

ANALISIS PERBANDINGAN THROUGHPUT HASIL PENGUKURAN APLIKASI DRIVE TEST DI JARINGAN LTE GUNA MENUNJANG KELAYAKAN PROGRAM SMART CITY DI KAWASAN KANTOR BUPATI LOMBOK TIMUR

COMPARATIVE ANALYSIS OF THROUGHPUT MEASUREMENT RESULTS OF DRIVE TEST APPLICATIONS ON LTE NETWORKS TO SUPPORT THE FEASIBILITY OF SMART CITY PROGRAMS IN THE EAST LOMBOK REGENT'S OFFICE AREA

Rizki Febria Satriadi¹, Made Sutha Yadnya², Djul Fikry Budiman³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram

msyadnya@te.ftunram.ac.id

ABSTRAK

Dengan meningkatnya populasi global dunia, pergeseran masyarakat menuju lingkungan hidup perkotaan merupakan fenomena yang tak terhindarkan. Akibatnya, kota semakin menghadapi tantangan yang kompleks dan signifikan, Hal ini menuntut setiap kota untuk beradaptasi dan mengubah cara berinteraksi antara pemerintah dan masyarakat melalui penerapan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi. Pada tahun 2017 Kabupaten Lombok Timur terpilih sebagai salah satu daerah yang akan menjadi Smart city di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dalam pelaksanaannya dibutuhkan adanya pengkajian dan persiapan dalam menjalankan program tersebut dengan salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menganalisis Quality of Service (QoS) jaringan khususnya di sekitar kawasan kantor Bupati Lombok Timur. Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil pengukuran parameter Throughput antara provider Telkomsel dan XL menggunakan aplikasi Wireshark dan aplikasi G-Net track pro pada jaringan LTE untuk menunjang kelayakan program Smart City. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, pada provider XL didapatkan nilai rata-rata throughput sebesar 1.119 kbps sesuai standar TIPHON dengan indeks 3 atau termasuk pada kategori Bagus sedangkan provider Telkomsel didapatkan nilai rata-rata throughput sebesar 1.220 kbps sesuai standar TIPHON dengan indeks 4 atau termasuk pada kategori Sangat Bagus. Secara keseluruhan untuk kawasan kantor Bupati Lombok Timur memiliki nilai rata-rata Throughput yang memenuhi standar sesuai dengan Permenkominfo Nomor 19/PER/M.KOMINFO/12/2010 dan sesuai standar TIPHON dengan indeks 3 atau termasuk kategori Bagus untuk memenuhi standar kelayakan program Smart City di kawasan kantor Bupati Lombok Timur. memiliki nilai rata-rata Throughput yang memenuhi standar untuk kelayakan program Smart City.

Kata kunci : Smart City, Jaringan LTE, G-Net Track Pro, Wireshark, Throughput.

ABSTRACT

With the increase in the world's global population, the shift of society towards an urban living environment is an inevitable phenomenon. As a result, cities are increasingly facing complex and significant challenges, this requires every city to adapt and change the way of interacting between government and society through the application of advances in information and communication technology. In 2017, East Lombok Regency was selected as one of the areas that will become a Smart city in West Nusa Tenggara Province. In its implementation, it is necessary to study and prepare in running the program with one of the efforts that can be done is to analyze the Quality of Service (QoS) of the network, especially around the East Lombok Regent's office area. This Final Project research aims to determine the comparison of Throughput parameter measurement results between Telkomsel and XL providers using the Wireshark application and the G-Net track pro application on the LTE network to support the feasibility of the Smart City program. Based on the results of measurements and calculations, the XL provider obtained an average throughput value of 1,119 kbps according to the TIPHON standard with index 3 or included in the Good category while the Telkomsel provider obtained an average throughput value of 1,220 kbps according to the TIPHON standard with index 4 or included in the Very Good category. Overall, the East Lombok Regent's office area has an average Throughput value that meets the standards in accordance with Permenkominfo Number 19/PER/M.KOMINFO/12/2010 and according to the TIPHON standard with an index of 3 or including the Good category to meet the eligibility standards for the Smart City program in the East Lombok Regent's office area.

Keywords: Smart City, Jaringan LTE, G-Net Track Pro, Wireshark, Throughput.

I. PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya populasi global dunia, pergeseran masyarakat menuju lingkungan hidup perkotaan merupakan fenomena yang tak terhindarkan. Disebutkan dalam tingkat urbanisasi dapat berdampak pada masalah perkotaan, termasuk di dalamnya aspek sosial, ekonomi dan lingkungan secara luas. Isu-isu yang terjadi di kota antara lain kesulitan dalam pengelolaan sampah, kelangkaan sumber daya, polusi udara, kesehatan manusia, kemacetan lalu lintas, jalan yang tidak memadai, infrastruktur yang rusak berat dan keselamatan publik. Akibatnya, kota semakin menghadapi tantangan yang kompleks dan signifikan, di tengah upaya untuk memenuhi kebutuhan energi dan lingkungan yang berkelanjutan secara bersamaan. Hal ini menuntut setiap kota untuk beradaptasi dan mengubah cara berinteraksi antara pemerintah dan masyarakat melalui penerapan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi.

Kabupaten Lombok Timur adalah salah satu Daerah Tingkat II atau Kabupaten yang berada di sebelah Timur pulau Lombok, provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Dengan luas wilayah 1.230,76 km² dengan populasi pada tahun 2020 sebanyak 1.319.537 jiwa, Ibu kota Lombok Timur berada di kecamatan Selong, Sebuah kecamatan dengan luas wilayah seluas 31,68 km² dan terdiri dari 11 Kelurahan dan 1 desa. Kecamatan Selong juga merupakan pusat dari pemerintahan dimana berpusatnya Organisasi Perangkat Daerah (OPD) dan beberapa sekolah baik milik pemerintah maupun swasta yang menyebabkan banyaknya jumlah penduduk sehingga kebutuhan akan layanan internet cukup tinggi. Pada tahun 2017 Kabupaten Lombok Timur terpilih sebagai salah satu daerah yang akan menjadi *Smart city* di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sampai dengan saat ini September 2022 masih dilakukan persiapan untuk program *Smart City* seperti program pendukung yang ada di dalam masterplan *Smart City* Kabupaten Lombok Timur.

Dalam pelaksanaannya maka Pemerintah Kabupaten Lombok Timur dalam hal ini Dinas Komunikasi, Informatika, dan Persandian Kabupaten Lombok Timur membutuhkan adanya pengkajian dan

persiapan dalam menjalankan program tersebut dengan salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menganalisis *Quality of Service* (QoS) jaringan khususnya di sekitar kawasan kantor Bupati Lombok Timur.

Di Kabupaten Lombok Timur terdapat beberapa aplikasi yang sudah dibangun dalam menunjang SPBE (Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik) diantaranya : SIMAYA, SIPEPADU, SIKAP, SIPADAT, Dan LOTIM MOBILE dengan standar akses menggunakan layanan 4G. Dalam Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 19/PER/M.KOMINFO/12/2010 disebutkan bahwa kecepatan transfer data (*throughput*) sekurangkurangnya sebesar 256 Kbps (*downlink*) dan 128 Kbps (*uplink*), *latency* maksimal 750 ms, dan *packet loss* maksimal 2%.

Untuk memaksimalkan persiapan untuk program *Smart City* perlu dibuat sebuah kajian mengenai *Quality Of Service* (QoS) jaringan *LTE* yang akan menjadi salah satu tolak ukur kelayakan program *Smart City* tersebut, Umumnya untuk mengukur *Quality Of Service* (QoS) yang standar biasanya menggunakan *Test Mobile System (TEMS) Investigation* namun karena harganya yang mahal menyebabkan banyak para pemula lebih memilih menggunakan aplikasi *G-Net Track* yang dapat memonitor jaringan dan yang beroperasi sistem OS *Android*, Selain itu juga para pemula biasanya menggunakan aplikasi *Wireshark* yang merupakan sebuah *Network Packet Analyzer* yang menampilkan semua informasi paket sedetail mungkin (Damayanti, Dkk. 2022). Aplikasi-aplikasi ini dipilih karena memiliki *tool-tool* gratis namun mendapatkan hasil pengukuran yang dapat dipertanggungjawabkan.

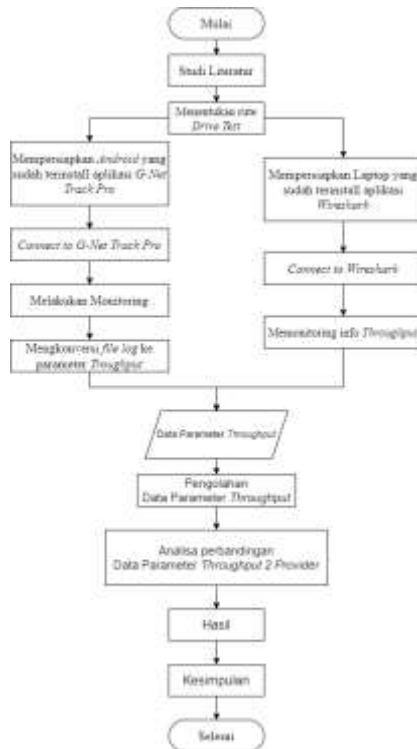
Sampai saat ini belum ada kajian mengenai penerapan *Smart City* di Kabupaten Lombok Timur sehingga melalui Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi bahan perencanaan dan kebijaksanaan yang tepat dimasa yang akan datang dalam mempersiapkan Program *Smart city* di Kabupaten Lombok Timur.

II. METODOLOGI

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian untuk melakukan penelitian secara terperinci dalam membuat sistem sehingga

didapatkan hasil yang runtut. Adapun tahapan atau diagram alir akan dijelaskan pada Gambar 1



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Dari flowchart Gambar 1 dapat dilihat bahwa pembahasan di bab ini dimulai dari studi literatur sebagai acuan apa yang harus dilakukan dalam mengerjakan penelitian sehingga mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Dilanjutkan dengan menentukan rute yang akan dilalui pada saat melakukan pengambilan data. Setelah itu dilanjutkan dengan mempersiapkan kebutuhan penelitian yang meliputi kebutuhan *Hardware* dan *software* yaitu aplikasi *G-Net Track Pro* dan *Wireshark* Setelah semuanya disiapkan selanjutnya melakukan pengukuran dengan menggunakan aplikasi *G-Net Track Pro* dan *Wireshark*. Barulah nantinya setelah didapatkan data hasil pengukuran dilakukan pengolahan data dan analisa terhadap data *Quality Of Service* (QoS) tersebut.

B. Peta Lokasi Pengambilan Data

Pada penelitian ini dilakukan dengan metode Drive Test menggunakan 2 software untuk membandingkan hasil pengukuran dengan rute pengambilan data difokuskan di sekeliling Kantor Bupati Lombok Timur.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Data



Gambar 3. Rute 1 Pengambilan Data



Gambar 4. Rute 2 Pengambilan Data



Gambar 5. Rute 3 Pengambilan Data

Pada gambar 2 adalah rute pengambilan data pada penelitian ini dimana terdapat 3 rute yang digunakan, pada rute 1 memiliki keliling 2.673 meter, rute 2 memiliki keliling 2.310 meter dan rute 3 memiliki keliling 3.168 meter.

C. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Dengan *G-Net Track Pro*

Prosedur pengambilan data menggunakan *G-Net Track Pro* yaitu menggunakan *Handphone*

yang sudah terpasangkan SIM card provider Telkomsel dan XL Axiata kemudian user melakukan perpindahan dari titik satu ketitik lainnya sesuai dengan jalur yang sudah ditentukan sebelumnya secara drive test untuk mengumpulkan data *Throughput / Bitrate*.



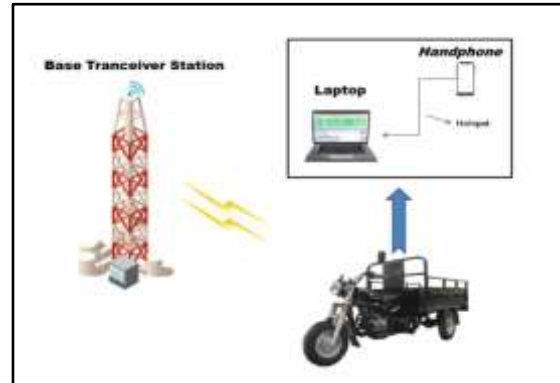
Gambar 6. Skema Pengukuran QoS Dengan *G-Net Track Pro*

Pada gambar 6 diatas merupakan blok diagram alur pengambilan data menggunakan aplikasi *G-Net Track Pro*. *Smartphone* yang telah sudah terinstal aplikasi *G-Net Track Pro* kemudian dikoneksikan dengan *Base Tranceiver Station* sesuai dengan *Provider* yang digunakan. Selanjutnya dilakukan monitoring untuk mendapatkan hasil dari pengukuran parameter yang diinginkan yaitu data *Throughput / Bitrate*.

2. Pengumpulan Data Dengan *Wireshark*

Pengambilan data kedua menggunakan aplikasi *wireshark*, yang sudah terinstal di laptop. untuk lokasi pengambilan data dilakukan di titik yang sama dengan pengambilan data menggunakan *G-Nettrack Pro* dan dilakukan di hari dan wilayah yang sama.

Berdasarkan hal tersebut, maka dalam skema pengambilan data pada tugas akhir akan di rancang pada blok diagram sebagai berikut :



Gambar 7. Skema Pengukuran QoS Dengan *Wireshark*

Pada gambar 7 diatas merupakan blok diagram alur pengambilan data menggunakan aplikasi *Wireshark*. Inputan awal diberikan oleh *Smartphone*. *Smartphone* kemudian dikoneksikan dengan *Base Tranceiver Station* sesuai dengan *Provider* yang digunakan. *Smartphone* akan di hubungan ke laptop dengan mengaktifkan hotspot seluler yang akan disambungkan ke laptop, pada laptop sudah terinstal aplikasi *Wireshark* yang berfungsi untuk memonitoring hasil dari pengukuran dengan cara menjalankan capture aplikasi *wireshark* pada saat yang bersamaan sewaktu pengunduhan atau penguploadan data untuk mendapatkan nilai QoS yaitu nilai *Throughput*.

D. Pengolahan Data

1. Aplikasi *Wireshark*



Gambar 8. Hasil *Screenshot* pada aplikasi *Wireshark*

Pengolahan data dilakukan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*, Setelah mendapatkan hasil dari pengukuran yang di lakukan di lapangan selanjutnya dihitung jumlah paket data yang diterima (*Byte*) dibagi dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan paket / *Time Span* (s) maka akan didapatkan jumlah

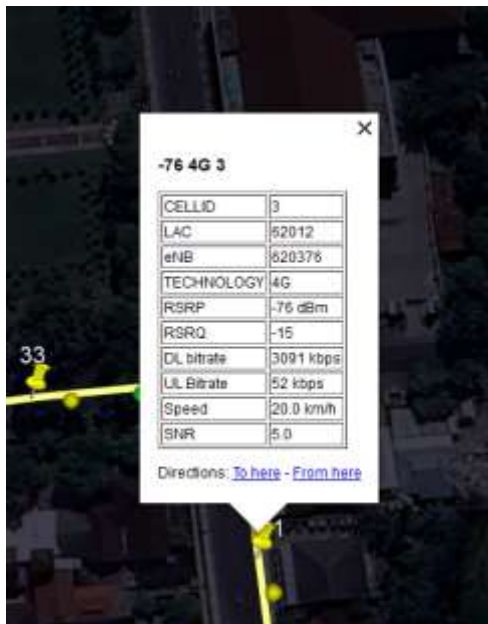
throughput dalam satuan (Byte/s). Setelah itu dilakukan konversi dari satuan Byte/s ke satuan kilobit/s (kbps).

2. Aplikasi G-Net Track Pro

Data yang sudah dikumpulkan pada aplikasi *G-Net Track Pro* akan tersimpan dengan format .KML, Selanjutnya file tersebut diimportkan ke aplikasi *Google Earth*.



Gambar 9. Aplikasi *Google Earth* Setelah diimportkan file dari aplikasi *G-Net Track Pro*



Gambar 10. Tabel informasi yang diperoleh dari konversi aplikasi *G-Net Track Pro*

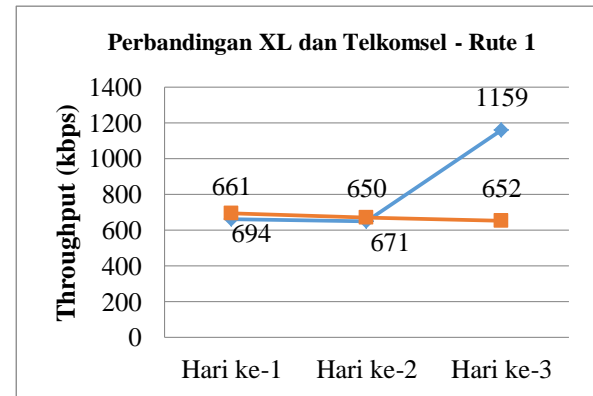
Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa beberapa informasi dapat diketahui dari hasil konversi aplikasi *G-Net Track Pro* menggunakan aplikasi *Google Earth* diantaranya CELLID, LAC, Enb, Jenis Teknologi, Nilai RSRP, Nilai RSRQ, DL bitrate (*Downlink bitrate*), UL bitrate (*Uplink bitrate*), Speed, dan SNR.

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) sehingga tidak perlu diubah seperti pada aplikasi *Wireshark*, Berikut adalah tabel warna keterangan kualitas *throughput* pada aplikasi *G-Net Track Pro*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Aplikasi *Wireshark* – Rute 1

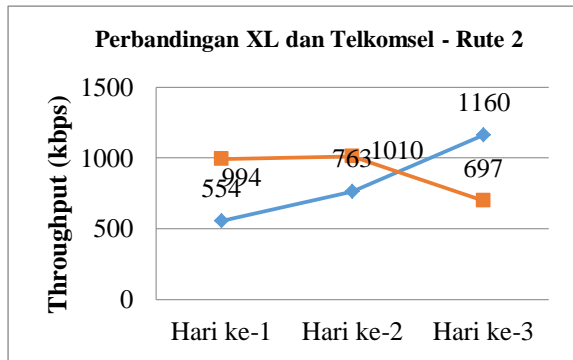
Data \ Waktu	PAGI	SIANG	SORE	Rata-rata
XL	1.037	586	360	661
	612	1.000	340	650
	464	1.735	1.279	1159
TELKOMSEL	825	673	585	694
	909	720	385	671
	377	924	656	652



Pada grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara provider XL dan Telkomsel pada saat menggunakan aplikasi *Wireshark* pada rute 1, hari ke-1, ke-2, dan ke-3 dimana untuk provider XL hari ke-1 didapatkan rata-rata *Throughput* sebesar 661 kbps, hari ke-2 sebesar 650 kbps, dan hari ke-3 sebesar 1159 kbps. Sedangkan untuk provider Telkomsel didapatkan rata-rata *Throughput* pada hari ke-1 sebesar 694 kbps, hari ke-2 sebesar 671 kbps, dan hari ke-3 sebesar 652 kbps.

B. Aplikasi Wireshark – Rute 2

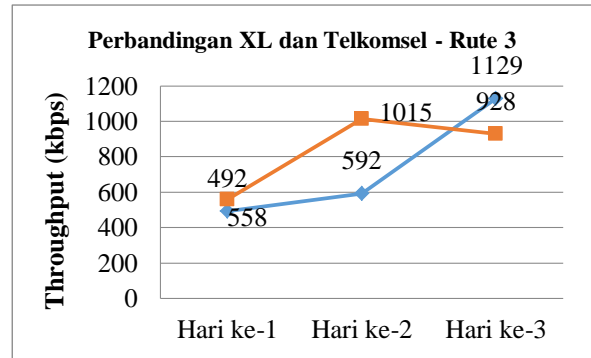
Data \ Waktu	PAGI	SIANG	SORE	Rata-rata
XL	728	517	418	554
	660	1025	606	763
	489	1626	1366	1160
TELKOMSEL	1736	650	596	994
	1157	1450	423	1010
	415	847	831	697



Pada grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara provider XL dan Telkomsel pada saat menggunakan aplikasi Wireshark pada rute 2, hari ke-1, ke-2, dan ke-3 dimana untuk provider XL hari ke-1 didapatkan rata-rata *Throughput* sebesar 554 kbps, hari ke-2 sebesar 763 kbps, dan hari ke-3 sebesar 1160 kbps. Sedangkan untuk provider Telkomsel didapatkan rata-rata *Throughput* pada hari ke-1 sebesar 994 kbps, hari ke-2 sebesar 1010 kbps, dan hari ke-3 sebesar 697 kbps.

C. Aplikasi Wireshark – Rute 3

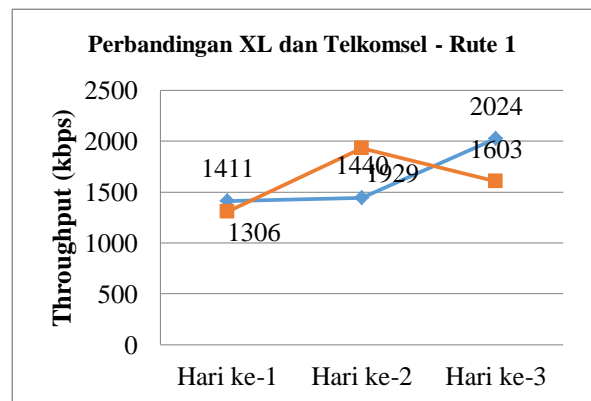
Data \ Waktu	PAGI	SIANG	SORE	Rata-rata
XL	578	490	409	492
	600	544	634	592
	478	1601	1309	1129
TELKOMSEL	452	629	593	558
	1080	1572	394	1015
	1017	933	835	928



Pada grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara provider XL dan Telkomsel pada saat menggunakan aplikasi *Wireshark* pada rute 3, hari ke-1, ke-2, dan ke-3 dimana untuk provider XL hari ke-1 didapatkan rata-rata *Throughput* sebesar 492 kbps, hari ke-2 sebesar 592 kbps, dan hari ke-3 sebesar 928 kbps. Sedangkan untuk provider Telkomsel didapatkan rata-rata *Throughput* pada hari ke-1 sebesar 558 kbps, hari ke-2 sebesar 1015 kbps, dan hari ke-3 sebesar 1129 kbps.

D. Aplikasi G-Net Track Pro – Rute 1

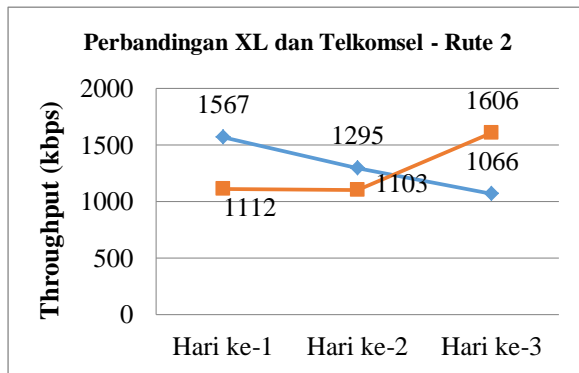
Data \ Waktu	PAGI	SIANG	SORE	Rata-rata
XL	1344	1467	1423	1411
	1844	1360	1117	1440
	2237	1769	2068	2024
TELKOMSEL	2181	850	887	1306
	1309	2448	2032	1929
	1339	1881	1590	1603



Pada grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara provider XL dan Telkomsel pada saat menggunakan aplikasi *G-Net Track Pro* pada rute 1, hari ke-1, ke-2, dan ke-3 dimana untuk provider XL hari ke-1 didapatkan rata-rata *Throughput* sebesar 1411 kbps, hari ke-2 sebesar 1440 kbps, dan hari ke-3 sebesar 2024 kbps. Sedangkan untuk provider Telkomsel didapatkan rata-rata *Throughput* pada hari ke-1 sebesar 1306 kbps, hari ke-2 sebesar 1929 kbps, dan hari ke-3 sebesar 1603 kbps.

E. Aplikasi G-Net Track Pro – Rute 2

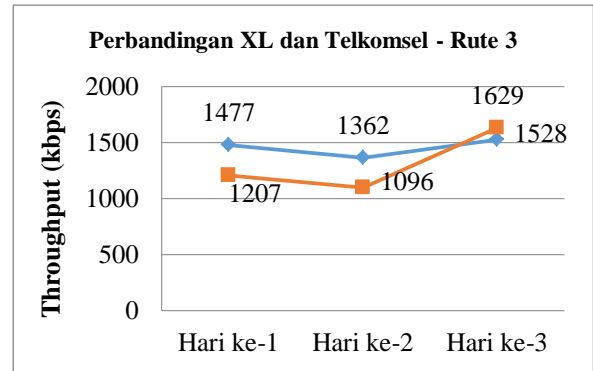
Data \ Waktu	PAGI	SIANG	SORE	Rata-rata
XL	1454	1887	1361	1567
	1114	1163	1608	1295
	515	1654	1029	1066
TELKOMSEL	1300	710	1326	1112
	1219	998	1094	1103
	1087	1607	2125	1606



Pada grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara provider XL dan Telkomsel pada saat menggunakan aplikasi *G-Net Track Pro* pada rute 2, hari ke-1, ke-2, dan ke-3 dimana untuk provider XL hari ke-1 didapatkan rata-rata *Throughput* sebesar 1567 kbps, hari ke-2 sebesar 1295 kbps, dan hari ke-3 sebesar 1066 kbps. Sedangkan untuk provider Telkomsel didapatkan rata-rata *Throughput* pada hari ke-1 sebesar 1112 kbps, hari ke-2 sebesar 1103 kbps, dan hari ke-3 sebesar 1606 kbps.

F. Aplikasi G-Net Track Pro – Rute 3

Data \ Waktu	PAGI	SIANG	SORE	Rata-rata
XL	1562	1544	1325	1477
	1427	1080	1580	1362
	1201	1286	2097	1528
TELKOMSEL	722	1945	954	1207
	1150	1012	1127	1096
	1523	2098	1266	1629



Pada grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara provider XL dan Telkomsel pada saat menggunakan aplikasi *G-Net Track Pro* pada rute 3, hari ke-1, ke-2, dan ke-3 dimana untuk provider XL hari ke-1 didapatkan rata-rata *Throughput* sebesar 1477 kbps, hari ke-2 sebesar 1362 kbps, dan hari ke-3 sebesar 1528 kbps. Sedangkan untuk provider Telkomsel didapatkan rata-rata *Throughput* pada hari ke-1 sebesar 1207 kbps, hari ke-2 sebesar 1096 kbps, dan hari ke-3 sebesar 1629 kbps.

IV. PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah diperoleh dapat disimpulkan beberapa poin kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk provider XL didapatkan nilai rata-rata throughput sebesar 1.119 kbps, dengan mengacu pada Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 19/PER/M.KOMINFO/12/2010 dengan standar throughput sebesar 256 kbps maka sudah memenuhi standar dan sesuai standar TIPHON dengan indeks 3 atau termasuk pada kategori Bagus.

2. Untuk provider Telkomsel didapatkan nilai rata-rata throughput sebesar 1.220 kbps, dengan mengacu pada Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 19/PER/M.KOMINFO/12/2010 dengan standar throughput sebesar 256 kbps maka sudah memenuhi standar dan sesuai standar TIPHON dengan indeks 4 atau termasuk pada kategori Sangat Bagus.
3. Secara keseluruhan untuk kawasan kantor Bupati Lombok Timur memiliki nilai rata-rata 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 dengan indeks 3 atau termasuk kategori Bagus untuk memenuhi standar kelayakan program Smart City di kawasan kantor Bupati Lombok Timur.

B. SARAN

Pada penelitian ini, masih banyak hal yang perlu dilakukan untuk menunjang hasil yang akan dicapai sehingga lebih bermanfaat dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian yang berkaitan. Berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut :

1. Untuk penelitian selanjutnya di harapkan menggunakan aplikasi analisa protokol jaringan yang lebih presisi sehingga mendapat perbandingan lebih lengkap.
2. Untuk penelitian selanjutnya di harapkan menggunakan perangkat yang lebih memadai sehingga proses pengambilan data lebih lancar.
3. Sebelum menentukan lokasi penelitian lebih baiknya melakukan pemeriksaan dasar mengenai data penelitian yang ingin diambil.
4. Untuk penelitian selanjutnya juga di harapkan menggunakan titik pengambilan yang lebih banyak disetiap wilayah sehingga mendapatkan data yang lebih akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Damayanti, N. A., Imansyah, F., Putra, L. S. A., & Marpaung, J. ANALISIS QUALITY OF SERVICE PADA JARINGAN ICONNET MENGGUNAKAN APLIKASI WIRESHARK. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- [2] Efriyendro, R., & Rahayu, Y. (2017). Analisa Perbandingan Kuat Sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL AXIATA Berdasarkan Paramater Drive Test Menggunakan Software G-NetTrack Pro Di Area Jalan Protokol Panam . *Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau*, 4(2), 1–9.
- [3] Fadli, M., & Sumitra, I. D. (2019). A Study of Application and Framework Smart City in Bandung: A Survey. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662, 022083.
- [4] Farida, F., & Yudianto, A. H. (2020). Analisis Performansi Jaringan 4G Operator Telkomsel di Kota Tanjungpinang menggunakan Metode Drive Test. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 9(1), 1–7.
- [5] Hadikusuma, R. S., Sitindjak, H. G., & Assubhi, M. H. (2021). ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) JARINGAN PROVIDER TRI MELALUI DRIVE TEST DI PURWAKARTA. *Barometer*, 6(2), 387-394.
- [6] Hakim, A. R., Tjahjamoonsih, N., & Suryadi, D. (2021). Analisis Kualitas Jaringan Internet Dengan Sinyal 4G LTE Dengan Metode QOS. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- [7] Hardiyanto, B. (2020). Analisa Quality of Service (QOS) Jaringan 4G LT. *Jurnal Engineering Edu*, 6(2), 1–8.
- [8] Ilmananda, A. S., Marcus, R. D., & Pamuji, F. Y. (2022). Pemanfaatan Infrastruktur Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam Pengembangan Smart City: Studi Kasus Pemerintah Kota Batu. *Briliant: jurnal riset dan konseptual*, 7(4), 253-268.
- [9] Jalaluddin, Imansyah, F., & F. Trias, P. W. (2020). Analisis Performansi Jaringan dan Kualitas Sinyal 4G LTE Telkomsel di Area Fakultas Teknik Untan Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), 1–10. <https://jurnaleeccis.ub.ac.id/>
- [10] Kasznar, A. P. P., Hammad, A. W. A., Najjar, M., Linhares Qualharini, E., Figueiredo, K., Soares, C. A. P., & Haddad, A. N. (2021). Multiple Dimensions of Smart Cities' Infrastructure: A Review. *Buildings*, 11(2), 73.

- [11] Panjaitan, M. V., Sukiswo, S., & Zahra, A. A. (2018). Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan 4G Dengan Metode Drive Test Pada Kondisi Outdoor Menggunakan Aplikasi G-Nettrack Pro. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 7(2), 408–415.
- [12] Patrão, C., Moura, P., & Almeida, A. T. de. (2020). Review of Smart City Assessment Tools. *Smart Cities*, 3(4), 1117–1132.
- [14] Saputra, H. A., Pohny, P., Putra, G. M., Budiman, E., & Wardhana, R. (2020, September). Analisis QOS Jaringan 4G Dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark (Studi Kasus: Tepian Samarinda, Taman Samarinda, dan Taman Cerdas). In *Prosiding SAKTI (Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi)* (Vol. 5, No. 1, pp. 13-18).
- [15] Setyawan, Wondo Eki. (2021). Analisis Performansi Jaringan 4G LTE Operator Hutchison 3 di Rumah Sakit Umum Universitas Tanjungpura Pontianak, *Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura*. (Vol 1 No 1. Pontianak).
- [16] Warsika, I. D. G. P., Wirastuti, N. D., & Sudiarta, P. K. (2019). Analisa Throughput Jaringan 4G Lte Dan Hasil Drive Test Pada Cluster Renon. *Jurnal Spektrum*, 6(1), 74-80.
- [17] Wulandari, R. (2016). Analisis QoS (Quality of Service) pada jaringan internet (studi kasus: upt loka uji teknik penambangan jampang kulon–lipi). *Jurnal teknik informatika dan sistem informasi*, 2(2).
- [18] Yaqoob, I., Hashem, I. A. T., Mehmood, Y., Gani, A., Mokhtar, S., & Guizani, S. (2017). Enabling communication technologies for smart cities. *IEEE Communications Magazine*, 55(1), 112-120.