racing Centre, dan diakhiri di Jalan Mesjid Baiturrahman. Rute pengumpulan data *drive test* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Rute Drive Test pada Google Earth

Operator yang digunakan pada penelitian ini adalah kartu SIM *provider Telkomsel*, yang mana *provider* ini mendukung komposisi alokasi lisensi frekuensi yaitu frekuensi 2,3 GHz dengan lebar pita 50 MHz, frekuensi 2,1 GHz dengan lebar pita 15 MHz, frekuensi 1,8 GHz dengan lebar pita 22,5 MHz, dan frekuensi 800/900 MHz dengan lebar pita 15 MHz. Pada penelitian ini menggunakan frekuensi 1800 MHz dan *bandwidth* 20 MHz.

3.1 Hasil Pengukuran Pertama, Kedua dan Ketiga *Drive Test*, Kapasitas Shannon dan Skema Modulasi yang mempengaruhi *Quality of Service* pada Keadaan *Dedicated Mode* proses *Download* dan *Upload*



Gambar 3. Tampilan Statistik Hasil *Drive Test* pada *TEMS Investigation 23.1*

Gambar 3. menunjukkan visualisasi hasil tracking pada TEMS Investigation 23.1 untuk mengevaluasi kualitas jaringan 4G *Dual Homing* di site UPD104 Racing Center. Dalam gambar tersebut, menunjukkan tampilan perkiraan waktu dari beberapa sampel titik pada rute hasil *drive test* dengan TEMS Investigation 23.1 yang digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan gambar tersebut, dibuat tabel untuk memudahkan analisis yaitu sebagai berikut.

Dalam menganalisis *Quality of Service*, Kapasitas Shannon dan Skema Modulasi merupakan dua faktor penting untuk menentukan kinerja jaringan dan memenuhi kebutuhan aplikasi dan layanan yang mempengaruhi *Quality of Service* di site UPD104 Racing Center. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan kapasitas Shannon dengan SINR 10 dB.

Diketahui :

$$\text{SINR(dB)} = 10$$

$$\text{Bandwidth} = 20 \text{ MHz} = 20 \times 10^6 \text{ Hz}$$

Penyelesaian :

$$\text{SINR(dB)} = 10 \log_{10} \text{ SINR}$$

$$10 \text{ dB} = 10 \log_{10} \text{ SINR}$$

$$10/10 = \log_{10} \text{ SINR}$$

$$1 = \log_{10} \text{ SINR}$$

$$10 = \text{SINR}$$

Sehingga, kapasitas Shannonna yaitu :

$$\begin{aligned} C &= 3.32 \times B \times \log_{10} (1 + \text{SINR}) \\ &= 3.32 \times 20 \times 10^6 \times \log_{10} (1 + 10) \\ &= 3.32 \times 20 \times 10^6 \times \log_{10} 11 \\ &= 3.32 \times 20 \times 10^6 \times 1.041 \\ &= 69.122 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

Berikut ini nilai RSRP, RSSI, RSRQ, SINR, *throughput*, dan skema modulasi yang diambil dari beberapa *sample* titik dalam bentuk tabel, perhitungan interferensi dan *noise* serta perhitungan kapasitas Shannon.

a. *Proses Download*

- 1) Hasil Pengukuran Pertama 4G Topologi *Dual Homing* (Selasa, 13 Mei 2025 di waktu sore hari)

Tabel 2. Hasil Pengukuran *Drive Test* Nilai RSRP, RSSI, RSRQ, dan SINR

Time	RSRP (dBm)	RSSI (dBm)	RSRQ (dB)	SINR (dB)
16:34:58.878	-68 <i>Excellent</i>	-37 <i>Excellent</i>	-10 <i>Good</i>	15.8 <i>Good</i>
16:35:00.479	-74 <i>Good</i>	-44 <i>Excellent</i>	-9 <i>Good</i>	10 <i>Normal</i>
16:35:09.026	-60 <i>Excellent</i>	-31 <i>Excellent</i>	-7 <i>Excellent</i>	11 <i>Good</i>
16:35:42.402	-77 <i>Good</i>	-40 <i>Excellent</i>	-16 <i>Normal</i>	0.5 <i>Normal</i>
16:35:59.251	-85 <i>Normal</i>	-45 <i>Excellent</i>	-17 <i>Normal</i>	0.3 <i>Normal</i>
16:36:55.464	-78 <i>Good</i>	-45 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	12 <i>Good</i>
16:37:03.970	-77 <i>Good</i>	-40 <i>Excellent</i>	-16 <i>Normal</i>	-3 <i>Poor</i>

Tabel 3. Hasil Pengukuran *Drive Test* Perhitungan Interferensi & Noise, Skema Modulasi dan *Throughput* Beserta Perhitungan Kapasitas Shannon

Time	Perhitungan Interferensi & Noise (dBm)	Skema Modulasi	<i>Throughput</i> (kbps)	Kapasitas Shannon (Mbps)
16:34:58.878	-83.8	64 QAM to QPSK	0.00 <i>Poor</i>	81.406
16:35:00.479	-84	64 QAM to 16 QAM	0.00 <i>Poor</i>	69.122
16:35:09.026	-71	64 QAM	0.00 <i>Poor</i>	73.231
16:35:42.402	-77.5	QPSK	0.00 <i>Poor</i>	11.686
16:35:59.251	-85.3	QPSK	0.00 <i>Poor</i>	9.628
16:36:55.464	-90	16 QAM	0.00 <i>Poor</i>	81.406
16:37:03.970	-74	QPSK	0.00 <i>Poor</i>	11.686

- 2) Hasil Pengukuran Kedua 4G Topologi *Dual Homing* (Kamis, 18 September 2025 di waktu pagi, siang dan sore hari)

Tabel 4. Hasil Pengukuran *Drive Test* Nilai RSRP, RSSI, RSRQ, dan SINR

Time	RSRP (dBm)	RSSI (dBm)	RSRQ (dB)	SINR (dB)
10:22:46.341	-76 <i>Good</i>	-42 <i>Excellent</i>	-13 <i>Good</i>	5 <i>Normal</i>
10:23:49.001	-78 <i>Good</i>	-46 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	0.3 <i>Normal</i>
10:25:13.879	-71 <i>Good</i>	-38 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	10 <i>Normal</i>
12:49:44.504	-74 <i>Good</i>	-41 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	10 <i>Normal</i>
12:51:31.188	-83 <i>Normal</i>	-47 <i>Excellent</i>	-14 <i>Normal</i>	0.6 <i>Normal</i>
12:52:27.252	-82 <i>Normal</i>	-49 <i>Excellent</i>	-13 <i>Good</i>	12.5 <i>Good</i>
16:28:10.969	-68 <i>Excellent</i>	-35 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	31.6 <i>Excellent</i>
16:31:24.160	-73 <i>Good</i>	-38 <i>Excellent</i>	-13 <i>Good</i>	1.9 <i>Normal</i>
16:31:44.381	-61 <i>Excellent</i>	-29 <i>Excellent</i>	-11 <i>Good</i>	31.6 <i>Excellent</i>

Tabel 5. Hasil Pengukuran *Drive Test* Perhitungan Interferensi & Noise, Skema Modulasi dan *Throughput* Beserta Perhitungan Kapasitas Shanon

Time	Perhitungan Interferensi & Noise (dBm)	Skema Modulasi	<i>Throughput</i> (kbps)	Kapasitas Shanon (Mbps)
10:22:46.341	-81	16 QAM	16.58 <i>Excellent</i>	51.659
10:23:49.001	-78.3	16 QAM to QPSK	10.18 <i>Good</i>	9.628
10:25:13.879	-81	64 QAM	44.33 <i>Excellent</i>	69.122
12:49:44.504	-84	16 QAM to 64 QAM	32.19 <i>Excellent</i>	69.122
12:51:31.188	-83.6	QPSK	6.62 <i>Normal</i>	14.076
12:52:27.252	-94.5	64 QAM to 16 QAM	43.02 <i>Excellent</i>	75.231
16:28:10.969	-99.6	64 QAM	84.14 <i>Excellent</i>	100.463
16:31:24.160	-74.9	64 QAM to QPSK	5.00 <i>Normal</i>	31.606
16:31:44.381	-92.6	64 QAM	81.67 <i>Excellent</i>	100.463

- 3) Hasil Pengukuran Ketiga 4G Topologi *Dual Homing* (Jumat, 19 September 2025 di waktu pagi, siang dan sore hari)

Tabel 6. Hasil Pengukuran *Drive Test* Nilai RSRP, RSSI, RSRQ, dan SINR

Time	RSRP (dBm)	RSSI (dBm)	RSRQ (dB)	SINR (dB)
10:23:34.406	-75 <i>Good</i>	-38 <i>Excellent</i>	-14 <i>Normal</i>	1 <i>Normal</i>
10:24:16.827	-74 <i>Good</i>	-41 <i>Excellent</i>	-11 <i>Good</i>	19.9 <i>Good</i>
10:24:42.249	-82 <i>Normal</i>	-49 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	12.5 <i>Good</i>
12:50:15.313	-76 <i>Good</i>	-42 <i>Excellent</i>	-13 <i>Good</i>	2.5 <i>Normal</i>
12:50:36.367	-84 <i>Normal</i>	-49 <i>Excellent</i>	-14 <i>Normal</i>	0.3 <i>Normal</i>
12:52:47.065	-84 <i>Normal</i>	-46 <i>Excellent</i>	-18 <i>Normal</i>	0.3 <i>Normal</i>
16:30:04.974	-87 <i>Normal</i>	-50 <i>Excellent</i>	-16 <i>Normal</i>	0.2 <i>Normal</i>
16:34:50.025	-61 <i>Excellent</i>	-31 <i>Excellent</i>	-7 <i>Excellent</i>	12.5 <i>Good</i>
16:35:58.878	-68 <i>Excellent</i>	-37 <i>Excellent</i>	-10 <i>Good</i>	15.8 <i>Good</i>

Tabel 7. Hasil Pengukuran *Drive Test* Perhitungan Interferensi & Noise, Skema Modulasi dan *Throughput* Beserta Perhitungan Kapasitas Shannon

Time	Perhitungan Interferensi & Noise (dBm)	Skema Modulasi	<i>Throughput</i> (kbps)	Kapasitas Shannon (Mbps)
10:23:34.406	-76	16 QAM to QPSK	14.61 <i>Excellent</i>	19.986
10:24:16.827	-90.9	64 QAM	11.33 <i>Good</i>	87.714
10:24:42.249	-94.5	16 QAM	9.84 <i>Good</i>	75.231
12:50:15.313	-78.5	64 QAM to QPSK	17.61 <i>Excellent</i>	36.188
12:50:36.367	-84.3	QPSK	0.67 <i>Bad</i>	7.901
12:52:47.065	-84.3	QPSK	2.60 <i>Normal</i>	9.628
16:30:04.974	-87.2	QPSK	0.69 <i>Bad</i>	6.440
16:34:50.025	-73.5	64 QAM	0.00 <i>Poor</i>	73.231
16:35:58.878	-83.8	64 QAM to QPSK	0.00 <i>Poor</i>	81.406

Pembahasan I : Hasil pengukuran pertama, kedua dan ketiga proses *download* pada jaringan 4G topologi *Dual Homing* menunjukkan bahwa meskipun kualitas sinyal (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR) dan kapasitas Shannon sering berada dalam kategori *good* hingga *excellent*, *throughput* sering kali sangat rendah atau nol akibat gangguan jaringan atau faktor lainnya yang menghambat transfer data, dengan variasi *Bit Error Rate* (BER) yang memengaruhi performa. Solusiya diperlukan optimasi jaringan, seperti penambahan repeater, pemasangan small cell untuk meningkatkan kualitas jaringan di titik-titik dengan performa rendah, atau menggunakan alat penguji yang lebih optimal lagi untuk memaksimalkan pemanfaatan kapasitas jaringan 4G *Dual Homing*.

b. Proses *Upload*

- 1) Hasil Pengukuran Pertama 4G Topologi *Dual Homing* (Selasa, 13 Mei 2025 di waktu sore hari)

Tabel 8. Hasil Pengukuran Drive Test Nilai RSRP, RSSI, RSRQ, dan SINR

Time	RSRP (dBm)	RSSI (dBm)	RSRQ (dB)	SINR (dB)
16:43:11.578	-78 <i>Good</i>	-42 <i>Excellent</i>	-7 <i>Excellent</i>	1.9 <i>Normal</i>
16:43:45.178	-64 <i>Excellent</i>	-33 <i>Excellent</i>	-10 <i>Good</i>	19.9 <i>Good</i>
16:44:05.573	-66 <i>Excellent</i>	-34 <i>Excellent</i>	-10 <i>Good</i>	0.1 <i>Normal</i>
16:44:38.202	-78 <i>Good</i>	-47 <i>Excellent</i>	-9 <i>Good</i>	2.5 <i>Normal</i>
16:45:20.639	-79 <i>Good</i>	-49 <i>Excellent</i>	-7 <i>Excellent</i>	19.9 <i>Good</i>
16:45:40.659	-74 <i>Good</i>	-42 <i>Excellent</i>	-11 <i>Good</i>	1.2 <i>Normal</i>
16:45:52.665	-69 <i>Excellent</i>	-37 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	1.2 <i>Normal</i>

Tabel 9. Hasil Pengukuran Drive Test Perhitungan Interferensi & Noise, Skema Modulasi dan Throughput Beserta Perhitungan Kapasitas Shanon

Time	Perhitungan Interferensi & Noise (dBm)	Skema Modulasi	Throughput (kbps)	Kapasitas Shannon (Mbps)
16:43:11.578	-79.9	QPSK	0.01 <i>Poor</i>	31.606
16:43:45.178	-83.9	64 QAM	0.00 <i>Poor</i>	87.714
16:44:05.573	-66.1	QPSK	0.02 <i>Poor</i>	5.179
16:44:38.202	-80.5	16 QAM	0.00 <i>Poor</i>	36.188

16:45:20.639	-98.9	64 QAM to 16 QAM	0.00 Poor	87.714
16:45:40.659	-75.2	64 QAM	0.01 Poor	23.439
16.45.52.665	-70.2	QPSK	0.00 Poor	23.439

- 2) Hasil Pengukuran Kedua 4G Topologi *Dual Homing* (Kamis, 18 September 2025 di waktu pagi, siang dan sore hari)

Tabel 10. Hasil Pengukuran *Drive Test* Nilai RSRP, RSSI, RSRQ, dan SINR

Time	RSRP (dBm)	RSSI (dBm)	RSRQ (dB)	SINR (dB)
10:27:24.244	-81 <i>Normal</i>	-50 <i>Excellent</i>	-9 <i>Good</i>	1.2 <i>Normal</i>
10:29:22.914	-81 <i>Normal</i>	-47 <i>Excellent</i>	-13 <i>Good</i>	1.9 <i>Normal</i>
10:29:56.043	-71 <i>Good</i>	-43 <i>Excellent</i>	-6 <i>Excellent</i>	10 <i>Normal</i>
12:54:39.524	-74 <i>Good</i>	-39 <i>Excellent</i>	-14 <i>Normal</i>	0.3 <i>Normal</i>
12:55:29.126	-70 <i>Excellent</i>	-39 <i>Excellent</i>	-10 <i>Good</i>	6.3 <i>Normal</i>
12:57:01.174	-78 <i>Good</i>	-46 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	25.1 <i>Excellent</i>
16:51:07.624	-64 <i>Excellent</i>	-34 <i>Excellent</i>	-8 <i>Excellent</i>	15.8 <i>Good</i>
16:52:22.460	-73 <i>Good</i>	-39 <i>Excellent</i>	-13 <i>Good</i>	5 <i>Normal</i>
16:52:46.085	-69 <i>Excellent</i>	-38 <i>Excellent</i>	-10 <i>Good</i>	12.5 <i>Good</i>

Tabel 11. Hasil Pengukuran *Drive Test* Perhitungan Interferensi & Noise, Skema Modulasi dan *Throughput* Beserta Perhitungan Kapasitas Shannon

Time	Perhitungan Interferensi & Noise (dBm)	Skema Modulasi	<i>Throughput</i> (kbps)	Kapasitas Shannon (Mbps)
10:27:24.244	-82.2	16 QAM to QPSK	0.18 <i>Poor</i>	23.439
10:29:22.914	-82.9	QPSK	0.00 <i>Poor</i>	31.606
10:29:56.043	-81	16 QAM	0.03 <i>Poor</i>	69.122
12:54:39.524	-74.3	QPSK	0.03 <i>Poor</i>	7.901

12:55:29.126	-76.3	QPSK	0.76 <i>Bad</i>	57.303
12:57:01.174	-103.1	QPSK	0.27 <i>Poor</i>	94.022
16:51:07.624	-79.8	64 QAM	0.01 <i>Poor</i>	81.406
16:52:22.460	-78	16 QAM to QPSK	0.27 <i>Poor</i>	51.659
16:52:46.085	-81.5	64 QAM	0.19 <i>Poor</i>	75.231

- 3) Hasil Pengukuran Ketiga 4G Topologi *Dual Homing* (Jumat, 19 September 2025 di waktu pagi, siang dan sore hari)

Tabel 12. Hasil Pengukuran Drive Test Nilai RSRP, RSSI, RSRQ, dan SINR

Time	RSRP (dBm)	RSSI (dBm)	RSRQ (dB)	SINR (dB)
10:30:04.208	-72 <i>Good</i>	-37 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	1.9 <i>Normal</i>
10:34:01.415	-81 <i>Normal</i>	-45 <i>Excellent</i>	-15 <i>Normal</i>	0.3 <i>Normal</i>
10:34:26.037	-81 <i>Normal</i>	-50 <i>Excellent</i>	-9 <i>Good</i>	1.2 <i>Normal</i>
13:43:25.073	-76 <i>Good</i>	-40 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	1.2 <i>Normal</i>
13:44:09.976	-64 <i>Excellent</i>	-32 <i>Excellent</i>	-11 <i>Good</i>	3.9 <i>Normal</i>
13:45:48.465	-75 <i>Good</i>	-40 <i>Excellent</i>	-14 <i>Normal</i>	0.5 <i>Normal</i>
16:45:58.474	-82 <i>Normal</i>	-39 <i>Excellent</i>	-22 <i>Bad</i>	0.1 <i>Normal</i>
16:51:40.530	-83 <i>Normal</i>	-43 <i>Excellent</i>	-19 <i>Normal</i>	0.1 <i>Normal</i>
16:51:58.636	-77 <i>Good</i>	-45 <i>Excellent</i>	-12 <i>Good</i>	15.8 <i>Good</i>

Tabel 13. Hasil Pengukuran Drive Test Perhitungan Interferensi & Noise, Skema Modulasi dan Throughput Beserta Perhitungan Kapasitas Shannon

Time	Perhitungan Interferensi & Noise (dBm)	Skema Modulasi	Throughput (kbps)	Kapasitas Shannon (Mbps)
10:30:04.208	-73.9	16 QAM	0.01 <i>Poor</i>	31.606
10:34:01.415	-81.3	QPSK	0.29 <i>Poor</i>	7.901
10:34:26.037	-82.2	16 QAM	0.18 <i>Poor</i>	23.439

13:43:25.073	-77.2	16 QAM	0.00 <i>Poor</i>	23.439
13:44:09.976	-67.9	QPSK	0.00 <i>Poor</i>	46.280
13:45:48.465	-75.5	QPSK	0.00 <i>Poor</i>	11.686
16:45:58.474	-82.1	QPSK	0.00 <i>Poor</i>	2.191
16:51:40.530	-83.1	QPSK	0.02 <i>Poor</i>	5.179
16.51.58.636	-92.8	64 QAM to QPSK	0.06 <i>Poor</i>	81.406

Pembahasan II : Hasil pengukuran pertama, kedua, dan ketiga pada topologi *Dual Homing* untuk proses *upload* menunjukkan bahwa meskipun kualitas sinyal (RSRP, RSSI, RSRQ, dan SINR) sering kali dalam kategori *good* hingga *excellent* dengan kapasitas Shannon yang tinggi, *throughput* tetap rendah (0.00–0.76 kbps, kategori *Poor* hingga *Bad*) akibat interferensi, BER tinggi, dan faktor pembatas lain seperti pengaturan *traffic*, sehingga solusinya adalah mengoptimalkan konfigurasi jaringan, mengurangi interferensi, dan meningkatkan efisiensi perangkat untuk mencapai *throughput* yang lebih baik.

Pembahasan III : Perbandingan hasil pengukuran jaringan 4G topologi *dual homing* pada setiap parameter proses *download* dan *upload* menunjukkan bahwa meskipun parameter *Quality of Service* seperti RSSI, RSRP, RSRQ dan SINR menunjukkan kualitas sinyal yang *good* hingga *excellent* yang mendukung modulasi optimal dan potensi *throughput* tinggi, *throughput* pada proses *upload* sangat rendah dan tidak sejalan dengan kapasitas Shannon yang tinggi, menandakan adanya hambatan atau titik tersumbat pada jaringan yang disebabkan oleh keterbatasan perangkat keras yang menyebabkan penurunan performa jaringan atau konfigurasi jaringan yang membatasi pemanfaatan kapasitas jaringan 4G *dual homing*, sedangkan pada proses *download*, *throughput* cukup maksimal terutama pada hasil pengukuran kedua dan ketiga dengan kondisi SINR, modulasi, dan BER optimal. Selain itu, beberapa kondisi pada saat melakukan pengukuran juga mempengaruhi penurunan tersebut dimana transmisi sinyal dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti bangunan, pepohonan dan banyaknya kendaraan yang berlalu lalang sehingga menyebabkan peredaman, pemantulan maupun pembelokan sinyal untuk sampai pada *user*, *traffic* yang padat, dan faktor sensitivitas dari *handphone* yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Dari pengambilan data ini telah menyajikan hasil pengukuran dan analisis yang mendalam mengenai *Quality of Service* jaringan 4G topologi *Dual Homing* pada Site UPD104 Racing Center menggunakan metode *drive test* pada kondisi *dedicated mode* proses *download* dan *upload*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Pengukuran *Quality of Service* jaringan 4G topologi *Dual Homing* pada Site UPD104 Racing Center menunjukkan performa sinyal yang baik dari pengukuran pertama, kedua dan ketiga dengan parameter utama RSSI, RSRP, RSRQ, SINR, dan *throughput*.
- 1) Pada proses *download*, nilai RSSI berada di rentang (-29 hingga -50 dBm) dengan kategori "*Excellent*", nilai RSRP antara (-60 hingga -87 dBm) pada kategori "*Excellent*" hingga "*Normal*", nilai RSRQ di kisaran (-9 hingga -13 dB) dengan

kategori “Good”, dan SINR memiliki variasi dari kategori “Normal” hingga “Excellent” dengan nilai (0.3 dB sampai 31.6 dB), mendukung performa sinyal yang stabil dan kuat. Nilai *Throughput download* tertinggi tercatat di pengukuran kedua dengan (16.58 hingga 84.14 kbps) pada kategori “Excellent”, sedangkan di pengukuran ketiga pada pagi dan siang hari *throughput* bervariasi dari kategori “Good” hingga “Excellent” antara (9.84 hingga 17.61 kbps). Hal ini menunjukkan efisiensi transfer data yang relatif optimal untuk proses *download* pada topologi *Dual Homing* ini.

- 2) Pada proses *upload*, menunjukkan kondisi kualitas sinyal yang hampir serupa dengan nilai RSSI yaitu (-32 hingga -50 dBm) pada kategori “Excellent”, namun nilai *throughput upload* sangat rendah di semua rentang waktu dengan kategori “Poor”, hanya berkisar antara (0.01 hingga 0.76 kbps). Kondisi ini mengindikasikan adanya hambatan pada efisiensi transfer data *upload* yang tidak sesuai dengan kapasitas Shannon yang tinggi.
- b. Hasil pengukuran parameter jaringan 4G topologi *Dual Homing* pada Site UPD104 Racing Center metode *Drive Test* menunjukkan bahwa meskipun sinyal utama (RSSI, RSRP, RSRQ, SINR) cukup kuat dan stabil, khususnya pada proses *download* dan *upload*, tetapi pada performa *throughput upload* yang sangat rendah menjadi kendala utama yang menunjukkan adanya masalah dalam efisiensi transfer data. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun kualitas sinyal baik, faktor lain seperti kendala perangkat keras, konfigurasi jaringan yang belum optimal, serta pengaruh interferensi atau kepadatan jaringan dapat mempengaruhi performa keseluruhan jaringan LTE.

Secara keseluruhan, penerapan topologi *Dual Homing* telah berhasil meningkatkan keandalan dan kekuatan sinyal utama (RSSI, RSRP, dan RSRQ). Namun, peningkatan *throughput* terutama pada proses *upload*, masih menjadi tantangan utama yang perlu mendapat perhatian lebih lanjut untuk mencapai kualitas layanan yang optimal. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi penyedia layanan telekomunikasi untuk melakukan perbaikan yang diperlukan guna memastikan kualitas layanan yang optimal bagi pengguna di Site UPD104 Racing Center.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bakri, N. K. A. P., Dase, S., & Katu, U. (2022). Analisis Kapasitas Shannon pada Jaringan LTE di Kota Makassar. In *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)* (Vol. 8, No. 1, pp. 92-96).
- Cox, Christopher. (2014). *An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE, VoLTE AND 4G Mobile Communications*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 9781118818039.
- ELLI, N. (2017). *ANALISIS DUAL HOMING JARINGAN MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING (MPLS) NODE STOKOTA2-MGD* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA).
- Herina, N. H. (2022). *Analisis Pengukuran Kinerja Jaringan 4G LTE Provider Telkomsel Berdasarkan Hasil Drive Test* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- Hidayah, N. (2022). *Analisis Quality Of Service (QOS) Jaringan Lte Di Kota Makassar* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- Kreher, Ralf and Karsten Gaenger. (2011). *LTE Signaling, Troubleshooting, and Optimization*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-0-470- 68900 4
- Lessons, N., (2020). *Single/Dual Homed and Multi-homed Designs*. [online] Available at: [Accessed 24 Nov. 2020].

- Nadeak, S. P. (2020). *Perancangan jaringan dual homing node-b Telkomsel dengan memanfaatkan optical line terminal di Daerah Sukajadi Kota Batam* (Doctoral dissertation, Prodi Teknik Informatika).
- Nihayah, R. (2021). Analisa Kualitas Jaringan 4G LTE Untuk Provider-Provider Di Surakarta Berdasarkan Parameter Drive Test Menggunakan Software Genex Probe 5.1. *Universitas Semarang*.
- Putra, F. A. S. A., Trisnawan, P. H., & Basuki, A. (2021). Analisis Perbandingan Kinerja Metode Single Homing dan Multihoming dengan Protokol Border Gateway Protocol (BGP). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(3), 1086-1092.
- Qosim, M. N. (2016). Implementasi dan Pengukuran Long Term Evolution (Lte) di Jakarta dan Sekitarnya. *Sutet*, 6(2), 30-39.
- Sujarwo, A., & Fauzi, M. W. (2016). Sistem Informasi Monitoring Perangkat Dan Link Gpon Dual Homing Node B Di Pt. xyz. *Teknoin*, 22(2).
- Tomasi, Wayne. (2014). *Advanced Electronic Communications Systems*. 6th ed. United States of America: Pearson Education Ltd.
- Wulandari, R. (2016). Analisis Qos (*Quality of Service*) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – Lipi). *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172.
- Zhang, Xincheng. 2018. *LTE Optimization Engineering Handbook*. Beijing: China Mobile Group Design Institute Co., Ltd.