

Jurnal Ilmiah Setrum

Volume 11, No.1, Juni 2022

p-ISSN : 2301-4652 / e-ISSN : 2503-068X

ANALISIS PERBANDINGAN *QUALITY OF SERVICE* (QOS) JARINGAN 4G LTE PROVIDER DIGITAL KOTA TANGERANG

Muhammad Emir Sadzali¹, Dina Estining Tyas Lufianawati², Suhendar³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 16 Mei 2022

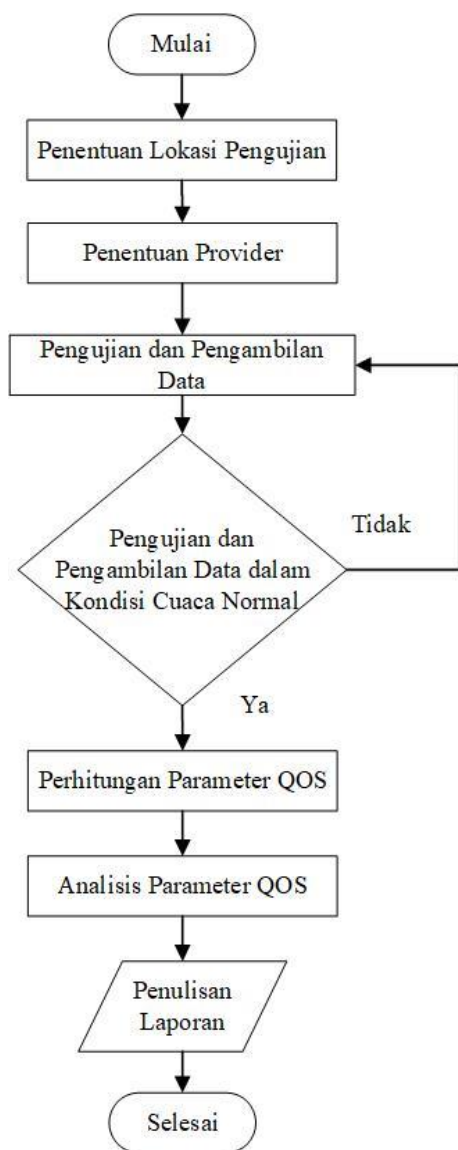
Direvisi : 15 Juni 2022

Disetujui : 20 Juni 2022

doi:10.36055/setrum.v11i1.15212

*Korespondensi Penulis :

emirsadzali@gmail.com



Abstract

The telecommunication access needs is growing rapidly, this is directly proportional to the development of the modern technological which is very high. Tangerang city is the largest city in Banten with a large number of residents so that the need for internet services is quite high, in addition, Covid-19 pandemic encourages everyone to work from home raises awareness of the need for good and fast internet services to help the implementation of work smoothly, therefore it is necessary to test the quality of internet services provided by internet service providers can be considered in the selection of cellular operators for users and recommendations for improving service quality by ISP. Quality of service is the ability of a network to be able to provide good services, parameters include packet loss, throughput, delay and jitter. The research conducted on three digital provider namely By.U, Live on and MPWR. The tests conducted at five different locations and three different times using wireshark. The test results showed that the quality of internet service in fifth area was fairly good condition only that By.U had poor jitter values when streaming in the afternoon Cibodas and MPWR had a smaller throughput average value in Karawaci area.

Keywords: Digital Provider, 4G LTE Service, Quality of Service

Abstrak

Kebutuhan akses telekomunikasi pada jaman modern ini berkembang sangat pesat, hal ini berbanding lurus dengan perkembangan dunia teknologi modern yang sangat tinggi. Kota Tangerang merupakan kota terbesar di Provinsi Banten dengan jumlah penduduk yang tinggi sehingga kebutuhan akan layanan internet cukup tinggi, disamping itu pandemi Covid-19 mendorong setiap orang untuk bekerja dari rumah menimbulkan kesadaran akan butuhnya layanan internet yang baik dan cepat agar dapat membantu pelaksanaan pekerjaan menjadi lancar, maka dari itu perlu adanya pengujian mengenai kualitas layanan internet yang diberikan oleh internet service provider agar dapat menjadi pertimbangan pemilihan operator seluler bagi pengguna dan rekomendasi peningkatan kualitas layanan oleh ISP. Quality of service merupakan kemampuan suatu jaringan untuk dapat menyediakan layanan yang baik, parameter QOS diantaranya adalah packet loss, throughput, delay dan jitter. Penelitian dilakukan terhadap tiga operator provider digital yaitu By.U, Live on dan MPWR. Pengujian dilakukan di lima lokasi daerah yang berbeda dan tiga waktu berbeda menggunakan software wireshark. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas layanan internet di kelima daerah dalam kategori bagus hanya saja provider By.U memiliki nilai jitter yang buruk di daerah Cibodas saat melakukan streaming pada sore hari dan provider MPWR memiliki nilai rata-rata throughput yang lebih kecil dibandingkan yang lain di daerah Karawaci.

Kata kunci: Provider Digital, Layanan 4G LTE, Quality of Service

© 2022 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved



1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akses telekomunikasi pada zaman modern ini berkembang sangat pesat hal ini berbanding lurus dengan perkembangan dunia teknologi modern yang sangat tinggi dimana hampir setiap orang memiliki ponsel genggam atau *smartphone*. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik Republik Indonesia (BPS RI) mengungkapkan bahwa “persentase penduduk yang menggunakan telepon seluler terus mengalami peningkatan, hingga pada tahun 2018 mencapai 62,41 persen” [1].

Pandemi Covid-19 mendorong setiap orang untuk melakukan pekerjaan secara daring atau disebut *Work From Home (WFH)* mulai dari pegawai, guru atau tenaga pengajar, mahasiswa dan bahkan siswa sekolah menengah keatas sampai siswa sekolah dasar [2]. Hal ini menyebabkan peningkatan kebutuhan layanan telekomunikasi yang lebih besar [3]. Penyedia layanan internet atau *Internet Service Provider (ISP)* sedang berlomba-lomba untuk memberikan pelayanan yang lebih baik dengan kemampuan jaringan 4G LTE (*Fourth Generation Long Term Evolution*) dan sistem transaksi pembelian paket secara digital yang saat ini sedang menjadi tren dengan sebutan *provider* digital [4].

Banyak operator penyedia layanan internet yang mengklaim bahwa layanan internet mereka yang terbaik, tetapi pada penerapannya kemampuan jaringan 4G LTE yang dimiliki di setiap operator tidaklah sama di setiap wilayah Indonesia. Selain wilayah, faktor yang mempengaruhi layanan jaringan internet diantaranya adalah jumlah pengguna lain yang menggunakan jaringan *provider* yang sama dan redaman propagasi akibat adanya gedung bangunan atau bahkan kondisi geografis [5].

Kota Tangerang merupakan kota terbesar di Provinsi Banten [6] dengan banyak perkantoran, perusahaan dan beberapa sekolah tinggi baik milik pemerintah maupun swasta yang menyebabkan banyaknya jumlah penduduk di kota Tangerang sehingga kebutuhan akan layanan internet cukup tinggi. Di samping itu, pandemi Covid-19 yang mendorong setiap orang untuk bekerja dari rumah menimbulkan kesadaran akan butuhnya layanan internet yang baik dan cepat agar dapat membantu pelaksanaan pekerjaan menjadi lancar. Dengan latar belakang di atas, Penulis terdorong untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Perbandingan *Quality of Service (QoS)* Jaringan 4G LTE *Provider* Digital Kota Tangerang Menggunakan Wireshark” dengan parameter pengukuran kualitas layanan internet meliputi *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* di wilayah kota Tangerang.

2. METODE PENELITIAN

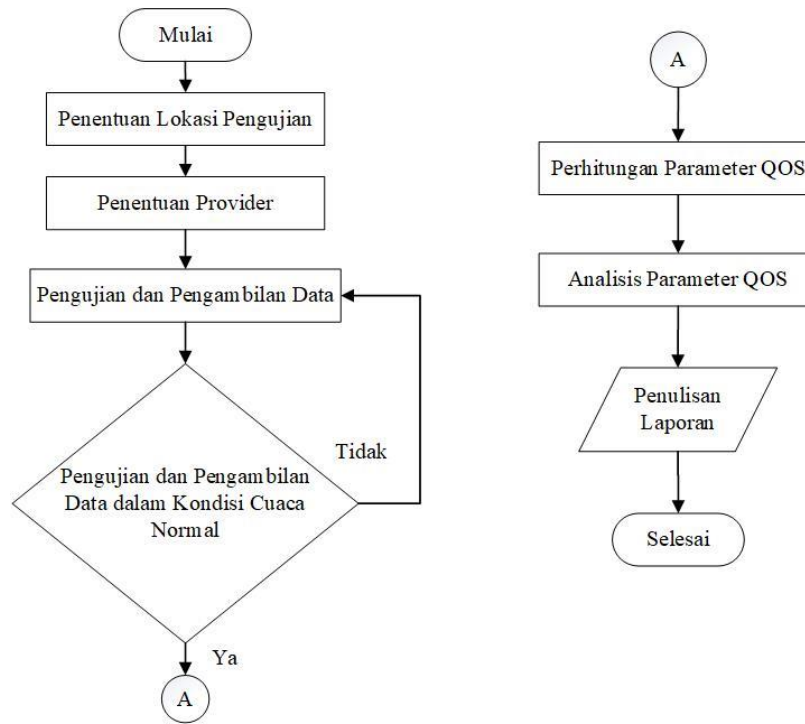
2.1 Metode Penelitian

Proses penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dilakukan berdasarkan urutan dalam melakukan penelitian:

- a) Identifikasi masalah yaitu dengan merumuskan latar belakang hingga tujuan dalam penelitian ini.
- b) Penentuan lokasi untuk melakukan pengujian atau pengambilan data yang dimaksud untuk menjadi sampel dari populasi wilayah kota Tangerang.
- c) Pengujian dan pengambilan data, yaitu pengujian yang dilakukan pada lokasi wilayah-wilayah yang sudah ditentukan untuk mengambil data dengan melakukan akses internet menggunakan *provider* digital yang ditentukan.
- d) Perhitungan dan analisis nilai-nilai dari parameter *Quality of Service* yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*.

2.2 Diagram Alir Penelitian

Secara sederhana proses penelitian analisis perbandingan *Quality of Service (QoS)* jaringan 4G LTE *provider* digital Kota Tangerang dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.3 Instrumen Penelitian

Analisis perbandingan *Quality of Service* dilakukan berdasarkan data hasil pengujian atau pengambilan data, untuk dapat memperoleh data yang dibutuhkan maka perlu adanya beberapa instrument yang digunakan berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) seperti berikut.

2.3.1 Instrumen Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk memperoleh data yang dibutuhkan untuk analisis *Quality of service* adalah sebagai berikut.

1. *Smartphone* android dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Smartphone

Model	Realme 3	Y 17	Redmi 9
Versi Android	9	9	10
Processor	<i>Eight Core</i>	<i>Octa Core</i>	<i>Octa Core</i>
RAM	3.00 GB	4.00 GB	4
ROM	32 GB	128 GB	64

Tabel 1 memuat sejumlah spesifikasi dari perangkat *smartphone* yang digunakan, yang terdiri dari 3 jenis model, masing-masing memiliki spesifikasi perangkat yang hampir serupa terutama processor yang digunakan, sementara untuk variabel ram dan rom meskipun terdapat perbedaan namun tidak mempengaruhi hasil penelitian.

2. Laptop dengan spesifikasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi Laptop

Spesifikasi Laptop 1	
Processor	Intel® Core™ i7-10750H CPU @ 2.60GHz
RAM	8.00 GB
ROM	SSD 512 GB
System	64-Bit Operating System
Spesifikasi Laptop 2	
Processor	Intel® Core™ i5-7200 CPU @ 2.50GHz
RAM	4.00 GB
ROM	SSD 128 GB
System	64-Bit Operating System
Spesifikasi Laptop 3	
Processor	AMD A9-9425 APU dual core 3.1 Ghz
RAM	4.00 GB
ROM	HDD 1 TB
System	64-Bit Operating System

Tabel 2 memuat sejumlah spesifikasi dari perangkat laptop yang digunakan, yang terdiri dari 3 jenis model meskipun terdapat perbedaan spesifikasi perangkat yang digunakan namun tidak mempengaruhi hasil penelitian.

2.3.2 Instrumen Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk memperoleh dan mengolah data yang dibutuhkan untuk analisis *Quality of Service* adalah sebagai berikut.

1. Wireshark

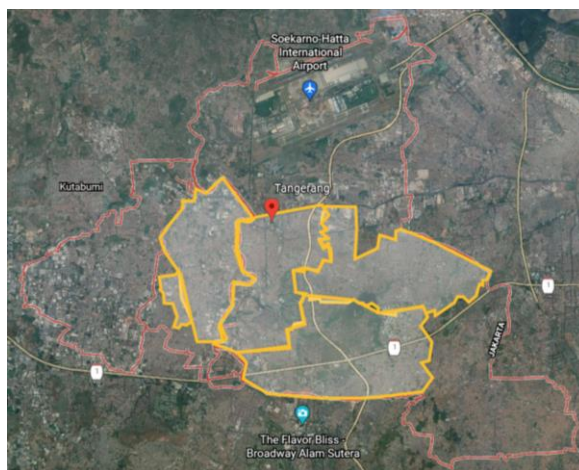
Wireshark merupakan *software* untuk melakukan analisa lalu lintas jaringan komputer sehingga yang dapat digunakan untuk mencari parameter-parameter *Quality of Service*.

2. Excel

Excel merupakan *software* untuk malakukan perhitungan data yang didapat dan mengubah data yang didapat dalam bentuk grafik.

2.3 Penentuan Lokasi Penelitian

Penentuan wilayah dimaksudkan untuk membagi wilayah kota Tangerang seperti pada Gambar 2 yang sangat luas agar proses analisis lebih tepat dan akurat, penentuan wilayah dilakukan berdasarkan jumlah penduduk terbanyak dikecamatan tersebut.



Gambar 2 Peta Kota Tangerang



Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik lima kecamatan dengan jumlah penduduk terbanyak di kota Tangerang adalah kecamatan Cipondoh, Karawaci, Pinang, Tangerang dan Cibodas [1]. sehingga penentuan wilayah dibagi menjadi lima yaitu kecamatan Cipondoh, Karawaci, Pinang, Tangerang dan Cibodas. Tabel 3 menunjukkan data jumlah penduduk kota Tangerang pada tahun 2018 dan 2019 berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik Indonesia.

Tabel 3 Jumlah Penduduk Kota Tangerang [1]

Kecamatan	Jumlah Penduduk Kota Tangerang					
	Laki-laki		Perempuan		Laki-laki+Perempuan	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Ciledug	66644	68544	66019	67981	132663	136525
Larangan	71421	72047	71186	71887	142607	143934
Karangtengah	53723	54464	53112	53941	106835	108405
Cipondoh	101024	102466	99620	101415	200644	203881
Pinang	82867	84817	81368	83660	164235	168477
Tangerang	75570	77210	74709	76583	150279	153793
Karawaci	91646	93035	89683	91181	181329	184216
Jatiuwung	53956	53570	50944	50849	104900	104419
Cibodas	73196	74762	72584	74430	145780	149192
Periuk	67711	68405	65513	66336	133224	134741
Batuceper	45694	45843	44021	44210	89715	90053
Neglasari	57175	58883	54634	56279	111809	115162
Benda	40115	39904	38469	38390	78584	78294

Berdasarkan data laporan Badan Pusat Statistik Indonesia seperti yang tertera pada Tabel 3.maka penentuan wilayah dengan jumlah penduduk tertinggi dibagi menjadi lima kecamatan yaitu kecamatan Cipondoh, Karawaci, Pinang, Tangerang dan Cibodas.

2.4 Penentuan *Provider*

Banyak operator penyedia layanan internet di Indonesia yang menawarkan layanan internet terbaik menurut masing-masing *provider*, tetapi pada penerapannya kemampuan jaringan 4G LTE yang dimiliki disetiap operator tidaklah sama di setiap wilayah. Kota Tangerang merupakan kota dengan jumlah penduduk yang banyak dan kebutuhan internet yang cukup besar. Banyak operator penyedia layanan internet dapat digunakan di Kota Tangerang sehingga perlu adanya penentuan *provider* yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Penentuan *provider* dalam penelitian ini dimaksud agar penelitian dapat lebih terfokus pada *provider* tertentu, dalam penelitian ini ditentukan *provider* yang digunakan merupakan *provider* digital. *Provider* digital dipilih karena merupakan *provider* baru yang menawarkan layanan kartu prabayar berbasis aplikasi digital sehingga segala aktivitasnya bisa dilakukan secara digital melalui aplikasi atau situs resmi, *provider* digital yang digunakan diantaranya adalah *provider* By.U, Live.On dan MPWR. Melihat situasi pandemi saat ini *provider* digital sangat cocok untuk menjadi penyedia layanan internet bagi penggunanya.

2.5 Metode Kerja

Pengukuran dilakukan dalam tiga waktu yaitu pagi jam 08.00 sampai dengan jam 11.00, siang jam 12.00 sampai dengan jam 15.00 dan sore jam 15.00 sampai dengan jam 18.00 menggunakan aplikasi Wireshark untuk mengukur parameter *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Parameter ini dipilih untuk mewakili kualitas layanan jaringan di kota Tangerang, untuk melakukan analisis dari penelitian ini digunakan metode kerja sebagai berikut.

1. Setiap *Smartphone* diisi dengan kartu SIM *provider* digital yang dipilih yaitu By.U, MPWR dan Live.On untuk mendapatkan akses layanan internet dari masing-masing *provider*, layanan akses internet tersebut disambungkan kepada masing-masing laptop secara acak dengan menjadikan *smartphone* sebagai *virtual hotspot* bagi laptop yang digunakan.
2. Langkah selanjutnya dilakukan pengambilan data dari parameter *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* di kota Tangerang menggunakan laptop yang sudah terinstal aplikasi Wireshark.
3. Setelah didapatkan data dari parameter yang sudah ditentukan, maka dilakukan pengolahan data menggunakan aplikasi excel berupa tabel lalu dikonversikan menjadi data berbentuk grafik.
4. Setelah mendapatkan data yang sesuai dalam bentuk grafik maka dilakukan analisis terhadap hasil pengukuran yang telah dilakukan berdasarkan kondisi pengukuran dari layanan *provider* tersebut. Analisis yang dilakukan merupakan analisis perbandingan hasil pengukuran yang didapat berdasarkan parameter yang digunakan.
5. Langkah terakhir adalah membahas hasil analisis perbandingan *Quality of Service* dan mengambil kesimpulan dan saran untuk optimalisasi jaringan 4G LTE di wilayah penelitian dilakukan.

2.6 Skenario Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas layanan jaringan internet di kota Tangerang yang dimiliki oleh 3 *provider* digital yaitu *provider* By.U, Live.On dan MPWR. Metode yang digunakan untuk mengetahui kualitas layanan jaringan internet adalah metode pengukuran menggunakan QoS (*Quality of Service*) dengan parameter yang digunakan adalah *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *software* Wireshark dengan melakukan aktivitas *download*, *upload*, *streaming* dan *zoom meeting* secara bersamaan oleh ketiga *provider* digital.

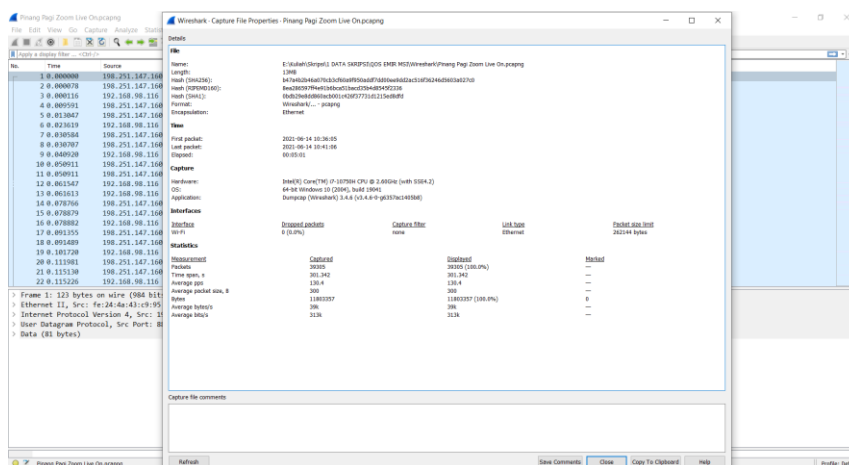
Pengambilan data *throughput* dilakukan untuk mengetahui seberapa baik *provider* dapat mengirimkan data dari *server* ke *user* yang akan sangat berpengaruh pada saat aktivitas *download* dan *upload*, pengambilan data *packet loss* dilakukan untuk mengetahui kemampuan *provider* untuk menjaga pengiriman paket data dari *server* ke *user* agar tidak hilang di jalan, karena paket data yang hilang harus dikirimkan ulang sehingga dapat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas pada saat transmisi data, pengambilan data *delay* dan *jitter* dilakukan untuk mengetahui kestabilan jaringan yang dimiliki pada saat melakukan aktivitas diatas terutama pada saat aktivitas aplikasi yang dilakukan secara *real-time* seperti aktivitas *streaming* dan *zoom meeting*.

Wilayah pengambilan data dilakukan pada beberapa titik di kota Tangerang diantaranya yaitu daerah Cipondoh, Karawaci, Pinang, Tangerang, dan Cibodas. Pemilihan titik pengambilan data dilakukan berdasarkan jumlah penduduk terbanyak di kota Tangerang menurut data laporan BPS. Titik pengambilan data daerah Cipondoh dilakukan di Jl. KH. Hasyim Ashari, Poris Plawad Indah, kec, Cipondoh, kota Tangerang. Pemilihan wilayah ini dilakukan karena terdapat pemukiman warga yang cukup banyak di sekitar titik pengambilan data. Titik pengambilan data daerah Karawaci dilakukan di Jl. Teuku Umar, kec. Karawaci, kota Tangerang. Pemilihan wilayah ini dilakukan karena terdapat penduduk yang cukup banyak di sekitar titik pengambilan data. Titik pengambilan data daerah Pinang dilakukan di Jl. KH. Hasyim Ashari No. 27, RT.01/RW.02, Nerogtog, kec. Pinang, kota Tangerang. Pemilihan wilayah ini dilakukan karena terdapat pemukiman warga yang cukup banyak di sekitar titik pengambilan data. Titik wilayah pengambilan data daerah Tangerang dilakukan di Jl. Satria-Sudirman,

RT.001/RW.001, Sukaasih, kec. Tangerang, kota Tangerang. Pemilihan wilayah ini dilakukan karena terdapat pemukiman warga, masjid agung, taman balaikota serta pusat pemerintahan kota Tangerang yang menjadi tempat padat pengunjung. Titik pengambilan data daerah Cibodas dilakukan di Jl. Palembang Raya Utara, RT.001/RW.011, Panunggangan, kec. Cibodas, kota Tangerang. Pemilihan wilayah ini dilakukan karena terdapat pemukiman warga di sekitar titik pengambilan data.

2.7 Data Pengujian

Pengujian data dilakukan pada wilayah yang sudah ditentukan dengan melakukan *upload download* video dengan ukuran sebesar 118 Mb ke *google drive*, melakukan *streaming* video pada youtube dengan resolusi sebesar 480p dan melakukan *video conference* melalui zoom. Gambar 3 merupakan contoh pengambilan data menggunakan *software* Wireshark.



Gambar 3 Pengambilan Data Wireshark

Hasil pengambilan data pada *software* Wireshark seperti pada Gambar 3 diolah kembali menggunakan *software* excel untuk dapat menghitung nilai-nilai parameter *Quality of Service* yang ingin diteliti yaitu nilai parameter *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengenai perbandingan *Quality of Service* (QoS) jaringan 4G LTE dari 3 *provider* digital di kota Tangerang yaitu By.U, Live.On dan MPWR menggunakan *software* Wireshark. Hasil yang didapat diolah menggunakan Ms. Excel setelah data diolah kemudian dianalisis dan dibandingkan berdasarkan standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*).

3.1 Pembahasan Perbandingan Parameter *Quality of Service*

Perbandingan parameter yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* dengan hasil yang telah diukur di beberapa titik wilayah yang sudah ditentukan dengan melakukan aktivitas *download*, *upload*, *streaming* dan zoom meeting. Berikut perbandingan parameter *Quality of Service* (QOS) berdasarkan hasil pengukuran yang telah didapat.

3.1.1 Perbandingan Parameter *Throughput*

Hasil pengukuran pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa performa *provider* By.U di daerah Cibodas lebih stabil dan baik pada pengukuran di pagi, siang, dan sore hari. *Provider* Live.On memberikan layanan yang sangat baik di sore hari namun di pagi dan siang hari kualitasnya paling rendah. Sementara, untuk *provider* MPWR menunjukkan kualitas yang cukup baik dibawah performa By.U pada saat pagi dan siang hari, namun di sore hari kualitasnya paling rendah, sedangkan di daerah



Cipondoh *provider* Live.On merupakan *provider* yang memiliki performa yang paling baik di pagi, siang dan sore hari. *Provider* By.U memiliki layanan yang baik dibawah *provider* Live.On pada pagi dan sore hari namun di siang hari performanya lebih rendah dibandingkan *provider* lainnya. *Provider* MPWR memiliki performa rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan *provider* By.U dan Live.On, untuk daerah Karawaci *provider* Live.On memiliki performa yang paling baik dibandingkan dengan *provider* By.U dan MPWR, sedangkan *provider* By.U memiliki performa yang baik dibawah *provider* Live.On, sedangkan *provider* MPWR memiliki performa yang paling rendah dibandingkan *provider* By.U dan Live.On, di daerah Pinang *provider* Live.On memiliki performa yang paling baik dibandingkan *provider* By.U dan MPWR. *Provider* MPWR memiliki performa yang baik dibawah *provider* Live.On, sedangkan *provider* By.U memiliki performa yang paling rendah dibandingkan *provider* Live.On dan MPWR, untuk daerah Tangerang *provider* By.U memiliki performa paling baik pada pagi hari namun performanya menurun pada siang dan sore hari. *Provider* Live.On memiliki performa yang rendah di pagi hari namun performa pada siang dan sore hari lebih baik dibandingkan dengan *provider* By.U, sedangkan *provider* MPWR memiliki performa yang rendah di pagi hari namun pada siang hari performanya sama dengan *provider* Live.On dan pada sore hari memiliki performa yang paling baik diantara *provider* By.U dan Live.On. Perbedaan kemampuan jaringan dipengaruhi juga oleh kekuatan sinyal. Jarak *device* dari BTS terdekat membuat jaringan lebih stabil. Semakin jauh jarak *device* maka semakin lemah layanan jaringan yang dapat diberikan. Sedangkan, semakin dekat jarak *device* maka semakin kuat sinyal sehingga layanan jaringan menjadi lebih stabil dan baik.

Hasil pengukuran pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa di daerah Cibodas *provider* Live.On memiliki performa paling baik di pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 15895 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U di siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 2157 kbps. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki performa paling baik pada sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 18446 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* Live.On pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 8317 kbps. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki performa paling baik pada sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 13311 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U pada pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 3301 kbps. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki performa paling baik pada pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 19195 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U pada pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 3357 kbps. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki performa paling baik pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 16283 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 2492 kbps. Perbedaan hasil pengukuran antara aktivitas *downloading* dan *uploading* dikarenakan perbedaan proporsi jaringan yang disediakan oleh *provider*.

Hasil pengukuran pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa di daerah Cibodas *provider* MPWR memiliki performa paling baik di sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 555 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 91 kbps. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki performa paling baik pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 5941 kbps dan performa terendah dimiliki oleh *provider* MPWR juga pada sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 605 kbps. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki performa paling baik pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 883 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* Live.On dan MPWR pada sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 4 kbps dan 5 kbps. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki performa paling baik pada pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 1004 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* MPWR pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 388 kbps. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki performa paling baik pada pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 861 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* Live.On juga

pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 480 kbps. *Streaming* merupakan aktivitas lalu lintas data yang kontinyu dan *real-time*, pengguna akan melakukan *request* data yang akan dikirimkan oleh *server* secara terus-menerus.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai *throughput* yang didapatkan pada saat *Streaming* di platform youtube lebih kecil dibandingkan pada saat aktivitas *downloading*. Hal ini dikarenakan jumlah *bytes* data yang dikirimkan pada saat aktivitas *downloading* dan *Streaming* berbeda dalam satu waktu. Ukuran *bytes* data akan disesuaikan berdasarkan kebutuhan fragmentasi paket jaringan sehingga ketika *Streaming* data yang dikirimkan akan langsung ditampilkan dan lebih stabil secara terus menerus, sementara pada saat *downloading* fragmentasi paket dilakukan sebesar-besarnya sehingga paket dapat lebih efektif dikirimkan dan sampai ke pengguna.

Hasil pengukuran pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa di daerah Cibodas *provider* Live.On memiliki performa paling baik di pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 507 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 295 kbps. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki performa paling baik pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 475 kbps dan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U juga pada pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 273 kbps. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki performa paling baik pada pagi hari dengan nilai *throughput* sebesar 367 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U pada sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 190 kbps. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki performa paling baik pada sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 378 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* By.U juga pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 311 kbps. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki performa paling baik pada sore hari dengan nilai *throughput* sebesar 1124 kbps, sedangkan performa terendah dimiliki oleh *provider* MPWR juga pada siang hari dengan nilai *throughput* sebesar 480 kbps.

Zoom meeting merupakan aktivitas lalu lintas data yang berjalan secara kontinyu dan *real-time*, masing-masing pengguna dapat melakukan konferensi jarak jauh dengan pertemuan *one on one*. Hasil menunjukkan bahwa nilai *throughput* yang didapatkan pada saat konferensi video dengan aplikasi zoom lebih kecil dibandingkan pada saat aktivitas *downloading*. Hal ini dikarenakan jumlah *bytes* data yang dikirimkan pada saat aktivitas *downloading* dan konferensi video berbeda dalam satu waktu. Ukuran *bytes* data dalam transmisi akan disesuaikan berdasarkan kebutuhan serta keaktifan dari setiap pengguna konferensi jarak jauh, ketika aktivitas berlangsung data yang dikirimkan akan langsung ditampilkan secara terus menerus dan *real-time* sementara pada saat *downloading* transmisi paket data akan dilakukan sebesar-besarnya sehingga paket data dapat lebih efektif dikirimkan dan sampai ke pengguna.

3.1.2 Perbandingan Parameter *Packet Loss*

Hasil pengukuran pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa di daerah Cibodas *provider* By.U memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0,002%. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* By.U, Live.On dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* By.U dan Live.On memiliki nilai *packet loss* paling baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0,0009%. Hasil pengukuran di daerah Pinang dan Tangerang menunjukkan bahwa *provider* By.U, Live.On dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%.

Hasil pengukuran pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa di daerah Cibodas *provider* MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0,0173%. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh, Karawaci dan Pinang menunjukkan bahwa *provider* By.U, Live.On dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* By.U dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan nilai *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai sebesar 0,0009%.

Hasil pengukuran pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa di daerah Cibodas *provider* By.U dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0,042%. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai sebesar 0,0141%. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* By.U dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan nilai *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di sore hari dengan nilai sebesar 0,107%. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi dan siang hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, dan *provider* MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan nilai *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai sebesar 0,0489%. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan nilai *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai sebesar 0,019%.

Hasil pengukuran pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa di daerah Cibodas *provider* By.U memiliki nilai *packet loss* yang baik di siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi dan siang hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0,0106%. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* By.U dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai sebesar 0,01%. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan nilai *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai sebesar 0,0081%. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* By.U dan MPWR memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi dan siang hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan nilai *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai sebesar 0,0153%. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *packet loss* yang baik di pagi, siang dan sore hari dengan nilai *packet loss* sebesar 0%, sedangkan nilai *packet loss* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai sebesar 0,019%.

3.1.3 Perbandingan Parameter *Delay*

Berdasarkan Tabel 4.9 hasil pengukuran *delay* untuk aktivitas *download* di daerah Cibodas menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *delay* terendah di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 0,19 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 12,28 ms. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 0,21 ms, sedangkan *delay* tertinggi

dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 12,28 ms. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 0,34 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 2,29 ms. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 0,21 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 5,19 ms. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *delay* terendah di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 0,46 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U juga di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 2,33 ms.

Berdasarkan Tabel 4.10 hasil pengukuran *delay* untuk aktivitas *upload* di daerah Cibodas menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *delay* terendah di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 0,00005 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 4,51 ms. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *delay* terendah di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 0,55 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 1,19 ms. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 0,75 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 2 ms. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 0,525 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 2,72 ms. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *delay* terendah di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 0,51 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 3,51 ms.

Berdasarkan Tabel 4.11 hasil pengukuran *delay* untuk aktivitas *streaming* di daerah Cibodas menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *delay* terendah di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 11,09 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 92,24 ms. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *delay* terendah di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 3,26 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 27,3 ms. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *delay* terendah di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 10,6 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 388,64 ms. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 10,40 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 37,08 ms. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 10,83 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 24,8 ms.

Berdasarkan Tabel 4.12 hasil pengukuran *delay* untuk aktivitas *zoom meeting* di daerah Cibodas menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 5,31 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 7,86 ms. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *delay* terendah di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 7,37 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 8,21 ms. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *delay* terendah di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 6,91 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *delay* sebesar 10,06 ms. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *delay* terendah di pagi hari dengan nilai *delay* sebesar 7,25 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 7,82 ms. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *delay* terendah di sore hari

dengan nilai *delay* sebesar 4,82 ms, sedangkan *delay* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai *delay* sebesar 80,55 ms.

3.1.4 Perbandingan Parameter Jitter

Berdasarkan Tabel 4.13 hasil pengukuran *jitter* untuk aktivitas *download* di daerah Cibodas menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 2,12 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 21,60 ms. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 0,23 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 1,59 ms. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 0,43 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 3,04 ms. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 0,27 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 8,04 ms. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *jitter* terendah di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 0,61 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 3 ms.

Berdasarkan Tabel 4.14 hasil pengukuran *jitter* untuk aktivitas *upload* di daerah Cibodas menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *jitter* terendah di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 1,93 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 8,76 ms. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *jitter* terendah di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 0,92 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 2,10 ms. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 1,13 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 3,72 ms. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 0,83 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 4,62 ms. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *jitter* terendah di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 0,96 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 3,92 ms.

Berdasarkan Tabel 4.15 hasil pengukuran *jitter* untuk aktivitas *streaming* di daerah Cibodas menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *jitter* terendah di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 19,3 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 169 ms. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* MPWR memiliki nilai *jitter* terendah di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 5,08 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 44,7 ms. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *jitter* terendah di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 18,1 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 716 ms. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 18,2 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 67,8 ms. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 19,3 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* Live.On di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 42,2 ms.

Berdasarkan Tabel 4.16 hasil pengukuran *jitter* untuk aktivitas *zoom meeting* di daerah Cibodas menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di pagi hari dengan nilai *jitter*

sebesar 6,90 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 9,82 ms. Hasil pengukuran di daerah Cipondoh menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 7,52 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 10,7 ms dan MPWR di sore hari dengan nilai 10,7 ms. Hasil pengukuran di daerah Karawaci menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di pagi hari dengan nilai *jitter* sebesar 7,46 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* By.U di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 11,20 ms. Hasil pengukuran di daerah Pinang menunjukkan bahwa *provider* By.U memiliki nilai *jitter* terendah di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 5,95 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 9,43 ms. Hasil pengukuran di daerah Tangerang menunjukkan bahwa *provider* Live.On memiliki nilai *jitter* terendah di sore hari dengan nilai *jitter* sebesar 5,34 ms, sedangkan *jitter* tertinggi dimiliki oleh *provider* MPWR di siang hari dengan nilai *jitter* sebesar 91,5 ms.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisis pada penelitian dengan judul “Analisis Perbandingan *Quality of Service* (QoS) Jaringan 4G LTE *Provider* Digital Kota Tangerang” didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Kualitas layanan internet di daerah Cibodas dari setiap *provider* dalam kategori baik, hanya saja *provider* By.U memiliki nilai *jitter* yang buruk pada saat melakukan *Streaming* di sore hari, sedangkan layanan internet yang paling stabil dimiliki oleh *provider* MPWR.
2. Kualitas layanan internet dari setiap *provider* di daerah Cipondoh memiliki kualitas layanan yang baik, selama peneliti mengambil data tidak terdapat kendala pada saat melakukan aktivitas *upload*, *download*, *Streaming* dan konferensi video zoom.
3. Berdasarkan nilai *throughput*-nya *provider* MPWR memiliki nilai rata-rata *throughput* yang lebih kecil dibandingkan dengan yang lainnya di daerah Karawaci, sehingga membutuhkan waktu yang lebih banyak dalam melakukan *upload* dan *download*. Sedangkan *provider* Live.On memiliki nilai *throughput* yang paling baik diantara *provider* lainnya.
4. Kualitas layanan internet dari setiap *provider* di daerah Pinang memiliki kestabilan dan kualitas yang baik dimana setiap parameter QoS bernilai baik pada saat pengujian dilakukan.
5. *Provider* MPWR mengalami sedikit penurunan kualitas nilai *jitter* di daerah Tangerang pada saat melakukan zoom namun masih dalam kategori cukup jika dibandingkan dengan standar TIPHON, sedangkan layanan internet yang paling baik dimiliki oleh *provider* Live.On.

4.2 Saran

Setelah melakukan penelitian mengenai kualitas layanan internet 4G LTE di kota Tangerang didapatkan saran sebagai berikut.

1. Untuk menunjang kenyamanan pelanggan maka setiap *provider* perlu memastikan kestabilan layanan internet yang diberikan di setiap daerah di kota Tangerang.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan kembali dengan lokasi penelitian yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putri. M, "Analisis Kualitas Jaringan Seluler Terhadap Jasa *Provider* di Kota Samarinda," SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan , pp. 322-325, 2017.
- [2] Fauzi. F, "Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia," vol. 10, no. 2, pp. 281-290.
- [3] Maududy. I, "Perkembangan Teknologi Jaringan GSM Dalam Komunikasi Seluler," Poros Teknik, vol. 10, no. 2, pp. 73-81, 2018.
- [4] kanti. T, "Statistik Telekomunikasi Indonesia 2018," Badan Pusat Statistik , Jakarta, 2019.

- [5] Kumolo. T, "Perpanjangan ASN Bekerja di Rumah (WFH)," in *Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi* , Jakarta, 2020.
- [6] Salim. H. J, "Pemakaian Internet Indonesia Naik hingga 40 Persen," *liputan6.com*, Jakarta, 2021.
- [7] Fauzan. R, "Persaingan Kian Ketat, Operator Seluler Siap Adu Strategi," *Bisnis.com*, Jakarta, 2020.
- [8] Ghosh. A, "LTE-Advanced: Next Generation Wireless Broadband Technology," *IEEE Wireless Communications*, vol. 3, p. 16, 2010.
- [9] Irtawaty. A. S, "Optimasi Jaringan 4G LTE (Long Term Evolution) pada Kota Balikpapan," *Jurnal ECOTIPE*, vol. 5, no. 2, p. 2, 2018.
- [10] Rasudin, "*Quality of Service* (QOS) pada Jaringan Internet dengan Metode Hierarchy Token Bucket," *Jurnal Penelitian Teknik Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 211-212, 2014.
- [11] ETSI, "TR 101 329 v1.2.5 Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of *Quality of Service*," 10 1998. [Online]. Available:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101300_101399/101329/01.02.05_60/tr_101329v010205p.pdf. [Accessed 10 04 2021].
- [12] ETSI, "ETSI TS 101 329-5 v1.1.1 Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network," 11 2000. [Online]. Available:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/101300_101399/10132905/01.01.01_60/ts_10132905v010101p.pdf. [Accessed 10 04 2021].
- [13] Janevski. T, *Quality of service* regulation manual, Geneva Switzerland: Internasional Telecommunication Union (ITU) Telecommunication Development Bureau (BDT) , 2017.
- [14] Brunnstrom. K, "Qualinet White Paper on Definition of Quality of Experience," 11 04 2014. [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00977812/document>. [Accessed 10 04 2021].
- [15] Wiriana. A, "Hasil Sensus Penduduk Banten 2020," Badan Pusat Statistik Provinsi Banten, Serang, 2021.
- [16] Zulfitria, "Penggunaan Teknologi dan Internet sebagai Media Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19," *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, p. 171, 2020.
- [17] Undang-undang RI Nomo 36 Tentang Telekomunikasi, Jakarta, 1999.
- [18] Sudjendro. H, *Teknik Dasar Telekomunikasi*, Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013.
- [19] Winarko. B, "Pemanfaatan Jaringan Mobile Broadband Secara Produktif," *Jurnal Komunikasi, Media dan Informatika*, vol. 5, no. 3, p. 180, 2016.
- [20] Iqbal. M, "Perbandingan *Quality of Service* (QOS) Jaringan 4G LTE Beberapa *Provider* Menggunakan Sistem Operasi Linux Ubuntu Server 18.10," *Jurnal Jaringan Sistem Informasi Robotik*, vol. 3, no. 2, pp. 239-243, 2019.
- [21] Purba. M. J, "Analisis Kualitas Internet Teknologi 4G di Kota Medan dengan Sistem Komunikasi Bergerak," *Jurnal Manajemen Informatika dan Komputerisasi Akuntansi*, vol. 2, no. 2, pp. 127-128, 2018.
- [22] Ulfah. M, "Peningkatan Area Jangkauan Jaringan 4G LTE (Studi Kasus Kecamatan Samarinda Ulu)," *Jurnal ECOTIPE*, vol. 5, no. 1, pp. 33-36, 2018.

- [23] Utami. P. R, "Analisis Perbandingan Quality os Service Jaringan Internet Berbasis Wireless pada Layanan Internet Service *Provider* (ISP) Indihome dan Firt Media," Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa, vol. 25, no. 2, pp. 125-137, 2020.
- [24] Mardianto, "Analisis *Quality of Service* (QoS) pada Jaringan VPN dan MPLS VPN Menggunakan GNS3," Jurnal Sains dan Informatika, vol. 5, no. 2, pp. 98-102, 2019.
- [25] Wulandari. R, "Analisis QOS (*Quality of Service*) pada Jaringan Internet (Studi Kasus : UPT Lokasi Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon - LIPI)," Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi, vol. 2, no. 2, pp. 162-164, 2016.
- [26] Pranata. E. J, "Analisis Perbandingan *Quality of Service* (QOS) Terhadap Kekuatan Jaringan Berbasis 4 G (Operator Telkomsel, XL dan Indosat) Di Daerah Sekitar Kampus UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta," 2017.
- [27] Widiastuti. W, "Analisis Kualitas Layanan *Provider* Ponsel di Indonesia Menggunakan Twitter Mining dan Analisa Sentimental," pp. 1-5, 2016.
- [28] Statistik. B. P, "Jumlah Penduduk Kota Tangerang Berdasarkan Data Dinas Kependudukan Dan Catatan Sipil (Jiwa), 2018-2019," Badan Pusat Statistik, [Online]. Available: <https://tangerangkota.bps.go.id/indicator/12/177/1/jumlah-penduduk-kota-tangerang-berdasarkan-data-dinas-kependudukan-dan-catatan-sipil.html>. [Accessed 29 Maret 2021].

