

ANALISIS *QUALITY OF SERVICE (QOS)* PADA JARINGAN 4G LTE *OUTDOOR* BERDASARKAN PARAMETER *THROUGHPUT*, *JITTER* DAN *PACKET LOSS* DI JALAN MALIOBORO

Mardiana Wulansari

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

e-mail: mardianawulansariofficial@gmail.com

Intisari

Jaringan 4G LTE menjadi tren utama dalam pembangunan industri telekomunikasi global. Kapasitas yang terdapat pada jaringan 4G LTE tergolong tinggi sehingga mempunyai proses pertukaran data yang tinggi. 4G LTE berkecepatan 100 Mbps – 1 Gbps dan dapat mencapai *downlink* hingga 300 Mbps sedangkan *uplink* hingga 75 Mbps. Sebagai salah satu dasar dari penggunaan jaringan telekomunikasi yang banyak digunakan maka jaringan 4G LTE diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. *Quality of Service* merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan, yang pada penelitian ini terdiri dari 3 parameter yaitu *throughput*, *jitter* dan *packet loss*. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata – rata *throughput* pagi hari sebesar 17,143 Mbps dan malam hari sebesar 3,647 Mbps. Nilai tersebut berdasarkan standar TIPHON termasuk kategori *Excelent* dengan *range* nilai >2,1 Mbps. Nilai rata – rata *jitter* pagi hari sebesar 8,155 ms dan malam hari sebesar 15,545 ms. Nilai tersebut berdasarkan standar TIPHON termasuk kategori *Good* dengan *range* nilai 0 – 75 ms. Nilai rata – rata *packet loss* pagi hari dan malam hari sebesar 0 %. Nilai tersebut berdasarkan standar TIPHON termasuk kategori *Perfect* dengan *range* nilai 0 – 2%. Berdasarkan hasil pengukuran 3 parameter didapatkan nilai indeks *Quality of Service* 3,67 dan termasuk kategori *Good* sesuai standar TIPHON.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi di Indonesia semakin berkembang begitu pula dengan kebutuhan manusia untuk bertukar data dan informasi semakin pesat pada penggunaan jaringan internet. Semakin maraknya pengguna internet semakin banyak pula perusahaan yang menyediakan *Internet Service Provider (ISP)* yang dapat diakses menggunakan jaringan telepon selular dengan biaya yang terjangkau.

Mengingat betapa pentingnya pelayanan bagi perusahaan jasa maka sangat diperlukan kualitas baik yang sesuai. Konsumen merasa kepuasan mereka sebagai pengguna internet telah terpenuhi dan bersedia mengeluarkan biaya berapapun untuk memperolehnya. Koneksi internet yang cepat sangat dibutuhkan pengguna internet pada zaman sekarang. Oleh karena itu, dengan jaringan 4G LTE

yang berkecepatan 100Mbps-1Gbps yang lebih cepat dibandingkan jaringan sebelumnya yaitu 3G.

Jaringan 4G LTE menjadi tren utama dalam pembangunan industri telekomunikasi global. Kapasitas yang terdapat pada jaringan 4G LTE tergolong tinggi sehingga proses pertukaran data mempunyai kecepatan tingkat tinggi juga. Dengan kata lain, untuk proses *downlink* mencapai kecepatan hingga 300 Mbps sedangkan untuk proses *uplink* dapat mencapai kecepatan hingga 75Mbps.

Layanan internet berbasis jaringan 4G LTE mulai dikenal pada tahun 2013 dengan merek dagang BOLT SUPER Layanan internet berbasis jaringan 4G merupakan pengembangan generasi ke 4 dari 3G sekaligus menjadi jawaban dari kebutuhan primer masyarakat akan komunikasi selular di zaman sekarang.

Namun, dengan banyaknya faktor yang dapat mempengaruhi kualitas jaringan (*network quality*) bagi penyedia *Internet Service Provider* (ISP), misalnya turunya nilai *throughput* dan naiknya nilai *delay*, sehingga menurunkan kualitas layanan internet. Banyaknya pengguna *provider* (ISP) dapat menyebabkan meningkatkan besarnya *delay* jaringan dari banyaknya paket data yang menunggu/mengantri untuk dapat dikirimkan. Banyaknya bangunan atau gedung tempat mengakses layanan internet juga dapat menyebabkan terganggunya proses propagasi gelombang atau yang biasa disebut redaman propagasi. Redaman propagasi gedung menghalang menyebabkan adanya paket data yang hilang (*packet loss*) pada saat transmisi yang memiliki pengaruh besar terhadap besarnya nilai *throughput*.

Faktor tersebut adalah parameter dari layanan *Quality of Service (QoS)* yang merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis (Rika Wulandari, 2016).

Teknologi jaringan 4G LTE menjadi jaringan tercepat hingga 5 kali cepat daripada 3G bahkan bisa hingga 10 kali lipat selama masih dalam cakupan wilayah perangkat 4G LTE. Ditambah lagi dengan perkembangan perangkat *smartphone*, *tablet* atau *handphone* yang mempermudah masyarakat dalam mengakses internet dimanapun. Sebagai salah satu dasar dari penggunaan jaringan telekomunikasi yang banyak digunakan maka jaringan internet 4G LTE diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna internet. Dengan latar belakang masalah inilah penulis terdorong untuk melakukan penelitian dengan judul, “**Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan 4G LTE**

Outdoor Berdasarkan Parameter Throughput, Jitter dan Packet Loss Di Jalan Malioboro”

II. TEORI PENUNJANG

2.1 OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*)

QoS sangat populer dan menyimpan banyak istilah yang sangat sering dilihat dari segi prefektif yang berbeda yaitu dari segi jaringan (*networking*), pengembangan aplikasi dan lain sebagainya. Dari segi *networking*, QoS mengacu kepada kemampuan memberikan pelayanan berbeda kepada lalu lintas jaringan dengan kelas-kelas yang berbeda. Tujuannya adalah memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana dengan *dedicated bandwidth*, *jitter* dan *latency* yang terkontrol dan meningkatkan *loss* karakteristik (Kamarulloh, 2009).

Oleh karena itu, QoS memiliki kemampuan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Menurut Iwan Iskandar dan Alvinur Hidayat (2015) QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut – atribut layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Fungsi- Fungsi QoS dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengelasan paket untuk menyediakan pelayanan yang berbeda beda untuk kelas paket yang berbeda beda.
2. Penanganan kongesti untuk memenuhi dan menangani kebutuhan layanan yang berbeda beda.
3. Pengendalian lalu lintas paket untuk membatasi dan mengendalikan pengiriman paket- paket data.
4. Pensinyalan untuk mengendalikan fungsi – fungsi perangkat yang mendukung komunikasi di dalam jaringan IP.

Tujuan QoS yaitu menyediakan kualitas layanan yang berbeda- beda berdasarkan kebutuhan layanan di dalam jaringan IP. QoS juga

menawarkan kemampuan mendefinisikan atribut – atribut layanan jaringan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Tabel 2.1. Standar *Quality of Service* Menurut TIPHON

Nilai Indeks	Persentase (%)	Kategori
3,8 – 4	95 – 100	<i>Perfect</i>
3.0 – 3,79	75 – 94,75	<i>Good</i>
2,0 – 2,9	50 – 74,75	<i>Medium</i>
1 – 1,99	25 – 49,75	<i>Poor</i>

2.2 Parameter Performansi Radio LTE

1. *Throughput*

Throughput yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (*bit per second*). *Throughput* juga bisa disebut dengan *bandwidth* yang sebenarnya (aktual) pada suatu kondisi, waktu tertentu dan jaringan internet tertentu dalam melakukan *download/upload* suatu file dengan ukuran tertentu. Berikut adalah persamaan dari *throughput* :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data yang diterima (kb)}}{\text{Waktu lama pengamatan (s)}}$$

Konsep *bandwidth* tidak cukup untuk menjelaskan kecepatan jaringan dan apa yang terjadi di jaringan. Untuk itulah konsep *throughput* muncul. Menggunakan *bandwidth* sebagai patokan, menganggap seharusnya *file* yang akan di *download* nya yang berukuran 64 kb dapat didownload dalam waktu sekedip mata atau satu detik, tetapi setelah diukur ternyata membutuhkan waktu 4 detik. Jadi jika *file* yang di *download* adalah 64 kb, sedangkan waktu *download*nya adalah selama 4 detik, maka *bandwidth* yang sebenarnya atau yang disebut dengan *throughput* adalah $64 \text{ kb}/4 \text{ detik} = 16 \text{ kbps}$. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi *bandwidth* dan *throughput* yaitu antara lain piranti jaringan, tipe data yang

ditransfer, banyaknya pengguna jaringan, topologi jaringan, spesifikasi *computer client/user*, spesifikasi server komputer, induksi listrik, cuaca dan lain sebagainya (Maharani, 2016). Berikut standar *throughput* menurut TIPHON pada Tabel 2.2 (Widianto, 2016).

Tabel 2.2. Standar *Throughput* Menurut TIPHON

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>	Indeks
<i>Bad</i>	0 – 338 kbps	0
<i>Poor</i>	338 – 700 kbps	1
<i>Fair</i>	700 – 1200 kbps	2
<i>Good</i>	1200 kbps – 2,1 Mbps	3
<i>Excelent</i>	>2,1 Mbps	4

2. *Jitter*

Jitter diakibatkan oleh variasi- variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket – paket diakhir perjalanan paket. *Jitter* diakibatkan oleh panjangnya antrian dalam waktu pengolahan data. *Jitter* berhubungan dengan *latency*, yang menunjukkan bahwa banyaknya variasi *delay* dalam transmisi data yang berada pada jaringan tersebut. *Jitter* merupakan parameter yang mewakili QoS audio, atau ukuran variasi penundaan paket berturut- turut pada suatu arus lalu lintas. Dengan mengetahui berapa banyak *jitter* yang dihasilkan dalam proses akses internet, maka akan diketahui kualitas dari suatu *device* yang digunakan menghitung rata – rata nilai *jitter* yang dihasilkan. Berikut adalah standar dari parameter *jitter* menurut TIPHON pada Tabel 2.3

Tabel 2.3. Standar *Jitter* Menurut TIPHON.

Kategori <i>Jitter</i>	<i>Jitter</i>	Indeks
<i>Poor</i>	125 – 225 ms	1
<i>Medium</i>	75 – 125 ms	2
<i>Good</i>	0 – 75 ms	3
<i>Perfect</i>	0 ms	4

3. *Packet Loss*

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Paket yang hilang ini dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. *Packet loss* juga dapat terjadi ketika *node* penuh adanya *drop* paket. Beberapa *protocol* jaringan TCP yang menawarkan perlindungan *packet loss* dengan paket *retransmitting* yang mungkin telah *drop* atau rusak oleh jaringan. *Packet loss* dapat terjadi karena kesalahan yang diperkenalkan oleh medium transmisi fisik. Hal hal yang mempengaruhi terjadinya *packet loss* juga bisa karena kondisi geografis seperti kabut, hujan, gangguan *radio frequensi*, sel *handoff* selama *roaming*, dan interferensi seperti pohon- pohon, bangunan, dan pegunungan. Berikut merupakan standar menurut TIPHON untuk parameter *packet loss* pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Standar *Packet Loss* Menurut TIPHON

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i>	Indeks
<i>Poor</i>	>25%	1
<i>Medium</i>	12 – 24%	2
<i>Good</i>	3 – 14%	3

<i>Perfect</i>	0 – 2%	4
----------------	--------	---

2.3 Speedtest

Speedtest adalah aplikasi yang menyediakan pengujian kecepatan koneksi internet yang disediakan oleh perusahaan asal Kalispell, Montana, Amerika Serikat, dengan nama perusahaan Ookla. Aplikasi ini sudah berjalan selama 13 tahun dan sudah memiliki 20 juta pengguna internet yang mengetes kecepatan internetnya melalui aplikasi ini setiap bulannya. Aplikasi ini dulu dinamakan *pingtest.net* yang hanya bisa diakses *online* lewat *browser*, lalu Ookla mentransformasikannya menjadi sebuah aplikasi selular yang dinamakan *SpeedTest*.

2.4 Standarisasi ETSI- TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network*)

ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*) adalah sebuah organisasi Eropa yang didirikan pada tahun 1988 dan bertanggung jawab untuk pembentukan standar telekomunikasi teknik, ETSI menghasilkan *European Telecommunication Standards* (ETS) untuk keanggotaannya, yang terdiri dari operator jaringan, produsen PTT, pengguna, dan lembaga penelitian.

Salah satu standar yang dikeluarkan oleh ETSI adalah TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network*), tahun 1999 yang mengeluarkan standar penilaian QoS untuk parameter *Throughput*, *delay*, *Jitter*, dan *packet loss*. (ETSI- TIPHON, 1999).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian Tugas Akhir

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran variabel pada suatu saat tertentu. Kata suatu saat bukan berarti semua objek diamati tepat pada suatu saat yang sama, namun tiap objek hanya diobservasi satu kali dan pengukuran variabel objek dilakukan pada saat pemeriksaan tersebut. Jenis rancangan penelitian ini relatif singkat, biaya penelitian relatif murah dan dapat

menghemat tenaga. Untuk mendukung pengukuran, penelitian ini menggunakan *provider* 4G LTE XL-AXIATA serta menggunakan alat dan bahan perangkat lunak dan perangkat keras yang diantaranya:

1. *Smartphone* Iphone 5s, dengan spesifikasi IOS versi 11.0 RAM 16 GB.
2. Aplikasi *SpeedTest*

3.2 Lokasi Penelitian Tugas Akhir

Penelitian ini dilaksanakan di sepanjang Jalan Malioboro. Malioboro merupakan suatu kawasan wisata di Yogyakarta yang menyediakan berbagai macam fasilitas dan kegiatan perdagangan, dan juga hiburan. Kawasan ini banyak diminati oleh para wisatawan dari berbagai daerah khususnya para pekerja, sehingga mengakibatkan kepadatan yang diakibatkan oleh para wisatawan dan pendatang tersebut. Sehingga kawasan malioboro tidak pernah kehabisan pengunjung setiap harinya, jumlah wisatawan lebih dari 4.000 orang dalam sehari (Pradipto, 2014).

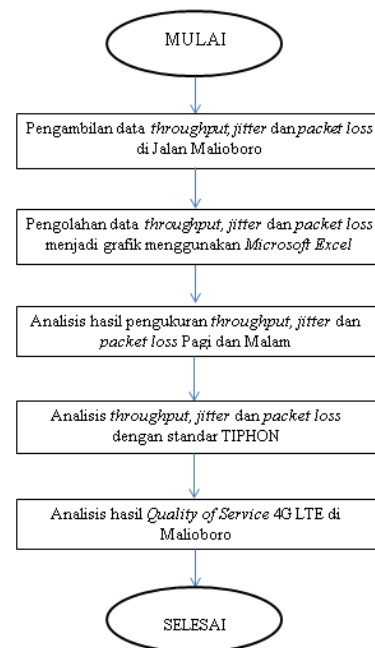
Jalan Malioboro adalah nama salah satu kawasan jalan dari tiga jalan di kota Yogyakarta yang membentang dari Tugu Yogyakarta hingga perempatan Kantor Pos Yogyakarta. Secara keseluruhan terdiri Jalan Margo Utomo, Jalan Malioboro, dan Jalan Margo Mulyo. Jalan ini merupakan poros Garis Imajiner Kraton Yogyakarta. Jalan Malioboro sendiri memiliki panjang 1,3 kilometer (Saputra, 2017).

Penelitian ini dilakukan dengan cara berjalan dari satu tempat ke tempat lainnya dengan dibantu aplikasi pengukuran yang digunakan. Dengan inilah didapatkannya titik – titik lokasi pengukuran. Terdapat 20 titik di sepanjang Jalan Malioboro. Berikut gambar letak titik - titik lokasi di sepanjang Jalan Malioboro pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

3.3 Langkah Penelitian



Gambar 3.2. Flowchart Penelitian

Berdasarkan diagram alir diatas, penelitian yang dilaksanakan meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

1. Langkah pertama dilakukan pengambilan data *throughput*, *jitter* dan *packet loss* di Jalan

Malioboro menggunakan aplikasi *SpeedTest*. Pengambilan data diambil di 20 titik di Jalan Malioboro.

2. Dilakukan pengolahan data yang berupa tabel lalu dikonversikan ke grafik menggunakan *Microsoft Excel* agar dalam menganalisis lebih mudah dibaca.
3. Setelah mendapatkan data yang sesuai dan didapat gambar grafik, lakukan analisis terhadap hasil pengukuran yang telah dilakukan berdasarkan kondisi pengukuran yaitu pagi dan malam hari setiap 20 titik.
4. Melakukan analisis disetiap parameter dengan membandingkan hasil berdasarkan standar dari TIPHON.
5. Melakukan analisis hasil *Quality of Service* 4G LTE berdasarkan analisis setiap parameter dan berdasarkan indeks standar TIPHON.
6. Langkah terakhir adalah memberikan kritik dan saran untuk optimalisasi jaringan 4G LTE di wilayah penelitian jika diindikasikan bahwa hasil performansi jaringan *provider* di wilayah tersebut buruk.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan pada bab – bab sebelumnya, pengujian dalam teknologi jaringan 4G LTE di Jalan Malioboro ini diharapkan dapat menjadi salah satu acuan kelayakan teknologi jaringan. Untuk mengetahui kelayakan jaringan teknologi tersebut dilakukanlah pengujian pada jaringan tersebut. Pengujian dilakukan dengan pengukuran terhadap beberapa parameter QoS, diantaranya *throughput*, *jitter* dan *packet loss*. Kemudian diteliti sehingga mendapatkan hasil dan perbedaan terhadap waktu pagi dan malam. Yang kemudian hasil pengukuran tersebut mengacu pada standar TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network*).

Pada penelitian ini sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, pengukuran menggunakan perangkat dari APPLE Iphone 5s.

4.1.1. Pengukuran *Throughput*

Pengukuran dilakukan dengan cara melakukan *drive test* menggunakan aplikasi *speedtest*. Dengan mengamati nilai *download* dalam setiap waktu pengukuran. Pada saat mulai pengukuran, pastikan aplikasi telah membaca *provider* dengan benar. Lalu klik tombol mulai, aplikasi lalu akan melakukan *ping* ke server dan mulai memberikan informasi nilai *download*. Pengukuran dilakukan dalam satuan detik per titiknya. Dan dengan pengukuran tersebut, didapatkanlah estimasi nilai *download* yang dibutuhkan dalam ukuran *file* tetentu.

Berdasarkan hasil pengukuran jaringan telekomunikasi 4G LTE di Jalan Malioboro kota Yogyakarta yang dilakukan tanggal 01-07-2018 didapatkan hasil pengukuran *throughput* pada pagi hari antara pukul 07.00 – 10.00 WIB dan pada malam hari antara pukul 19.00 – 22.00 WIB yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

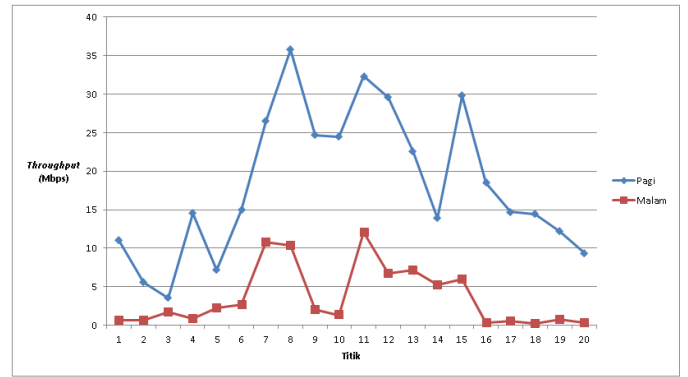
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran *Throughput* pada Pagi dan Malam Hari.

NO	Titik	<i>Throughput</i> (Mbps)	
		Pagi	Malam
1	Titik 1	11,0	0,64
2	Titik 2	5,56	0.64
3	Titik 3	3,54	1.72
4	Titik 4	14,5	0.88
5	Titik 5	7,17	2.24
6	Titik 6	14,9	2.66
7	Titik 7	26,5	10.8
8	Titik 8	35,8	10.4
9	Titik 9	24,7	2.08
10	Titik 10	24,4	1.34
11	Titik 11	32,3	12.1

12	Titik 12	29,6	6.78
13	Titik 13	22,6	7.18
14	Titik 14	13,9	5.26
15	Titik 15	29,8	6.03
16	Titik 16	18,5	0.35
17	Titik 17	14,7	0.54
18	Titik 18	14,4	0.25
19	Titik 19	12,2	0.76
20	Titik 20	9,39	0.29
Rata - Rata		17.143	3,647

Hasil pengukuran *throughput* di Jalan Malioboro Kota Yogyakarta diperoleh *throughput* yang paling besar pada saat pagi hari dan paling kecil pada saat malam hari. Pengukuran *throughput* yang dilakukan pada titik 1 – 20 diperoleh trafik paling tinggi pada pagi hari adalah dititik 8 dengan nilai *throughput* 35.8 Mbps dan titik paling kecil di pagi hari adalah dititik 3 dengan nilai *throughput* 3,54 Mbps. Pada malam hari trafik paling tinggi adalah dititik 11 dengan nilai *throughput* 12,1 Mbps dan titik paling kecil di malam hari adalah dititik 18 dengan nilai *throughput* 0.25 Mbps. Dan dari seluruh titik pengukuran di Jalan Malioboro, didapatkanah hasil rata – rata *throughput* dengan membagi jumlah hasil *throughput* dengan jumlah seluruh titik sebesar 17,143 pada pagi hari, dan 3,647 pada malam hari.

Berdasarkan rata – rata diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *throughput* yang paling besar terjadi pada saat pagi hari. Sedangkan untuk hasil pengukuran *throughput* yang paling kecil terjadi pada saat malam hari. Di rata- rata seluruh titik pagi hari mengalami penurunan *throughput* di malam hari sampai 0,25 Mbps. Grafik hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengukuran *Throughput*

Berdasarkan standar TIPHON, untuk kategori *throughput Excelent* jika >2,1 Mbps, *Good* jika 1200 kbps-2,1 Mbps, *Fair* jika 700 – 1200 kbps, *Poor* jika 338 – 700 kbps dan kategori *Bad* jika 0 – 338 kbps. Tabel hasil *throughput* pagi hari di setiap titik nya di Jalan Malioboro dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil *Throughput* Pagi Hari di Jalan Malioboro

NO	Titik	<i>Throughput</i> (Mbps)	Kategori TIPHON
1	Titik 1	11,0	<i>Excelent</i>
2	Titik 2	5,56	<i>Excelent</i>
3	Titik 3	3,54	<i>Excelent</i>
4	Titik 4	14,5	<i>Excelent</i>
5	Titik 5	7,17	<i>Excelent</i>
6	Titik 6	14,9	<i>Excelent</i>
7	Titik 7	26,5	<i>Excelent</i>
8	Titik 8	35,8	<i>Excelent</i>
9	Titik 9	24,7	<i>Excelent</i>
10	Titik 10	24,4	<i>Excelent</i>
11	Titik 11	32,3	<i>Excelent</i>
12	Titik 12	29,6	<i>Excelent</i>
13	Titik 13	22,6	<i>Excelent</i>
14	Titik 14	13,9	<i>Excelent</i>
15	Titik 15	29,8	<i>Excelent</i>
16	Titik 16	18,5	<i>Excelent</i>

17	Titik 17	14,7	<i>Excelent</i>
18	Titik 18	14,4	<i>Excelent</i>
19	Titik 19	12,2	<i>Excelent</i>
20	Titik 20	9,39	<i>Excelent</i>
Rata - Rata		17.143	<i>Excelent</i>

Berdasarkan hasil diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *throughput* pagi hari di ke 20 titik termasuk kategori *Excelent* karena besar nilai *throughput* antara 3000 kbps sampai 35.8 Mbps. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai *throughput* pada pagi hari di Jalan Malioboro termasuk kategori *Excelent*. Faktor yang mempengaruhi pengukuran pada pagi hari dapat diasumsikan karena pengguna pada pagi hari tergolong sedikit atau sepi. Oleh karena itu, kecepatan akses *download* pada pagi hari di Jalan Maliboro tergolong *Excelent*.

Tabel hasil *throughput* pada malam hari di Jalan Malioboro dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil *Throughput* Malam Hari di Jalan Malioboro

NO	Titik	<i>Throughput</i> (Mbps)	Kategori TIPHON
1	Titik 1	0,64	<i>Poor</i>
2	Titik 2	0.64	<i>Poor</i>
3	Titik 3	1.72	<i>Good</i>
4	Titik 4	0.88	<i>Fair</i>
5	Titik 5	2.24	<i>Excelent</i>
6	Titik 6	2.66	<i>Excelent</i>
7	Titik 7	10.8	<i>Excelent</i>
8	Titik 8	10.4	<i>Excelent</i>
9	Titik 9	2.08	<i>Good</i>
10	Titik 10	1.34	<i>Good</i>
11	Titik 11	12.1	<i>Excelent</i>
12	Titik 12	6.78	<i>Excelent</i>
13	Titik 13	7.18	<i>Excelent</i>
14	Titik 14	5.26	<i>Excelent</i>

15	Titik 15	6.03	<i>Excelent</i>
16	Titik 16	0.35	<i>Poor</i>
17	Titik 17	0.54	<i>Poor</i>
18	Titik 18	0.25	<i>Bad</i>
19	Titik 19	0.76	<i>Fair</i>
20	Titik 20	0.29	<i>Bad</i>
Rata - Rata		3,647	<i>Excelent</i>

Berdasarkan hasil diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *throughput* malam hari yang termasuk kategori *Excelent* adalah titik 5 sampai 8 dan 11 sampai 15 dengan nilai *throughput* melebihi 2,1 Mbps.

Pengukuran *throughput* malam hari yang termasuk kategori *Good* adalah titik 3,9, dan 10 karena besar nilai *throughput* antara 1200 kbps – 2,1 Mbps. Hasil pengukuran *throughput* malam hari yang termasuk kategori *Fair* adalah titik 4 dan 19 karena besar nilai *throughput* antara 700 – 1200 kbps. Hasil pengukuran *throughput* malam hari yang termasuk kategori *Poor* adalah titik 1,2,16 dan 17 karena besar nilai *throughput* antara 338 – 700 kbps. Dan hasil pengukuran *throughput* malam hari yang termasuk kategori *Bad* adalah titik 18 dan 20 karena besar nilai *throughput* antara 0 – 338 kbps.

Berdasarkan hasil rata – rata pengukuran *throughput* di Jalan Malioboro tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran di pagi hari antara pukul 07.00 – 10.00 WIB dan di malam hari antara pukul 18.00 – 22.00 WIB termasuk kategori *Excelent* karena besar nilai *throughput* >2,1 Mbps, akan tetapi dengan melihat kesenjangan pada nilai rata rata *throughput* pagi dan malam, kualitas layanan dengan parameter *throughput* di Jalan Malioboro yang terbaik adalah di pagi hari.

4.1.2. Pengukuran *Jitter*

Hasil pengukuran *jitter* didapatkan dengan cara melakukan *test* koneksi menggunakan aplikasi *speedtest* yang langsung terkoneksi dengan *provider* 4G LTE XL – AXIATA berdasarkan titik dan waktu pengukuran yang berbeda. Cara melakukan pengujian sama dengan

melakukan pengukuran *throughput*. Dengan memastikan *provider* yang terhubung lalu klik mulai dan aplikasi akan melakukan *ping* ke *server* yang paling dekat dengan lokasi tempat pengujian, lalu didapatkanlah nilai *jitter* yang diperlukan. Pengukuran dilakukan dalam waktu satuan detik.

Berdasarkan hasil pengukuran jaringan telekomunikasi 4G LTE di Jalan Malioboro kota Yogyakarta yang dilakukan tanggal 01-07-2018 didapatkan hasil pengukuran *jitter* pada pagi hari antara pukul 07.00 – 10.00 WIB dan pada malam hari antara pukul 19.00 – 22.00 WIB yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

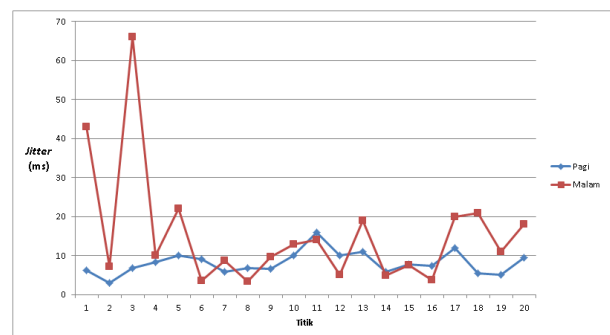
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran *Jitter* pada Pagi hari dan Malam Hari

No	Titik	<i>Jitter</i> (ms)	
		Pagi	Malam
1	Titik 1	6,2	43
2	Titik 2	3,1	7,2
3	Titik 3	6,9	66
4	Titik 4	8,3	10
5	Titik 5	10	22
6	Titik 6	9,2	3,6
7	Titik 7	5,8	8,8
8	Titik 8	6,9	3,3
9	Titik 9	6,7	9,6
10	Titik 10	10	13
11	Titik 11	16	14
12	Titik 12	10	5,1
13	Titik 13	11	19
14	Titik 14	5,8	5
15	Titik 15	7,7	7,5
16	Titik 16	7,3	3,8
17	Titik 17	12	20
18	Titik 18	5,5	21
19	Titik 19	5,2	11

20	Titik 20	9,5	18
Rata - Rata		8,155	15,545

Hasil pengukuran *jitter* di Jalan Malioboro Kota Yogyakarta diperoleh *jitter* yang paling besar pada saat malam hari dan paling kecil pada saat pagi hari. Pengukuran *jitter* yang dilakukan pada titik 1 – 20 diperoleh trafik paling tinggi pada pagi hari adalah dititik 11 dengan nilai *jitter* sebesar 16 ms dan trafik paling rendah adalah dititik 2 dengan nilai *jitter* sebesar 3,1 ms. Pada malam hari trafik paling tinggi adalah dititik 3 dengan nilai *jitter* sebesar 66 ms dan trafik paling rendah adalah dititik 3,6 ms. Dan dari seluruh titik pengukuran di Jalan Malioboro, didapatkanah hasil rata- rata *jitter* dengan membagi jumlah hasil *jitter* dengan jumlah seluruh titik sebesar 8,155 ms pada pagi hari dan 15,545 pada malam hari.

Berdasarkan rata rata diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *jitter* yang paling besar terjadi pada saat malam hari. Sedangkan untuk hasil pengukuran *jitter* yang paling kecil terjadi pada saat pagi hari. Di rata- rata seluruh titik pagi hari mengalami kenaikan nilai *jitter* di malam hari sampai 66 ms. Hal ini berarti terjadi penurunan QoS pada jaringan 4G LTE dalam hal *jitter* jika dibandingkan dengan hasil di pagi hari walaupun hasil peneliian di pagi hari pertitiknya juga tidak stabil. Dari data yang dihasilkan diatas didapatkanlah hasil grafik yang dapat dilihat gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Hasil Pengukuran *Jitter*

Gambar 4.2 menunjukkan hasil rata rata pengukuran *jitter* di pagi dan malam hari. Berdasarkan rata rata diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran

jitter yang paling besar terjadi pada saat malam hari. Sedangkan untuk hasil pengukuran *jitter* yang paling kecil terjadi pada saat pagi hari. Yang membuktikan kualitas jaringan *jitter* adalah semakin besar beban trafik di dalam jaringan akan menyebabkan semakin besar pula peluang terjadinya *congestion* dengan demikian nilai *jitter* akan semakin besar, semakin besar nilai *jitter* yang dihasilkan maka semakin turun/jelek juga QoS tersebut. Hal ini dikarenakan pengguna jaringan pada malam hari tergolong ramai sehingga antrian dalam waktu pengolahan datanya panjang.

Berdasarkan standarisasi TIPHON, untuk kategori *Jitter Excelent* jika 0 ms, *Good* jika 0 - 75 ms, *Medium* jika 75 - 125 ms dan kategori *Bad* jika 125 – 225 ms. Tabel hasil *jitter* pagi hari di setiap titik nya di Jalan Malioboro dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil *Jitter* Pagi hari di Jalan Malioboro

No	Titik	<i>Jitter</i> (ms)	Kategori TIPHON
1	Titik 1	6,2	<i>Good</i>
2	Titik 2	3,1	<i>Good</i>
3	Titik 3	6,9	<i>Good</i>
4	Titik 4	8,3	<i>Good</i>
5	Titik 5	10	<i>Good</i>
6	Titik 6	9,2	<i>Good</i>
7	Titik 7	5,8	<i>Good</i>
8	Titik 8	6,9	<i>Good</i>
9	Titik 9	6,7	<i>Good</i>
10	Titik 10	10	<i>Good</i>
11	Titik 11	16	<i>Good</i>
12	Titik 12	10	<i>Good</i>
13	Titik 13	11	<i>Good</i>
14	Titik 14	5,8	<i>Good</i>
15	Titik 15	7,7	<i>Good</i>
16	Titik 16	7,3	<i>Good</i>
17	Titik 17	12	<i>Good</i>
18	Titik 18	5,5	<i>Good</i>
19	Titik 19	5,2	<i>Good</i>

20	Titik 20	9,5	<i>Good</i>
Rata - rata		8,155	<i>Good</i>

Berdasarkan hasil diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *jitter* pagi hari di ke 20 titik termasuk kategori *Good* karena besar nilai *jitter* 0 - 75 ms. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai *jitter* pada pagi hari di Jalan Malioboro termasuk kategori *Good*. Tabel hasil *jitter* pada malam hari di Jalan Malioboro dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil *Jitter* Malam Hari Di Jalan Malioboro

No	Titik	<i>Jitter</i> (ms)	TIPHON
1	Titik 1	43	<i>Good</i>
2	Titik 2	7,2	<i>Good</i>
3	Titik 3	66	<i>Good</i>
4	Titik 4	10	<i>Good</i>
5	Titik 5	22	<i>Good</i>
6	Titik 6	3,6	<i>Good</i>
7	Titik 7	8,8	<i>Good</i>
8	Titik 8	3,3	<i>Good</i>
9	Titik 9	9,6	<i>Good</i>
10	Titik 10	13	<i>Good</i>
11	Titik 11	14	<i>Good</i>
12	Titik 12	5,1	<i>Good</i>
13	Titik 13	19	<i>Good</i>
14	Titik 14	5	<i>Good</i>
15	Titik 15	7,5	<i>Good</i>
16	Titik 16	3,8	<i>Good</i>
17	Titik 17	20	<i>Good</i>
18	Titik 18	21	<i>Good</i>
19	Titik 19	11	<i>Good</i>
20	Titik 20	18	<i>Good</i>
Rata- rata		15,545	<i>Good</i>

Tabel 4.6. Hasil *Jitter* Malam Hari Di Jalan Malioboro

Berdasarkan hasil diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *jitter* malam hari di ke 20 titik termasuk kategori *Good* karena besar nilai *jitter* 0 - 75 ms. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai *jitter* pada malam hari di Jalan Malioboro termasuk kategori *Good*.

Berdasarkan hasil rata – rata pengukuran *jitter* di Jalan Malioboro tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran di pagi hari antara pukul 07.00 – 10.00 WIB dan di malam hari antara pukul 18.00 – 22.00 WIB termasuk kategori *Good* karena besar nilai *jitter* antara 0 – 75 ms. Setiap jaringan pasti mengalami *jitter* karena variabilitas dalam keterlambatan sebagai antrian paket. Namun, selama *jitter* dibatasi, QoS dapat dipertahankan.

4.1.3. Pengukuran *Packet Loss*

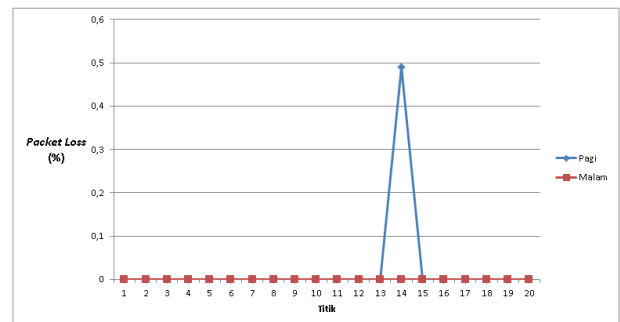
Packet loss dapat terjadi karena kesalahan yang diperkenalkan oleh medium transmisi fisik. Sebagian besar *packet loss* yang sangat rendah yang diukur dalam *Bit Error Rate* (BER). Namun, sambungan nirkabel seperti satelit, jaringan nirkabel, dan ponsel tetap memiliki BER tinggi yang berbeda- beda seperti kondisi geografis kabut, hujan, gangguan *Radio Frekuensi*, sel *handoff* selama *roaming*., dan interferensi seperti pohon- pohon, bangunan, dan pegunungan.

Pengukuran *packet loss* menggunakan aplikasi *speedtest*. Sama seperti *throughput* dan *jitter*, untuk melakukan pengukuran dipastikan terlebih dahulu *provider* sudah terbaca di aplikasi, lalu klik tombol mulai, lalu aplikasi akan melakukan *ping* ke *server* terdekat lalu muncul lah nilai *packet loss* yang diukur. Pengukuran yang diukur dalam satuan persen (%).

Berdasarkan hasil pengukuran jaringan telekomunikasi 4G LTE di Jalan Malioboro kota Yogyakarta yang dilakukan tanggal 01-07-2018 didapatkan hasil pengukuran *packet loss* pada pagi hari antara pukul 07.00 – 10.00 WIB dan pada malam dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Pengukuran *Packet Loss* pada Pagi Hari dan Malam Hari.

NO	Titik	<i>Packet Loss</i> (%)	
		Pagi	Malam
1	Titik 1	0	0
2	Titik 2	0	0
3	Titik 3	0	0
4	Titik 4	0	0
5	Titik 5	0	0
6	Titik 6	0	0
7	Titik 7	0	0
8	Titik 8	0	0
9	Titik 9	0	0
10	Titik 10	0	0
11	Titik 11	0	0
12	Titik 12	0	0
13	Titik 13	0	0
14	Titik 14	0,49	0
15	Titik 15	0	0
16	Titik 16	0	0
17	Titik 17	0	0
18	Titik 18	0	0
19	Titik 19	0	0
20	Titik 20	0	0
Rata - Rata		0,0245	0



Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengukuran *Packet Loss*

Berdasarkan Gambar 4.3, hasil pengukuran *packet loss* di Jalan Malioboro Kota Yogyakarta

diperoleh *packet loss* dengan hasil yang seimbang, namun ada hasil pengukuran terbesar yaitu pada titik 14 dengan nilai sebesar 0,49 di pagi hari. Hal ini dapat terjadi karena bisa saja adanya *blocking signal* yang disebabkan oleh gedung penghalang di titik tersebut, karena hasil ukur tersebut di ukur tepat di depan gedung Ramayana yang tinggi. Oleh karena itulah, terukurlah hasil *packet loss* hingga 0,49 %.

Berdasarkan standar TIPHON, untuk kategori *Packet Loss Perfect* jika 0 – 2 % , *Good* jika 3 - 14 % , *Medium* jika 12 - 24 % dan kategori *Bad* jika >25 % . Tabel hasil *packet loss* pagi hari di setiap titik nya di Jalan Malioboro dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8. Hasil *Packet Loss* Pagi Hari di Jalan Malioboro

NO	Titik	<i>Packet Loss</i> (%)	Kategori TIPHON
1	Titik 1	0	<i>Perfect</i>
2	Titik 2	0	<i>Perfect</i>
3	Titik 3	0	<i>Perfect</i>
4	Titik 4	0	<i>Perfect</i>
5	Titik 5	0	<i>Perfect</i>
6	Titik 6	0	<i>Perfect</i>
7	Titik 7	0	<i>Perfect</i>
8	Titik 8	0	<i>Perfect</i>
9	Titik 9	0	<i>Perfect</i>
10	Titik 10	0	<i>Perfect</i>
11	Titik 11	0	<i>Perfect</i>
12	Titik 12	0	<i>Perfect</i>
13	Titik 13	0	<i>Perfect</i>
14	Titik 14	0,49	<i>Perfect</i>
15	Titik 15	0	<i>Perfect</i>
16	Titik 16	0	<i>Perfect</i>
17	Titik 17	0	<i>Perfect</i>
18	Titik 18	0	<i>Perfect</i>
19	Titik 19	0	<i>Perfect</i>
20	Titik 20	0	<i>Perfect</i>

Rata - rata	0,0245	<i>Perfect</i>
-------------	--------	----------------

Berdasarkan hasil diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *packet loss* pagi hari di ke 20 titik termasuk kategori *Perfect* karena besar nilai *packet loss* 0 - 2 % . Walaupun pada titik ke 14 memiliki traffik tertinggi di antara yang lainnya yaitu hingga mencapai 0,49 % , namun nilai tersebut tidak mempengaruhi QoS yang diberikan. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai *packet loss* pada pagi hari di Jalan Malioboro termasuk kategori *Perfect*. Tabel hasil *packet loss* pada malam hari di Jalan Malioboro dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil *Packet Loss* Malam Hari di Jalan Malioboro

NO	Titik	<i>Packet Loss</i> (%)	Kategori TIPHON
1	Titik 1	0	<i>Perfect</i>
2	Titik 2	0	<i>Perfect</i>
3	Titik 3	0	<i>Perfect</i>
4	Titik 4	0	<i>Perfect</i>
5	Titik 5	0	<i>Perfect</i>
6	Titik 6	0	<i>Perfect</i>
7	Titik 7	0	<i>Perfect</i>
8	Titik 8	0	<i>Perfect</i>
9	Titik 9	0	<i>Perfect</i>
10	Titik 10	0	<i>Perfect</i>
11	Titik 11	0	<i>Perfect</i>
12	Titik 12	0	<i>Perfect</i>
13	Titik 13	0	<i>Perfect</i>
14	Titik 14	0	<i>Perfect</i>
15	Titik 15	0	<i>Perfect</i>
16	Titik 16	0	<i>Perfect</i>
17	Titik 17	0	<i>Perfect</i>
18	Titik 18	0	<i>Perfect</i>
19	Titik 19	0	<i>Perfect</i>
20	Titik 20	0	<i>Perfect</i>
Rata - rata		0	<i>Perfect</i>

Berdasarkan hasil diatas, diperoleh kesimpulan hasil pengukuran *packet loss* malam hari di ke 20 titik termasuk kategori *Perfect* karena besar nilai *packet loss* 0 – 2 %. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai *packet loss* pada malam hari di Jalan Malioboro termasuk kategori *Perfect*.

Berdasarkan hasil rata – rata pengukuran *packet loss* di Jalan Malioboro tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa hasil pengukuran di pagi hari antara pukul 07.00 – 10.00 WIB dan di malam hari antara pukul 18.00 – 22.00 WIB termasuk kategori *Perfect* karena besar nilai *packet loss* antara 0 – 2 %.

4.1.4. Analisis *Quality of Service* Berdasarkan Setiap Parameter Dengan Standar TIPHON

Berdasarkan analisis pengukuran tiap parameter di atas, dapat diambil bahwa nilai *throughput* di pagi hari dengan rata – rata sebesar 17,143 Mbps mendapatkan hasil kategori *Excelent*. Dan di malam hari, didapatkan rata- rata sebesar 3,647 Mbps dan mendapatkan hasil kategori *Excelent*.

Nilai *jitter* di pagi hari didapatkan hasil rata – rata sebesar 8,155 ms sehingga mendapatkan hasil kategori *Good*. Dengan hasil kategori tersebut, dengan ini *jitter* di pagi hari di indekskan dengan indeks sebesar 3. Nilai *jitter* di malam hari didapatkan hasil rata –rata sebesar 15,545 ms sehingga mendapatkan hasil kategori *Good*. Dengan hasil kategori tersebut, dengan ini *jitter* di malam hari diindekskan dengan indeks sebesar 3.

Nilai *packet loss* di pagi dan malam hari didapatkan hasil rata - rata sebesar 0% sehingga mendapatkan hasil kategori *Perfect*. Dengan hasil kategori tersebut, dengan ini *packet loss* di pagi dan malam hari diindekskan dengan indeks sebesar 4.. Oleh karena itu, untuk menentukan QoS di pagi dan malam hari, hasil rata- rata dari setiap parameter dikategorikan dan diindekskan. Dengan melihat indeks dari setiap parameter, didapatkanlah hasil QoS di pagi dan malam hari berdasarkan standar TIPHON. Cara menentukan nilai indeks QoS yaitu dengan cara menjumlahkan nilai indeks yang lalu dibagi dengan jumlah parameter

sehingga didapatkanlah nilai akhir QoS. Lalu nilai tersebut dicocokkan dengan melihat tabel standar QoS yang sudah dijelaskan di bab 2. Hasil rata – rata QoS jaringan 4G LTE XL AXIATA di jalan Malioboro dapat dilihat di tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10. Rata- rata QoS Jaringan 4G LTE XL- AXIATA di Jalan Malioboro

No	Kondisi	Indeks <i>Throughput</i>	Indeks <i>Jitter</i>	Indeks <i>Packet Loss</i>	Indeks QoS	Kategori
1	Pagi	4	3	4	3,67	<i>Good</i>
2	Malam	4	3	4	3,67	<i>Good</i>

Hasil rekapitulasi indeks parameter QoS yaitu berdasarkan *throughput*, *jitter* dan *packet loss* yang diukur di pagi hari dan di malam pada jaringan 4G LTE XL-AXIATA di Jalan Malioboro adalah seperti yang digambarkan pada Tabel 4.10. Kategori *Excelent* yang berindeks 4 pada *throughput* mengartikan bahwa nilai rata rata *throughput* atau kecepatan transfer data yang dihasilkan sudah sangat bagus dan sudah dapat memenuhi kebutuhan data *rate* pelanggan..

Kategori *Good* yang berindeks 3 pada *jitter* mengartikan bahwa nilai rata- rata *jitter* yang berada di Jalan Malioboro ini tidak terlalu menyebabkan peluang *congestion* yang besar , sehingga tidak terlalu mempengaruhi hasil QoS dan masih bisa memenuhi kebutuhan pelanggan dengan *jitter* yang tidak terlalu besar karena besarnya *jitter* juga dapat mengakibatkan *ngelag*. Kategori *Perfect* yang berindeks 4 pada *packet loss* ini mengartikan bahwa tidak ada *file/data* yang hilang sama sekali, baik di tengah transfer data maupun diakhir. Dengan ini, pelanggan dapat melakukan komunikasi *voice*, *gaming*, *web browsing*, *video conference* dan lainnya dengan baik tanpa mengalami kualitas *video* yang mendadak buruk, gambar yang hilang atau tampilan yang berantakan sehingga harus *refresh* untuk memperbaiki. Pengujian juga dilakukan di *outdoor*, sehingga kemungkinan terjadinya *packet loss* kecil.

Berdasarkan rata – rata setiap parameter, secara keseluruhan jaringan 4G LTE XL- AXIATA pada pengukuran pagi dan malam hari mendapatkan indeks *Quality of Service* bernilai 3,67 dengan kategori *Good*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat disimpulkan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis *Quality of Service* jaringan 4G LTE menggunakan aplikasi *Speed Test* dengan parameter *throughput*, *jitter* dan *packet loss*.
2. Nilai rata – rata *throughput* di pagi dan malam hari sebesar 17,143 Mbps dan 3,647 Mbps. Dan keduanya termasuk kategori *Excelent* menurut TIPHON.
3. Nilai rata – rata *jitter* di pagi dan malam hari sebesar 8,155 ms 5,545 ms. Dan keduanya termasuk kategori *Good* menurut TIPHON.
4. Nilai rata – rata *packet loss* di pagi dan malam hari sebesar 0 % dan termasuk kategori *Perfect*.
5. Berdasarkan rata – rata setiap parameter, secara keseluruhan jaringan 4G LTE XL- AXIATA pada pengukuran pagi dan malam hari mendapatkan indeks *Quality of Service* bernilai 3,67 dengan kategori *Good*.
6. Faktor yang mempengaruhi *throughput* adalah di malam hari pengguna jaringan di Jalan Malioboro tergolong lebih banyak (ramai) dibandingkan pada pagi hari sehingga kecepatan transfer data (*throughput*) melambat.
7. Faktor yang mempengaruhi *jitter* adalah besar beban trafik yang menyebabkan besar terjadinya *congestion* dengan demikian nilai *jitter* semakin besar dan menyebabkan kualitas jaringan tersebut menurun.
8. Faktor yang mempengaruhi *packet loss* adalah gedung - gedung tinggi penghalang yang berada disepanjang Jalan Malioboro dapat menyebabkan *blocking signal* terhadap jaringan sehingga menyebabkan data hilang atau terbuang.

5.2. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Jalan Malioboro merupakan kawasan wisata yang selalu ramai dikunjungi oleh wisatawan yang membutuhkan kuat sinyal yang baik, oleh karena itu operator XL- AXIATA perlu mengoptimisasikan jaringan 4G LTE di kawasan tersebut.
2. Penelitian ini hanya menggunakan 3 parameter yaitu *throughput*, *jitter* dan *packet loss*, akan lebih baik lagi jika penelitian ini menggunakan lebih banyak parameter *Quality of Service* agar data yang dihasilkan lebih banyak.
3. Penelitian ini hanya menggunakan 1 operator jaringan dan dilakukan hanya 1 hari saja, sehingga untuk kebutuhan penelitian selanjutnya diharapkan dapat membandingkan kualitas operator jaringan lebih dari satu dan penelitian diharapkan dapat dilakukan selama minimal 1 minggu agar data yang didapat lebih bervariasi untuk menyimpulkan rata- rata setiap parameternya.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewo, E.Setio. 2003. *Bandwidth dan Throughput*. Artikel Populer IlmuKomputer.com.
- Huda, Yasdinul. 2008. *Konsep Dasar Telekomunikasi Selular*. Padang: Jurnal *Comunity College Teknik Elektronika FT UNP Padang*.
- Kamarullah A, Hafiz. 2009. *Penerapan Metode Quality of Service pada Jaringan yang Padat*. Jurnal Jaringan Komupter Universitas Sriwijaya.
- Lubis, Rahmad Saleh dan Maksum Pinem. 2014. *Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet di SMK TELKOM MEDAN*. Medan: Jurnal Singuda Ensikom. Vol.7 No.3.
- Maharani, Gumeta Sari. 2016. *Analisis dan Pengujian di Jaringan 3G dan 4G dalam Layanan Quality of Service (QoS)*. Tugas Akhir.

- Yogyakarta: Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Ma'ruf, Rafiqy. 2018. *Analisis Performansi Jaringan Outdoor 4G LTE di Jalan Malioboro Yogyakarta*. Yogyakarta: Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Pranata, Dian dkk. 2016. *Analisa Kualitas Layanan Jaringan Internet (Radio Point To Point) Menggunakan Metode QoS (Quality of Service) pada SMK Negeri 1 Indralaya Selatan*. Jurnal Universitas Bina Darma.
- Pranata, Eko Jhony. 2017. *Analisis Perbandingan Quality of Service (QoS) Terhadap Kekuatan Jaringan Berbasis 4G (Operator TELKOMSEL, XL, dan INDOSAT) Di Daerah Sekitar Kampus UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Suyuti, Saidah dkk. 2011. *Studi Perkembangan Teknologi 4G-LTE dan WiMax Di Indonesia*, Jurnal Ilmiah *Electrical Engineering UNHAS*. Vol.9 No.2.,
- Tiphon. 1998. *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks TIPHON) General Aspects of Quality of Service (QoS)*. E- book DTR/TIPHON-05006
- Warrasih, Anggit Praharasty dkk. 2011. *Analisis Kualitas Panggilan Pada Jaringan GSM Menggunakan Terms Investigation*. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- Wulandari, Rika. 2016. *Analisis QoS (Quality of Service) pada Jaringan Internet (Studi Kasus: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon)*, Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi. Vol.2 No.2.
- Widianto, Eko Didik dkk. 2016. *Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) pada Teknologi 3,5G*. Semarang: Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer. Vol.4, No.1.